



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

## PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

PROYECTO QUE SE PRESENTA:

### **Modificación del Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales**

CAMPOS DEL CONOCIMIENTO DEL PROGRAMA

- **Materiales Cerámicos**
- **Materiales Complejos**
- **Materiales Electrónicos**
- **Materiales Metálicos**
- **Materiales Poliméricos**

GRADOS QUE SE OTORGAN:

- **Maestría en Ciencia e Ingeniería de Materiales**
- **Doctorado en Ciencia e Ingeniería de Materiales**

ENTIDADES ACADÉMICAS PARTICIPANTES:

- **Facultad de Ciencias**
- **Facultad de Ingeniería**
- **Facultad de Química**
- **Instituto de Energías Renovables**
- **Instituto de Física**
- **Instituto de Investigaciones en Materiales**
- **Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología**
- **Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada**
- **Centro de Nanociencias y Nanotecnología**

Fecha de aprobación del Comité Académico: 22 de febrero de 2017.

Fecha de opinión favorable del Consejo de Estudios de Posgrado: 20 de septiembre de 2018.

Fecha de aprobación del Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías:  
**10 de diciembre de 2018**

## Contenido

1. PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA.....	4
1.1. Introducción.....	4
1.2. Antecedentes .....	5
1.3. Fundamentación del Programa .....	6
1.3.1. Contexto social.....	6
1.3.2. Contexto institucional .....	7
1.3.3. Contexto académico (campos de conocimiento que abarca el Programa) .....	7
1.3.4. Los resultados más relevantes del diagnóstico que fundamentan la viabilidad y pertinencia de estas acciones.....	9
1.4. Objetivo del Programa .....	11
1.5. Procedimiento empleado en el diseño del Programa y de sus planes de estudio .....	11
2. PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES .....	13
2.1. Objetivo general.....	13
2.2. Perfiles.....	13
2.2.1. De Ingreso .....	13
2.2.2. De Egreso .....	13
2.2.3. Del Graduado .....	13
2.3. Duración de los estudios y total de créditos .....	14
2.4. Estructura y organización .....	14
2.4.1. Descripción general de la estructura y organización académica .....	14
2.4.2 Mecanismos de flexibilidad .....	17
2.4.3 Actividades académicas .....	18
2.4.4. Mapa curricular .....	22
2.5. Requisitos .....	23
2.5.1. De ingreso .....	23
2.5.2. De permanencia.....	24
2.5.3. De egreso .....	26
2.5.4. Para obtener el grado .....	26
2.6. Certificado complementario.....	27
3. PLAN DE ESTUDIOS DEL DOCTORADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES.....	28

3.1. Objetivo general.....	28
3.2. Perfiles.....	28
3.2.1. De ingreso .....	28
3.2.2. Intermedios.....	28
3.2.3. De egreso .....	28
3.2.4. De graduado.....	28
3.3. Duración de los estudios.....	29
3.4. Estructura y organización.....	29
3.4.1. Descripción general de la estructura y organización académica .....	29
3.4.2. Mecanismos de flexibilidad .....	30
3.5. Requisitos.....	30
3.5.1. Requisitos de ingreso.....	30
3.5.2. Requisitos de permanencia .....	32
3.5.3. De egreso .....	34
3.5.4. Para obtener la candidatura al grado de Doctor.....	34
3.5.5. Para obtener el grado.....	34
3.6. Certificado complementario.....	35
4. IMPLANTACIÓN DEL PROGRAMA Y DE SUS PLANES DE ESTUDIO.....	36
4.1 Criterios para la implantación .....	36
4.1.1 Tabla de equivalencias entre el plan de estudios vigente y el plan de estudios propuesto.....	37
4.2. Recursos humanos .....	39
4.3. Infraestructura y recursos materiales .....	40
5. EVALUACIÓN DEL PROGRAMA Y SUS PLANES DE ESTUDIO .....	41
6. NORMAS OPERATIVAS DEL PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES .....	42
Disposiciones generales.....	42
De las entidades académicas .....	42
Del Comité Académico.....	43
De la permanencia de los representantes del Comité Académico.....	47
Del Coordinador del Programa .....	49

De los procedimientos y mecanismos de ingreso para maestría y doctorado .....	50
De los procedimientos y mecanismos para la permanencia y evaluación global de los alumnos de maestría y doctorado .....	53
Del procedimiento para la obtención de la candidatura al grado de doctor .....	56
Del procedimiento para la integración, designación y modificación de los jurados en los exámenes de grado de maestría y doctorado .....	58
Del procedimiento para la obtención del grado de maestro o doctor .....	59
De las equivalencias de estudios para alumnos del plan o planes a modificar .....	64
Procedimiento para las revalidaciones y acreditaciones de estudios realizados en otros planes de posgrado .....	64
Del Sistema de Tutoría.....	65
De los requisitos mínimos para ser profesor del Programa y sus funciones .....	67
De los mecanismos y criterios para la evaluación y actualización del plan o planes de estudios que conforman el Programa .....	68
De los criterios y procedimientos para modificar las normas operativas.....	68
6. Anexos.....	70
Anexo 1. Acta u oficio de la aprobación del Comité Académico .....	70
Anexo 2. Acta u oficio de la opinión favorable del Consejo de Estudios de Posgrado .....	72
Anexo 3. Acta u oficio de aprobación del Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías.....	73
Anexo 4. Tutores activos que participan en el Programa .....	74

# 1. PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA

## 1.1. Introducción

Los materiales han sido centrales para el crecimiento, la prosperidad, la seguridad y la calidad de vida de los humanos. En el estudio sistemático de los materiales, el área del conocimiento que se le denomina ciencia de materiales emerge como resultado del conocimiento de la relación que guardan las propiedades de los materiales y su estructura. La actividad que recibe el nombre de ingeniería de materiales aparece por la utilización de diversos materiales buscando mejorarlos, diversificar su uso para así dar satisfacción de manera más eficiente a las necesidades que surgen día a día en la sociedad. Por otra parte, la ciencia e ingeniería de materiales tiene que ver con la generación y aplicación del conocimiento que relaciona la composición, estructura y procesamiento de los materiales con sus propiedades y usos. Esta definición deja muy en claro que el concepto ciencia e ingeniería de materiales liga la ciencia y la ingeniería como un campo continuo que, por su propia naturaleza, no es adecuado separar en ciencia e ingeniería. Dicho de otra manera, la ciencia e ingeniería de materiales combina de manera íntima el conocimiento de la materia con el mundo real de la función del material y su desempeño. Liga el estudio profundo, fundamental de la materia con el imperativo de la satisfacción de las necesidades humanas.

Los científicos e ingenieros de materiales estudian la estructura y composición de los materiales desde escalas electrónicas y atómicas, hasta escalas a nivel macroscópico. Ellos desarrollan nuevos materiales, mejoran los tradicionales y producen materiales confiables y económicos mediante la síntesis y el procesamiento, se enfocan a entender los fenómenos y medir las propiedades de los materiales de todo tipo, predicen y evalúan el desempeño de los materiales así como la estructura y funcionalidad de los elementos en los sistemas de ingeniería.

En resumen, son estos elementos: propiedades, estructura y composición, síntesis, procesamiento y desempeño, y su estrecha interrelación, lo que define el campo de la ciencia e ingeniería de materiales.

El Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, aprobado como tal el 10 de marzo de 1999, se diseñó tomando en consideración los conceptos expresados anteriormente. Bajo estos conceptos y con la participación de las entidades académicas participantes, el Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales ha tenido un crecimiento significativo en la matrícula, alumnos graduados tanto de maestría como en doctorado, calidad de los tutores y de los temas de investigación que se desarrollan para la obtención del grado.

Desde su formación, el Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales ha sido modificado en tres ocasiones conforme los lineamientos universitarios y la evolución de la misma ciencia (su adecuación al RGEP de 2006 y dos modificaciones a normas operativas).

El proyecto que se presenta en este documento, atiende a la obligación normativa de revisar los planes de estudios cada cinco años, así como a los avances de la disciplina y a la experiencia desarrollada durante la implantación del Programa. Todas las modificaciones propuestas al Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, tanto a nivel maestría como doctorado, se han realizado después de un amplio análisis discutido y analizado tanto por la comunidad del Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, como por el Comité Académico, siendo este Colegio Universitario el que tomó la decisión.

A continuación se destacan los cambios más relevantes\* realizados al Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, de los cuales cinco de éstos representan cambios importantes con respecto a los programas anteriores.

- \*El incremento en el número de opciones de actividades académicas básicas.
- \*La creación de dos modalidades para la obtención del grado de Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales: Publicación de un artículo científico en revista internacional indexada y Protocolo de Investigación y Promedio.
- \*Modificación de las características de la modalidad de Examen General de Conocimientos.
- Determinación de límites de tiempo para la obtención del grado de Maestría, de acuerdo con lo previsto en el Reglamento General de Estudios de Posgrado (RGEP).
- \*La eliminación de los exámenes disciplinarios (exámenes generales) del programa de Doctorado.
- \*La modificación de los requisitos de ingreso al doctorado, mediante la incorporación de la escritura y presentación de un anteproyecto de investigación ante un comité de admisión de expertos en el campo del conocimiento.
- La modificación del examen de candidatura, en cuanto al tiempo límite de su presentación (tercer semestre) y el contenido del mismo.
- La eliminación de los cursos propedéuticos del plan de estudios de maestría.

Estos cambios provienen, por una parte, de la consideración de que los alumnos deben adquirir conocimientos amplios y sólidos de los conceptos básicos en ciencia e ingeniería de materiales mediante créditos en la maestría y, por la otra, de eliminar en lo posible para los alumnos de doctorado las actividades de cursos y coadyuvar a mejorar sus tiempos de graduación. En general, estos cambios han sido bien vistos y aceptados por la comunidad del Programa de este Posgrado. Estas transformaciones están orientadas para que más alumnos de la maestría continúen con el doctorado y mejorar los tiempos de graduación.

## 1.2. Antecedentes

Los estudios en el nivel de posgrado, en ciencia e ingeniería de materiales en la UNAM, se iniciaron en 1975, al crearse la Maestría en Física de Materiales, en la Facultad de Ciencias, con la colaboración del entonces Centro de Investigación de Materiales. Posteriormente, en 1988, dicho grado de estudios cambió su denominación a la de Maestría en Ciencias (Ciencia de Materiales), creándose en forma simultánea el Doctorado en Ciencias (Ciencia de Materiales).

Con la instauración del Reglamento General de Estudios de Posgrado, aprobado por el H. Consejo Universitario en el mes de diciembre de 1995, que establecía que los estudios de posgrado estarían organizados en forma de programas de estructura flexible y procurarían la participación conjunta de las entidades académicas que cultivaran disciplinas o ramas afines del conocimiento, se presentó el proyecto de adecuación correspondiente y, en marzo de 1999, se creó el Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales con un plan de estudios de maestría y otro de doctorado, bajo el concepto de la ciencia e ingeniería de materiales. En ese momento, las entidades académicas participantes fueron: la Facultad de Ciencias, la Facultad de Ingeniería, la Facultad de Química, el Instituto de Investigaciones en Materiales, el Centro de Ciencias de la Materia Condensada y el Centro de Investigación en Energía. Con este nuevo Programa se cancelaron la Maestría en Ciencias (Ciencia de Materiales) y el

Doctorado en Ciencias (Ciencia de Materiales) que se impartían en la Facultad de Ciencias.

En septiembre de 2003, se aprobó la incorporación del Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, como entidad participante en el Programa, en septiembre de 2008 la del Instituto de Física, y en febrero de 2009 del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico.

Cabe señalar que dos de las entidades participantes en el Programa han cambiado su denominación en los últimos años, manteniendo su participación en el mismo. El Centro de Ciencia de la Materia Condensada, ubicado en Ensenada, Baja California, en marzo de 2008, cambió de denominación a Centro de Nanociencias y Nanotecnología, mientras que el Centro en Investigación en Energía ubicado en Temixco Morelos cambió su denominación a Instituto de Energías Renovables en enero de 2013.

### 1.3. Fundamentación del Programa

#### 1.3.1. Contexto social

Los grandes avances en el conocimiento básico de los materiales y en el desarrollo tecnológico de los mismos en estas últimas décadas, se han debido, en gran medida, a la participación activa que han tenido los investigadores y tecnólogos especializados en materiales. El permanente desafío tecnológico que enfrenta la humanidad requiere contar con materiales cada vez más sofisticados y especializados y, por ende, de personal capacitado para llevar a cabo esta tarea. Es así que, el Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, a través de sus planes de estudio de maestría y doctorado, participa en esta labor formando los recursos humanos capacitados para intervenir en estas tareas de investigación y desarrollo de materiales, que son requeridos tanto a nivel nacional, como internacional.

El plan de estudios de maestría tiene por objeto que los estudiantes puedan atender las demandas de la sociedad preparándolos para la actividad profesional, de manera que al laborar en una empresa, laboratorio o actividades docentes, así como en la investigación a través de la profundización del conocimiento especializado en ciencia e ingeniería de materiales. Los egresados de las licenciaturas en física, ingeniería, materiales, química, o cualquiera otra licenciatura afín, son candidatos a ingresar al plan de estudios de maestría, en tanto que aquellos que hubieren finalizado una maestría en ciencia e ingeniería de materiales, física, ingeniería, química u otra maestría afín, estarán en posibilidad de incorporarse al plan de estudios de doctorado.

El doctorado tiene el propósito de formar investigadores en el área de la ciencia e ingeniería de materiales, capaces de generar conocimientos a través de proyectos originales, además de formar los recursos humanos necesarios para el progreso de la ciencia y la tecnología en el país.

En general el Programa contribuye formando los recursos humanos capacitados para intervenir en estas tareas de investigación y desarrollo de materiales, que son requeridos tanto a nivel nacional, como internacional.

### 1.3.2. Contexto institucional

En el Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, en sus dos planes de estudio (Maestría y Doctorado), participan nueve entidades académicas universitarias. De estas entidades, tres de ellas son sedes foráneas (Instituto de Energías Renovables en Temixco, Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada en Querétaro y Centro de Nanociencias y Nanotecnología en Ensenada), y seis entidades están localizadas en la Ciudad de México; tres facultades (Facultad de Ciencias, Facultad de Ingeniería y Facultad de Química) y tres centros o institutos (Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Instituto de Física e Instituto de Investigaciones en Materiales). En el caso específico del Instituto de Investigaciones en Materiales se cuenta con una subsede foránea en la ciudad de Morelia.

Dentro de esta distribución geográfica, en todas las sedes se realiza trabajo de investigación de alumnos de maestría y doctorado asociados a tutores adscritos a dichas entidades. Además, los cursos de maestría se ofrecen, con base en una solicitud previa, en cualquiera de las entidades del posgrado en la Ciudad de México o foráneas.

En el caso de la participación de investigadores de otras entidades académicas de la UNAM no pertenecientes al Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, el Comité Académico ha establecido un mecanismo de participación de estos investigadores como tutores, con base en una solicitud del investigador apoyada por el director de la entidad correspondiente. Esto además del cumplimiento de los requisitos académicos solicitados a cualquier tutor del posgrado.

### 1.3.3. Contexto académico (campos de conocimiento que abarca el Programa)

La ciencia e ingeniería de materiales es interdisciplinaria y multidisciplinaria y se fundamenta en conocimientos de física, química, ingeniería e incluso biología entre otras, así como de las técnicas inherentes a estas disciplinas. Cuenta con un lenguaje común y presenta diferentes orientaciones según el material de estudio. Los campos de conocimiento que se ofrecen en el Programa se determinaron, primordialmente, considerando una clasificación general de los materiales. De esta manera tanto en la maestría, como en el doctorado, se cubren los siguientes campos de conocimiento:

- Materiales Cerámicos
- Materiales Complejos
- Materiales Electrónicos
- Materiales Metálicos
- Materiales Poliméricos

Los alumnos, una vez que son aceptados en el posgrado, deben escoger uno de los campos de conocimiento en el que deseen realizar estudios. En cada uno de estos campos, los alumnos reciben una formación de acuerdo con el principio fundamental de la ciencia e ingeniería de materiales; que es el conocimiento de la relación entre la composición, estructura y procesado de los materiales con sus propiedades y aplicaciones.

Los campos de conocimiento del Programa son lo suficientemente amplios como para que la aparición de nuevos materiales o materiales con nuevas estructuras puedan ser clasificados en alguno de éstos o, por su naturaleza, estén comprendidos en todos o algunos de ellos. Hasta ahora, no ha sido necesario considerar la apertura de un nuevo campo de conocimiento para cubrir nuevas líneas de investigación y enseñanza. No obstante, el Posgrado está abierto a incorporar nuevos campos del conocimiento que permitan cumplir cabalmente con los objetivos del Programa.



Definición de los campos de conocimiento:

### **1. Materiales Cerámicos**

Los materiales cerámicos son sólidos inorgánicos, cristalinos y amorfos, constituidos por elementos metálicos y no metálicos los cuales están vinculados químicamente. Este tipo de materiales se producen mediante tratamientos térmicos, por lo cual poseen alta dureza y resistencia al calentamiento, pero tienden a la fractura frágil y no son combustibles ni oxidables. Los materiales cerámicos pueden presentar una gran variedad de propiedades (electromagnéticas, ópticas, térmicas, mecánicas, etc.) y aplicaciones (cerámica tradicional y cerámicas avanzada).

### **2. Materiales Complejos**

Reciben el nombre de materiales complejos aquellos materiales nano o microestructurados con combinaciones de estructura y / o composición que conducen a un desempeño que supera la suma de sus componentes individuales. En los materiales complejos la unión que se da entre sus componentes puede ser física o química pero dichos componentes deben permanecer físicamente distinguibles por lo que pueden presentar anisotropía en sus propiedades.

### **3. Materiales Electrónicos**

Los materiales electrónicos pueden clasificarse en metales, semiconductores y aislantes eléctricos, y al combinarlos tienen importantes aplicaciones en la fabricación de una amplia variedad de dispositivos microelectrónicos y optoelectrónicos modernos. Los semiconductores son especialmente importantes y se distinguen porque su conductividad eléctrica es menor que la de los metales y mayor que la de los aislantes y aumenta con la temperatura, con la exposición a la luz, y al introducirle muy pequeñas cantidades de impurezas de distinto tipo. En su mayoría los semiconductores son materiales inorgánicos en los que sus átomos componentes están unidos mediante enlaces covalentes que son altamente direccionales, son malos conductores del calor, poco dúctiles y frágiles.

### **4. Materiales Metálicos**

Son materiales inorgánicos compuestos de elementos metálicos vinculados químicamente, aunque pueden contener, en las aleaciones (que son la mayoría de los materiales metálicos), elementos no metálicos. Sin embargo, el tipo de enlace primordial es metálico debido a la interacción de la nube electrónica en sus diferentes niveles energéticos. El tipo de estructura electrónica entre los distintos elementos metálicos determina, en gran medida, las propiedades del material. Por lo general, son buenos conductores de la electricidad y el calor, son sólidos a temperatura ambiente y buenos reflectores de la luz, son maleables, dúctiles y tenaces.

### **5. Materiales Poliméricos**

Los materiales poliméricos están constituidos por macromoléculas (cadenas largas formadas por unidades repetitivas) llamadas polímeros. Los polímeros están formados por elementos no metálicos unidos entre sí por enlaces covalentes. Los polímeros están unidos entre sí por fuerzas débiles de van der Waals. Los materiales poliméricos son suaves, dúctiles, flexibles, malos conductores de la electricidad y del calor.

#### 1.3.4. Los resultados más relevantes del diagnóstico que fundamentan la viabilidad y pertinencia de estas acciones

Cada una de las actividades académicas de los planes de estudio exigen de los alumnos muchas horas de estudio y dedicación, para adquirir un buen nivel de conocimientos y dominio de las mismas; el trabajo de investigación que tiene que realizar el estudiante para obtener el grado correspondiente, requiere de un trabajo constante en el laboratorio manejando equipos de investigación especializados o ante computadoras que corren programas de investigación sofisticados. La ciencia e ingeniería de materiales es multidisciplinaria y requiere de sus estudiantes, en los inicios de sus estudios, conocimientos en diversas áreas como física, química, biología, ingeniería y matemáticas, al menos a un nivel medio de los cursos que se imparten en las carreras de las licenciaturas correspondientes. El idioma inglés es, hoy en día, fundamental para todo alumno que desee estudiar una carrera científica y, posiblemente, en cualquier campo del conocimiento humano. Para que un alumno pueda rendir satisfactoriamente en sus estudios requiere, ante todo, tener cubierto las necesidades primordiales de alimento y techo; por lo que surge el requisito de aceptar estudiantes que tengan un promedio mínimo de 8.0 en el nivel de estudios inmediato anterior, ya que esto proporciona, por un lado, una cierta garantía de éxito en sus estudios y, por la otra, de una beca para realizar sus estudios.

Los graduados de la Maestría en Ciencia e Ingeniería de Materiales han recibido una formación que los capacita para dar apoyo a labores de investigación en el campo de su especialidad, o en aquellos cercanos a ésta; lo anterior, a través de la formación sólida en los conceptos básicos del campo y de la preparación técnica en manejo de equipos especializados para la preparación, caracterización y análisis de muestras para la investigación científica y/o de manejo de programas de cómputo especializado para estudio teórico de materiales. Su preparación los capacita para seguir actualizándose en los temas de su competencia y en adquirir conocimientos sobre nuevas técnicas de investigación. Los conocimientos adquiridos les permiten realizar labores de docencia especializada en temas relacionados con la ciencia e ingeniería de los materiales. Los graduados de la Maestría en Ciencia e Ingeniería de Materiales pueden continuar con su superación académica, ingresando al Doctorado en Ciencia e Ingeniería de Materiales o en otro plan de estudios de doctorado afín, tanto en el país, como en el extranjero.

Los graduados del Doctorado en Ciencia e Ingeniería de Materiales están capacitados para presentar, organizar y llevar a cabo proyectos de investigación científica, en sus respectivos campos de conocimiento, que den lugar a resultados originales y de frontera; también, su propia formación los adiestra para poder adentrarse a nuevas áreas del conocimiento; en su formación reciben el entrenamiento para poder comunicar los resultados de sus investigaciones en forma oral (congresos) o en forma escrita (artículos de investigación). Una de las tareas primordiales de un investigador es la formación de recursos humanos para las tareas de investigación y enseñanza. Los graduados del doctorado de este Programa están capacitados para participar en la formación de recursos humanos en ciencia e ingeniería de los materiales y en la impartición de cursos de alto nivel en sus campos de conocimiento y en temas especializados.

Al obtener el grado, un alumno del Doctorado en Ciencia e Ingeniería de Materiales está preparado para desarrollar profesionalmente trabajos de investigación científica en instituciones de educación superior y en centros de investigación y desarrollo tanto públicos, como privados, en el país y en el extranjero.

Ante el escenario señalado, es que se realizan las siguientes modificaciones; en el caso

de la maestría se vio la importancia incrementar la oferta de actividades académicas básicas, debido a que hasta antes de esta modificación gran parte de las actividades académicas básicas tenían un enfoque del área de las ciencias físicas. Sin embargo, las líneas de investigación y los perfiles académicos de los alumnos de maestría han ido evolucionando muy rápidamente. Por lo tanto, y con base en la revisión y análisis hecho por el Comité Académico se determinó la incorporación nuevas actividades académicas básicas, siempre buscando la integración de los diferentes campos del conocimiento dentro de la Ciencia e Ingeniería de los Materiales.

Además, en el nuevo plan de estudios de maestría se ha creado la modalidad de obtención del grado mediante la Publicación de un artículo científico en una revista internacional indexada, lo cual puede incentivar e introducir de una manera sistemática, formal y temprana a aquellos alumnos que se deseen dedicar a la vida científico-académica; asimismo, se crea la modalidad de Protocolo de investigación y promedio, con el fin facilitar el tránsito de maestría a doctorado, permitiendo que los alumnos interesados en ingresar al doctorado puedan dedicarse de inmediato al trabajo de investigación para el desarrollo de su tesis doctoral. Por su parte, la modalidad de graduación por Examen general de conocimientos, se ha rediseñado debido a la eliminación de los exámenes disciplinarios en el doctorado así como por la reformulación de los contenidos básicos.

Con base en lo anterior, en la Maestría en Ciencia e Ingeniería de Materiales se tienen cinco modalidades para la obtención del grado: a) por de Tesis de investigación. b) por la Publicación de un artículo científico en revista internacional indexada. c) por Reporte de investigación de un problema para una empresa, institución u otras instancias en la que el alumno haya realizado su estancia de investigación; esta modalidad tiene como finalidad la creación de vínculos más sólidos con el sector productivo y de investigación, d) por Protocolo de investigación y promedio, para el cual el alumno debe tener un promedio mínimo de 9.0 y el protocolo de investigación doctoral, y e) Por Examen general de conocimientos.

Finalmente, en cuanto al plan de estudios de maestría se refiere, se estableció un procedimiento y condiciones para la obtención del grado de maestría, en lo relativo a los plazos previstos en el RGEP.

Respecto al plan de estudios de doctorado se decidió eliminar los exámenes disciplinarios (exámenes generales de conocimiento). La decisión de eliminar estos exámenes del plan de estudios del Doctorado del Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de los Materiales se fundamentó en el hecho de que dichos exámenes no estaban realizando la función para la cual fueron generados; la integración del conocimiento por parte de los alumnos de diferentes áreas. De hecho, actualmente los alumnos de nuevo ingreso al doctorado tienen perfiles de ingreso y líneas de investigación muy diferentes a los que se presentaban en 1999 (fundación del Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales) y la oferta de estos exámenes ya no cubría las necesidades de los alumnos de doctorado. Es por esto, como ya se mencionó para el caso de maestría, se ha decidido incrementar la oferta de actividades académicas básicas. Con esto se deberá consolidar la formación de los alumnos en el campo del conocimiento elegido, desde sus estudios de maestría.

Debido a la eliminación de los exámenes disciplinarios, en este nuevo plan de estudios del Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales se modifica el proceso de admisión. Ahora, los aspirantes deberán de elaborar un anteproyecto de investigación y defenderlo en una entrevista ante un comité de expertos según el campo del conocimiento. Este nuevo punto será un requisito complementario a los ya existentes (examen de conocimientos y examen de aptitudes psicométricas). El comité de expertos podrá recomendar la aceptación del aspirante, sin la necesidad de cursar de manera obligatoria una actividad académica; o bien, en caso de que así lo considere necesario hasta dos actividades académicas, que el alumno deberá

acreditar durante el primer semestre del doctorado.

Consecuentemente, los tiempos y contenidos del examen de candidatura también se modifican. Ahora, el alumno deberá presentar su examen de candidatura a más tardar durante el tercer semestre. En este examen el alumno deberá ratificar que posee los fundamentos necesarios para la realización del proyecto doctoral y deberá presentar resultados preliminares que muestren la pertinencia y viabilidad de proyecto.

El protocolo de investigación y el examen de candidatura al grado de doctor representan la etapa inicial para la formación sólida del alumno de doctorado. La segunda y última etapa comprende el desarrollo de su trabajo de investigación sustentado en la publicación de cuando menos un artículo científico en una revista internacional indexada y la presentación de su tesis doctoral.

#### 1.4. Objetivo del Programa

El objetivo del Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales es formar investigadores y profesionales de la más alta calidad en ciencia e ingeniería de materiales, que contribuyan a la generación de conocimientos y a la solución de problemas que enfrenta la sociedad en los diversos campos de conocimiento de los materiales.

#### 1.5. Procedimiento empleado en el diseño del Programa y de sus planes de estudio

El Comité Académico del Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, en su sesión ordinaria de abril de 2007, acordó iniciar la adecuación de sus planes de estudio de maestría y doctorado al Reglamento General de Estudios de Posgrado, aprobado el 29 de septiembre de 2006 por el H. Consejo Universitario. El Comité Académico pidió, en esta adecuación, fortalecer todos los aspectos positivos del Programa, incluyendo los planes de estudio, las actividades académicas, los campos de conocimiento y las líneas generales de investigación, además de mejorar aquellos que se habían identificado como débiles, para lo cual designó una Comisión para la Adecuación de Planes de Estudio. Durante los diez meses de trabajo, la Comisión para la Adecuación de Planes de Estudio, tomando en cuenta los Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado, aprobados el 24 de agosto de 2007 por el pleno del Consejo de Estudios de Posgrado, optó por consultar a las entidades académicas participantes, tutores y alumnos y por someter propuestas preliminares a la consideración del Comité Académico, concluyendo sus labores con la presentación de sus propuestas de normas operativas y programas de trabajo, mismas que fueron aprobadas por el Comité Académico del Programa en su sesión del 13 de febrero de 2008 y posteriormente aprobado por el Consejo Académico de las Áreas de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías en su sesión ordinaria del 12 de Agosto de 2009. Este Programa funcionó durante un periodo de más de 8 años.

Posteriormente, en enero de 2016 el Comité Académico del Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales acordó realizar una segunda adecuación al plan de estudios y normas operativas. Para ello, durante seis meses se realizaron diversas consultas y reuniones de trabajo con los tutores y alumnos de las diferentes entidades participantes en el posgrado, las cuales concluyeron en una sesión extraordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales el 17 de Junio de 2016, reunión en donde se acordaron los cambios a realizar para los planes de estudio y normas operativas.



## 2. PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

### 2.1. Objetivo general

Formar recursos humanos con conocimientos generales en el nivel de maestría y con experiencia en investigación que les confieran versatilidad y preparación suficientes para incorporarse a labores de investigación y desarrollo en los sectores educativos, productivos y de servicios, así como para realizar labores de docencia especializada; todo ello en el área de ciencia e ingeniería de materiales.

### 2.2. Perfiles

#### 2.2.1. De Ingreso

El aspirante a ingresar a la maestría deberá:

- Tener interés por incorporarse a labores de investigación y desarrollo en algún sector de la producción o de servicios, así como por realizar labores de docencia especializada, o bien, aspirar a cursar estudios de doctorado.
- Estar comprometido con una superación académica sólida.
- Estar comprometido a dedicar tiempo completo para concluir sus estudios en tiempo y forma para lograr obtener el grado en los plazos establecidos en las normas operativas.
- Tener conocimientos básicos de matemáticas, química y física, entre otras, además de la capacidad para adquirir los conocimientos contenidos en el plan de estudios de la maestría.
- Poseer habilidades para la comprensión de textos en lengua inglesa.

#### 2.2.2. De Egreso

El egresado de la maestría tendrá:

- Una formación sólida en ciencia e ingeniería de materiales, y la posibilidad de especializarse en un campo de conocimiento, que le permita desempeñarse en actividades docentes y profesionales.
- Experiencia suficiente en el manejo de metodologías propias de la investigación en ingeniería de materiales.
- Capacidad para resolver problemas propios de la disciplina que pudieran presentarse en las áreas científico-académica, productiva o de servicios.

#### 2.2.3. Del Graduado

Al obtener el grado el alumno estará preparado para:

- Apoyar, proponer o desarrollar proyectos o actividades de investigación.
- Incorporarse al ejercicio profesional en el sector productivo o de servicios.
- Mantenerse actualizado en los temas de su especialidad, así como adquirir conocimientos sobre nuevas técnicas.
- Analizar de manera crítica la información científica.
- Interpretar y comunicar, tanto en forma oral como escrita, los resultados de sus investigaciones.
- Realizar labores de docencia y formación de recursos humanos en Ciencia e Ingeniería de Materiales.

## 2.3. Duración de los estudios y total de créditos

El plan de estudios propuesto para la Maestría en Ciencia e Ingeniería de Materiales:

- Se impartirá de manera escolarizada.
- Su duración es de hasta cuatro semestres para alumnos de tiempo completo, incluyendo la graduación.
- Se compone de 80 créditos, de los cuales:
  - ✓ 20 corresponden a tres actividades académicas de carácter obligatorio.
  - ✓ 44 corresponden a cuatro actividades académicas de carácter obligatorio de elección.
  - ✓ 16 corresponden a dos de actividades académicas de carácter optativo.

## 2.4. Estructura y organización

### 2.4.1. Descripción general de la estructura y organización académica

El plan de estudios de maestría está organizado en los cinco campos (materiales cerámicos, materiales complejos, materiales electrónicos, materiales metálicos y materiales poliméricos), y está diseñado para que el alumno acredite actividades académicas de formación disciplinar en sus dos primeros semestres y se dedique, en sus dos finales, al desarrollo de su investigación y al trabajo escrito que presentará para la obtención del grado.

Las actividades académicas están divididas en dos grupos: las orientadas a la formación disciplinaria y las de investigación.

En el primer grupo están las actividades a) introductorias, b) básicas y c) por elección (campos de conocimiento).

Todos los alumnos que ingresen a la maestría deberán acreditar una de las actividades introductorias, que definirá el Comité Académico de acuerdo con la formación previa del alumno; así como tres actividades básicas y dos optativas, de las cuales el alumno, conjuntamente con su tutor principal, deberá escoger de entre las señaladas en el plan de estudios, tomando en cuenta el proyecto y, en su caso, campo de conocimiento.

Si bien la carga académica de las actividades orientadas a la formación disciplinar se señala como teórica, se reconoce el diálogo existente lo teórico y lo práctico, la investigación y la práctica profesional, porque tal como lo menciona Wilfred Carr, “La práctica no se opone a la teoría, sino que se rige por un marco teórico implícito que estructura y orienta las actividades de quienes se dedican a tareas prácticas. Según esta línea de pensamiento la orientación de la práctica por la teoría puede entenderse de dos maneras posibles. Por una parte, suponer que toda práctica presupone un marco teórico, o por otra, asumir que los profesionales hacen suya la teoría elaborada desde fuera de su ámbito para que los oriente en sus acciones prácticas”<sup>1</sup>.

Respecto a las actividades de investigación, correspondientes al segundo grupo, se inician propiamente durante el segundo semestre con la actividad académica denominada Proyecto de Investigación en la cual el alumno, conjuntamente con su tutor principal, define el tema de investigación para su documento escrito (tesis, reporte de investigación, artículo científico o protocolo de investigación), para la obtención del grado. Con lo anterior, el alumno en el tercer semestre, a través de la actividad académica denominada Estancia de Investigación, inicia su trabajo de investigación. La estancia de investigación se puede realizar en un laboratorio de investigación, de cualquier parte del país o del extranjero y también en una instalación industrial. Durante el cuarto semestre el alumno realiza la actividad académica denominada Seminario de Investigación, que está enfocado para que concluya con su trabajo

de investigación y desarrolle su documento escrito, según corresponda.

En la tabla siguiente se muestran la clasificación y los créditos de las actividades académicas por cada grupo:

GRUPO	ACTIVIDAD ACADÉMICA	CRÉDITOS
Formación disciplinaria	Básica	36
	Introdutoria	8
	Optativa	16
Orientadas a la investigación	Estancia de Investigación	8
	Seminario de Investigación	8
	Proyecto de Investigación	4

A continuación se detalla la descripción de cada tipo de actividad.

#### **Actividades académicas introductorias:**

Por lo que corresponde al plan de estudios de maestría, el Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales acepta estudiantes que provengan de diferentes licenciaturas, principalmente de Física, Ingeniería y Química, sin ser excluyente para estudiantes provenientes de otras disciplinas afines, con el afán de homogeneizar los conocimientos básicos que se requieren para iniciar los estudios en ciencia e ingeniería de materiales, se han definido tres actividades académicas denominadas introductorias:

- Fundamentos de Matemáticas para Materiales
- Introducción a la Mecánica Cuántica
- Introducción a la Química de Materiales

Todos los alumnos que ingresen a la maestría acreditarán, al menos, una de estas actividades académicas introductorias, siendo esta actividad académica diferente al campo del conocimiento de la licenciatura previamente cursada por el alumno. El Comité Académico podrá cambiar la asignación de la actividad académica introductoria del alumno, con base en el resultado de su examen de ingreso o en atención a la solicitud escrita y razonada del alumno.

#### **Actividades académicas básicas:**

Durante los dos primeros semestres de la maestría, los alumnos cursarán y acreditarán tres actividades académicas pertenecientes al grupo de las denominadas básicas. Estas actividades académicas serán propuestas por el comité tutor de cada alumno y ratificadas por el Comité Académico, de acuerdo con la preparación y el campo de conocimiento seleccionado por el alumno. El grupo de las actividades académicas básicas son:

- Estructura de los Materiales
- Estructura Electrónica de Materiales
- Matemáticas Aplicadas a Materiales
- Mecánica de Medios Continuos
- Propiedades Mecánicas de Materiales
- Química de los Materiales



- Termodinámica de los Materiales
- Biomateriales
- Fisicoquímica de superficies
- Simulación molecular. Teoría y aplicaciones

### **Actividades académicas optativas:**

Estas actividades están orientadas a fortalecer y profundizar conocimientos de la ciencia e ingeniería de materiales, podrán cursarse en uno o más campos de conocimiento o en otro plan de estudios dentro o fuera de la UNAM.

Se recomienda que el alumno acredite todas las actividades académicas correspondientes a los dos primeros semestres según se indica en el mapa curricular, para que en el tercero no exista problema para realizar una estancia.

### **Proyecto de Investigación**

Con la intención de que, a lo largo del segundo semestre, el alumno empiece a definir el tema de su documento escrito (tesis, reporte de investigación, artículo científico o protocolo de investigación), deberá informarse acerca de los posibles temas que podría desarrollar, a fin de delimitar, concretamente con su tutor principal aquel que resulte de su interés. Al término del semestre, el alumno entregará el proyecto de investigación que como elementos mínimos deberá contener: tema, objetivo(s), antecedentes y cómo se llevará a cabo el proyecto, mismo que será evaluado y calificado por el comité tutor, en un formato que apruebe el Comité Académico.

### **Estancia de Investigación**

Durante el tercer semestre se cursará esta actividad académica, en la cual el alumno realizará una estancia de investigación en un laboratorio o en una instalación industrial, con el propósito de realizar actividades de investigación tecnológica en materiales, de aprendizaje de técnicas de preparación y caracterización de materiales o de cualquier otra actividad de interés profesional en el área de la ciencia e ingeniería de materiales. Esta actividad estará enfocada a que el alumno desarrolle la investigación de su trabajo escrito de maestría. El programa de actividades debe estar avalado por su tutor principal y ser aprobado por su comité tutor. La estancia será evaluada y calificada por el comité tutor. La evaluación y calificación tendrá un formato que apruebe el Comité Académico.

### **Seminario de Investigación**

Durante el cuarto semestre, el alumno realizará el Seminario de Investigación. Este seminario está enfocado a que el alumno termine su investigación, desarrolle su documento escrito (tesis, reporte de investigación, artículo científico o protocolo de investigación), según corresponda, lo someta a la aprobación de su comité tutor (así como al representante designado por la empresa, en el caso de reporte de investigación), y lo exponga públicamente, antes de presentar su examen de grado, en el Coloquio de Estudiantes del Posgrado. Este seminario será evaluado y calificado por el comité tutor. La evaluación y calificación tendrán el formato que apruebe el Comité Académico.

### **Actividades complementarias**

Durante su permanencia en el plan de estudios de la maestría, el alumno deberá asistir a diversas actividades científico-académicas como seminarios, coloquios, escuelas, congresos

etc. Además, el alumno deberá realizar las actividades académicas que el comité tutor considere relevantes para su formación. Estas actividades se definirán semestralmente en su plan individual de actividades y no tendrán valor en créditos.

Al término del cuarto semestre el alumno debe haber cubierto el 100% de créditos, contar con los votos aprobatorios para su trabajo escrito (tesis, reporte de investigación, artículo científico o protocolo de investigación) y defenderlo ante un jurado designado por el Comité Académico.

#### 2.4.2 Mecanismos de flexibilidad

- El estudiante tiene la posibilidad de diseñar junto con su tutor su plan individual de actividades académicas, eligiendo actividades obligatorias de elección y optativas que se consideren pertinentes para su formación.
- Se cuenta con actividades académicas que permitirán incluir temas emergentes y de vanguardia, que se denominan como Temas Selectos.
- Se podrá otorgar valor en créditos a actividades académicas de otro plan de estudios de posgrado de la UNAM o de otra Institución de Educación Superior y de educación continua realizadas con anterioridad al ingreso, previa autorización del Comité Académico, revalidando hasta un 40% del total de créditos requeridos en el plan de estudios.
- No hay una seriación obligatoria o indicativa en las actividades académicas.
- Cinco modalidades de graduación (tesis, reporte de investigación, artículo científico, protocolo de investigación y examen general de conocimientos).
- El Comité Académico, previo visto bueno del tutor, podrá autorizar la inscripción a un número mayor de actividades académicas en un semestre, al señalado en el mapa curricular.
- El Comité Académico podrá autorizar la inscripción a actividades académicas adicionales a las señaladas en el plan de estudios, sin valor en créditos, por lo que éstas no se tomarán en cuenta en el cómputo global de éstos.
- Con la finalidad de enriquecer y darle más flexibilidad al plan de estudios se permitirá, de acuerdo con las normas operativas del Programa, que un alumno del mismo curso actividades académicas de otros programas de posgrado dentro o fuera de la UNAM hasta por un 50% del total requerido en el plan de estudios; así mismo, los alumnos de otros programas de posgrado de la propia Institución podrán cursar actividades académicas del Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales.
- Como un mecanismo para ampliar o coadyuvar al desarrollo de las actividades de investigación durante sus estudios de maestría, se pueden realizar estancias de investigación tanto en laboratorios de investigación nacionales, como extranjeros. Estas estancias de investigación podrán estar enmarcadas dentro de convenios de movilidad estudiantil o de los acuerdos que realice el tutor principal con sus colaboradores nacionales o extranjeros y deberán ser aprobadas por el Comité Académico, a propuesta del alumno, con el visto bueno de su tutor principal y comité tutor.

##### 2.4.2.1 Movilidad estudiantil

Considerando lo señalado en los dos últimos puntos en mecanismos de flexibilidad, el plan de estudios abre la posibilidad a la movilidad estudiantil. Es así que el alumno, siguiendo el procedimiento para ello, podrá realizar una estancia en otra institución, cursar y acreditar

actividades académicas en otros planes de posgrado de la UNAM; o bien en otras instituciones de educación superior nacionales o extranjeras, con las que la UNAM mantenga convenios para tal efecto y de acuerdo con lo estipulado en la Legislación Universitaria vigente.

### 2.4.3 Actividades académicas

CLAVE	DENOMINACIÓN	MODALIDAD	CARÁCTER	HORAS/SEMANA		TOTAL DE HORAS POR SEMESTRE	CRÉDITOS
				TEÓRICAS	PRÁCTICAS		
<b>PRIMER SEMESTRE</b>							
	Introdutoria	Curso	Obligatoria de elección	4	0	64	8
	Básica	Curso	Obligatoria de elección	6	0	96	12
	Básica	Curso	Obligatoria de elección	6	0	96	12
<b>SEGUNDO SEMESTRE</b>							
	Básica	Curso	Obligatoria de elección	6	0	96	12
	Optativa	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Optativa	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Proyecto de Investigación	Curso-taller	Obligatoria	1	1	32	4
<b>TERCER SEMESTRE</b>							
	Estancia de Investigación	Estancia	Obligatoria	0	4	64	8
<b>CUARTO SEMESTRE</b>							
	Seminario de Investigación	Seminario	Obligatoria	2	2	64	8

<b>RESUMEN</b>						
<b>ACTIVIDADES ACADÉMICAS</b>						
Obligatorias	Obligatorias de Elección	Optativas	Teóricas	Prácticas	Teóricas-Prácticas	TOTAL
3	4	2	6	1	2	9
<b>CRÉDITOS</b>						
Obligatorios	Obligatorios de Elección	Optativos	Teóricas	Prácticas	Teórico-Prácticas	TOTAL
20	44	16	60	8	12	80
<b>HORAS</b>						
Teóricas			Prácticas			TOTAL
528			112			640

**ACTIVIDADES ACADÉMICAS OBLIGATORIAS DE ELECCIÓN**

CLAVE	DENOMINACIÓN	MODALIDAD	CARÁCTER	HORAS/SEMANA		TOTAL DE HORAS POR SEMESTRE	CRÉDITOS
				TEÓRICAS	PRÁCTICAS		
<b>INTRODUCTORIAS</b>							
	Fundamentos de Matemáticas para Materiales	Curso	Obligatoria de elección	4	0	64	8
	Introducción a la Mecánica Cuántica	Curso	Obligatoria de elección	4	0	64	8
	Introducción a la Química de Materiales	Curso	Obligatoria de elección	4	0	64	8
<b>BÁSICAS</b>							
	Estructura de los Materiales	Curso	Obligatoria de elección	6	0	96	12
	Estructura Electrónica de Materiales	Curso	Obligatoria de elección	6	0	96	12
	Matemáticas Aplicadas a Materiales	Curso	Obligatoria de elección	6	0	96	12
	Mecánica de Medios Continuos	Curso	Obligatoria de elección	6	0	96	12
	Propiedades Mecánicas de Materiales	Curso	Obligatoria de elección	6	0	96	12
	Química de los Materiales	Curso	Obligatoria de elección	6	0	96	12
	Termodinámica de los Materiales	Curso	Obligatoria de elección	6	0	96	12
	Biomateriales	Curso	Obligatoria de elección	6	0	96	12
	Fisicoquímica de superficies	Curso	Obligatoria de elección	6	0	96	12
	Simulación molecular. Teoría y aplicaciones	Curso	Obligatoria de elección	6	0	96	12

**ACTIVIDADES ACADÉMICAS OPTATIVAS POR CAMPO DE CONOCIMIENTO**

CLAVE	DENOMINACIÓN	MODALIDAD	CARÁCTER	HORAS/SEMANA		TOTAL DE HORAS POR SEMESTRE	CRÉDITOS
				TEÓRICAS	PRÁCTICAS		
<b>CAMPO DE CONOCIMIENTO DE MATERIALES CERÁMICOS</b>							
	Cristalografía	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Difracción	Curso	Optativa	4	0	64	8

CLAVE	DENOMINACIÓN	MODALIDAD	CARÁCTER	HORAS/SEMANA		TOTAL DE HORAS POR SEMESTRE	CRÉDITOS
				TEÓRICAS	PRÁCTICAS		
	Métodos de Preparación de Materiales Cerámicos	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Técnicas Espectroscópicas y Térmicas	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Temas Selectos de Materiales Cerámicos	Curso	Optativa	4	0	64	8
<b>CAMPO DE CONOCIMIENTO DE MATERIALES COMPLEJOS</b>							
	Mecánica de Fluidos y Transferencia de Calor	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Mecánica de Sólidos	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Reología	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Termodinámica Estadística de los Materiales	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Temas Selectos de Materiales Complejos	Curso	Optativa	4	0	64	8
<b>CAMPO DE CONOCIMIENTO DE MATERIALES ELECTRÓNICOS</b>							
	Dispositivos Electrónicos	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Fundamentos de Magnetismo	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Materiales Desordenados	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Nanotecnología y Nanomateriales	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Óptica de Semiconductores	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Propiedades Electrónicas de Materiales	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Propiedades Magnéticas de Materiales	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Semiconductores	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Superconductividad	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Temas Selectos de Materiales Electrónicos	Curso	Optativa	4	0	64	8
<b>CAMPO DE CONOCIMIENTO DE MATERIALES METÁLICOS</b>							
	Fundamentos de Metalurgia Física	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Fundamentos de Solidificación	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Materiales Compuestos	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Procesos Cinéticos en Metalurgia Física	Curso	Optativa	4	0	64	8

CLAVE	DENOMINACIÓN	MODALIDAD	CARÁCTER	HORAS/SEMANA		TOTAL DE HORAS POR SEMESTRE	CRÉDITOS
				TEÓRICAS	PRÁCTICAS		
	Solidificación	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Superplasticidad	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Temas Selectos de Materiales Metálicos	Curso	Optativa	4	0	64	8
<b>CAMPO DE CONOCIMIENTO DE MATERIALES POLIMÉRICOS</b>							
	Reciclaje de Materiales Poliméricos y Compuestos	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Física de Polímeros	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Fisicoquímica y Caracterización de Polímeros	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Procesamiento de Materiales Poliméricos	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Síntesis de Polímeros	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Temas Selectos de Materiales Poliméricos	Curso	Optativa	4	0	64	8

**ACTIVIDADES ACADÉMICAS OPTATIVAS COMUNES A LOS CAMPOS DE CONOCIMIENTO**

CLAVE	DENOMINACIÓN	MODALIDAD	CARÁCTER	HORAS/SEMANA		TOTAL DE HORAS POR SEMESTRE	CRÉDITOS
				TEÓRICAS	PRÁCTICAS		
<b>ACTIVIDADES ACADÉMICAS COMUNES A LOS CAMPOS DE CONOCIMIENTO</b>							
	Algoritmos y Métodos Computacionales	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Matemáticas Aplicadas a Materiales II	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Modelado Numérico I	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Modelado Numérico II	Curso	Optativa	4	0	64	8
	Teoría de Grupos	Curso	Optativa	4	0	64	8

## 2.4.4. Mapa curricular

PRIMER SEMESTRE	SEGUNDO SEMESTRE	TERCER SEMESTRE	CUARTO SEMESTRE
<b>Introductoria</b> Teóricas: 64 Total de horas: 64 Créditos: 8	<b>Básica</b> Teóricas: 96 Total de horas: 96 Créditos: 12	<b>Estancia de Investigación</b> Prácticas: 64 Total de horas: 64 Créditos: 8	<b>Seminario de Investigación</b> Teóricas: 32 Prácticas: 32 Total de horas: 64 Créditos: 8
<b>Básica</b> Teóricas: 96 Total de horas: 96 Créditos: 12	<b>Optativa</b> Teóricas: 64 Total de horas: 64 Créditos: 8		
<b>Básica</b> Teóricas: 96 Total de horas: 96 Créditos: 12	<b>Optativa</b> Teóricas: 64 Total de horas: 64 Créditos: 8		
	<b>Proyecto de Investigación</b> Teóricas: 12 Prácticas: 20 Total de horas: 32 Créditos: 4		

### Campos de conocimiento

- Materiales Cerámicos
- Materiales Complejos
- Materiales Electrónicos
- Materiales Metálicos
- Materiales Poliméricos

### Pensum académico: 640 hrs

Total de actividades académicas: 9

Total de actividades académicas obligatorias: 3

Total de actividades académicas obligatorias de elección: 4

Total de actividades académicas optativas: 2

## 2.5. Requisitos

### 2.5.1. De ingreso

Los aspirantes que pretenden ingresar al plan de estudios deberán obtener su carta de aceptación académica por parte del Comité Académico del Programa, para ello deberán cumplir, presentar y entregar los requisitos estipulados a continuación, los criterios académicos señalados en las Normas Operativas del Programa y lo previsto en la convocatoria correspondiente:

1. Título de licenciatura afín a la ciencia e ingeniería de materiales a juicio del Comité Académico.  
Aspirantes egresados de la UNAM, podrán ingresar a los estudios con el acta de examen profesional de licenciatura con resultado aprobatorio.  
Aspirantes provenientes de otras instituciones de educación superior, podrán ingresar con la constancia que acredite que el título se encuentra en trámite.  
Aspirantes egresados de la UNAM y de escuelas incorporadas que deseen ingresar al plan de estudios, para obtener el título de licenciatura mediante estudios de posgrado, deberán contar con el formato de autorización de esta opción, emitida por la entidad académica de procedencia o en su caso por la Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios (DGIRE), en la que se avale que el interesado cumple con los requisitos previstos para dicha opción. Estos aspirantes deberán cumplir la totalidad de los demás requisitos de ingreso y someterse al proceso de selección.
2. Certificado de estudios de licenciatura con promedio igual o superior a 8.0 (ocho punto cero). En caso de que éste no lo especifique, además se deberá entregar constancia oficial de promedio emitida por la institución de procedencia.
3. Constancia que certifique conocimiento del idioma inglés, en el nivel de comprensión de textos o equivalente o superior al nivel B1 del Marco Común Europeo de Referencia para las lenguas, o TOEFL PBT con un mínimo de 460 puntos, expedida por la Escuela Nacional de Lenguas, Lingüística y Traducción (ENALLT), otros centros de idiomas de la UNAM u organismos y certificaciones internacionales con los que la UNAM tenga convenios de colaboración académica para dicho fin.
4. Documentos de carácter administrativo, de acuerdo con lo señalado en las normas operativas y en la convocatoria correspondiente.
5. Requerimientos académicos establecidos en las Normas Operativas del Programa.
6. Someterse a los mecanismos de evaluación (exámenes, entrevista, entre otros que considere pertinentes el Comité Académico) previstos en la convocatoria de conformidad con lo establecido en las normas operativas.
7. No haber sido dado de baja en algún programa de posgrado por faltas de integridad académica.
8. Carta de aceptación académica otorgada por el Comité Académico del Programa.



Adicionalmente para aspirantes que hayan realizado estudios en el extranjero:

8. Constancia de equivalencia de promedio mínimo establecido en los estudios de licenciatura, expedida por la Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios de la UNAM.
9. En caso de que los documentos estén en un idioma diferente al español, deberán estar traducidos por un perito oficial mexicano.
10. Documentos apostillados o legalizados, según corresponda de acuerdo con lo previsto en la convocatoria.

Además para aspirantes no hispanohablantes:

11. Constancia que certifique conocimiento de español equivalente o superior al nivel C1 del Marco Común Europeo de Referencia para las lenguas, expedida por el Centro de Enseñanza para Extranjeros (CEPE) de la UNAM u organismos con los que la UNAM tenga convenios de colaboración académica para dicho fin.

Los aspirantes aceptados deberán formalizar su inscripción como alumnos del plan de estudios, siguiendo el procedimiento señalado en la convocatoria correspondiente.

### 2.5.2. De permanencia

La permanencia de los alumnos en el plan de estudios estará sujeta a lo dispuesto en los artículos 10, 11, 13, 14, 15, 28, 30 y 40 del Reglamento General de Estudios de Posgrado, que a la letra dicen:

Artículo 10.- Se entenderá que renuncian a su inscripción o reinscripción las personas que no hayan completado los trámites correspondientes en las fechas establecidas para tal efecto.

Artículo 11.- Se cancelará la inscripción o reinscripción cuando se compruebe la falsedad total o parcial de un documento o en los supuestos previstos en la Legislación Universitaria, en cuyo caso quedarán sin efectos todos los actos derivados de las mismas.

Artículo 13.- El alumnado podrá permanecer inscrito en los plazos establecidos en el presente Reglamento. Si no concluye las actividades académicas obligatorias y optativas establecidas en el plan de estudios, el comité académico o el cuerpo colegiado encargado de la conducción del programa de especialización decidirá si procede su baja.

El comité académico o el cuerpo colegiado encargado de la conducción del programa de especialización, previa solicitud formulada por la o el alumno, podrá otorgar un plazo adicional de hasta dos semestres consecutivos inmediatos posteriores al plazo establecido en el plan de estudios correspondiente, para concluir los créditos y obtener el grado. En ningún caso este plazo excederá el 50% de la duración del plan de estudios.

[...]

Artículo 14.- El alumnado no podrá ser inscrito más de dos veces en una asignatura o actividad académica.

Si se inscribe dos veces en una misma actividad académica sin acreditarla, causará baja del plan de estudios en que se encuentre inscrito.

Quien se vea afectado por esta disposición podrá solicitar al comité académico o al cuerpo colegiado encargado de la conducción del programa de especialización, la reconsideración de su baja, en los términos y plazos que señalen los Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado.

Artículo 15.- El comité académico de los programas de maestría y doctorado, determinará las condiciones bajo las cuales una alumna o alumno continuará en el plan de estudios cuando reciba una evaluación semestral desfavorable de su tutor, tutores principales o de su comité tutor. Si la o el alumno obtiene una segunda evaluación semestral desfavorable, causará baja en el plan de estudios.

Quien se vea afectado por esta disposición podrá solicitar al comité académico la reconsideración de la segunda evaluación negativa, en los términos y plazos que señalen los Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado.

Artículo 28.- Cuando se modifique un plan de estudios, la o el alumno podrá solicitar por escrito continuar y concluir sus estudios en dicho plan, siempre que no rebase los tiempos establecidos en este Reglamento. El comité académico decidirá el número de créditos o actividades académicas que podrán ser reconocidos.

Artículo 30.- El alumnado del posgrado tiene derecho a:

- I. Solicitar durante las dos primeras semanas de cada ciclo escolar, la suspensión de sus estudios hasta por dos semestres, sin que se afecten los plazos previstos en este Reglamento. El comité académico o el cuerpo colegiado encargado de la conducción del programa de especialización, podrá autorizar dicha suspensión y ampliarla en casos excepcionales y plenamente justificados. Se atenderán particularmente razones de género;
- II. Solicitar su reincorporación en el plan de estudios cuando suspendan los estudios sin autorización. El comité académico o el cuerpo colegiado encargado de la conducción del programa de especialización, determinará la procedencia y los términos de la reincorporación. En este caso el tiempo total de inscripción no podrá exceder los límites establecidos en este Reglamento;
- III. Solicitar autorización para realizar los exámenes o evaluaciones finales cuando por causas debidamente justificadas no hayan cumplido con este requisito. El comité académico o el cuerpo colegiado encargado de la conducción del programa de especialización, estudiará el caso, y podrá establecer mecanismos alternos de evaluación;
- IV. Solicitar al comité académico o al cuerpo colegiado encargado de la conducción del programa de especialización, por causa justificada, cambio del tema de trabajo de grado, tutor, tutores principales o miembros de comité tutor, y

- V. Plantear por escrito a la persona titular de la coordinación, al comité académico o al cuerpo colegiado encargado de la conducción del programa de especialización, solicitudes de aclaración respecto a decisiones académicas que les afecten y recibir la respuesta por el mismo medio en un plazo máximo de treinta días hábiles.

Artículo 40.- Para permanecer inscrito en los estudios de maestría el alumnado deberá acreditar satisfactoriamente, en los plazos señalados, las actividades académicas del plan de estudios, así como las que le sean asignadas por su tutor, tutores principales o, en su caso, por su comité tutor, de acuerdo con lo señalado en el presente Reglamento, y contar con la evaluación semestral favorable de los mismos.

Adicionalmente, el alumno deberá:

- Entregar la documentación requerida para su reinscripción, en los plazos establecidos.
- Elaborar semestralmente con su tutor el plan de actividades a realizar en el periodo siguiente y entregarlo a la Coordinación del Programa con el visto bueno de su comité tutor.
- Presentar, por escrito, a su comité tutor un informe semestral de las actividades académicas realizadas.
- Presentar el título de licenciatura, para su inscripción al tercer semestre, en caso de haber ingresado con acta de examen profesional aprobatoria o constancia oficial de que el grado se encuentra en trámite.
- Presentar el título de licenciatura, para su inscripción al cuarto semestre, en caso de haber ingresado mediante la opción de titulación por estudios de posgrado.
- Mantener un comportamiento ético y no cometer faltas graves contra la integridad académica y disciplina universitaria a lo largo de su permanencia en el Programa.

### 2.5.3. De egreso

El alumno deberá haber cursado y aprobado el 100% de los créditos y el total de actividades académicas contempladas en el plan de estudios en los plazos establecidos.

### 2.5.4. Para obtener el grado

Para obtener el grado de maestría, el alumno deberá cumplir los siguientes requisitos en función de la normatividad vigente:

- ✓ Cumplir con los requisitos de egreso.
- ✓ Constancia de acreditación de las actividades complementarias emitida por la Coordinación del Programa.
- ✓ Elegir y aprobar alguna de las modalidades de graduación, las cuales son:
  - Tesis
  - Artículo científico

- Reporte de investigación
- Protocolo de investigación y promedio
- Examen General de Conocimientos

De acuerdo con lo previsto en las normas operativas, estas modalidades requieren de una réplica oral del trabajo escrito realizado ante un jurado. En todas las modalidades se deberán cumplir con los requisitos y procesos establecidos en dichas normas y en el manual de operación para las modalidades de obtención del grado elaborado y aprobado por el Comité Académico.

- ✓ Entregar los documentos obligatorios de carácter académico-administrativo y realizar los trámites respectivos de acuerdo a lo señalado por la institución.

El alumno que no obtenga el grado en los tiempos previstos en el plan de estudios podrá solicitar la autorización del Comité Académico para obtenerlo, siguiendo lo establecido en las Normas Operativas del Programa.

## 2.6. Certificado complementario

El alumno podrá solicitar la emisión de un certificado complementario al grado de maestro, de acuerdo a lo previsto en las normas operativas.

## 3. PLAN DE ESTUDIOS DEL DOCTORADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

### 3.1. Objetivo general

Formar científicos con sólidos conocimientos, experiencia en investigación y en desarrollo tecnológico, capaces de realizar contribuciones originales en ciencia e ingeniería de materiales, así como de formar grupos de investigación y recursos humanos de la más alta calidad.

### 3.2. Perfiles

#### 3.2.1. De ingreso

El aspirante a ingresar al doctorado deberá:

- Tener vocación e interés por la investigación científica en alguno de los campos de la ciencia o la ingeniería de los materiales.
- Estar comprometido con una superación académica sólida.
- Estar comprometido a dedicar tiempo completo para terminar sus estudios en los plazos establecidos en el plan de estudios.
- Contar con una formación sólida en ciencia e ingeniería de materiales.
- Poseer habilidades para la comprensión de textos en lengua inglesa.

#### 3.2.2. Intermedios

El alumno demostrará que cuenta con las habilidades científicas para la investigación original; así como manejo de la línea de investigación, así como teórico-conceptual y práctico del estado del arte en la que se desarrolla el protocolo, al obtener su examen de candidatura.

#### 3.2.3. De egreso

El egresado del doctorado tendrá:

- Un conocimiento actualizado y profundo sobre su campo de conocimiento y las investigaciones científicas de éste.
- La capacidad para realizar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, en el campo de la ciencia e ingeniería de los materiales, que le lleven a la aportación de conocimientos originales, el desarrollo de técnicas y estrategias para llegar a las soluciones idóneas de los problemas planteados.
- La facultad de formar grupos de investigación y recursos humanos de la más alta calidad.
- Además, podrá mostrar las aptitudes y habilidades para incorporarse a otros campos del conocimiento.

#### 3.2.4. De graduado

Al obtener el grado el alumno estará preparado para desarrollar profesionalmente trabajos de investigación científica tanto en centros universitarios, como en centros de investigación públicos o privados y estará capacitado para:

- Identificar y plantear problemas de investigación significativos en su campo de conocimiento y aportar soluciones idóneas.

- Realizar investigación original, así como tomar decisiones para elegir entre diferentes estrategias de solución.
- Demostrar un conocimiento integral de los tópicos relacionados con su campo de investigación.
- Mantenerse actualizado en los temas de su campo de conocimiento, así como para incorporar información proveniente de nuevos campos.
- Organizar proyectos de investigación en su campo de dominio realizando investigación original y de frontera.
- Participar en la formación de recursos humanos para la investigación.
- Comunicar e interpretar, tanto en forma oral como escrita, los resultados de la investigación científica.
- Impartir cursos de alto nivel en su campo de conocimiento y de temas especializados.

### 3.3. Duración de los estudios

El plan de estudios propuesto para el Doctorado en Ciencia e Ingeniería de Materiales:

- Se impartirá de manera escolarizada.
- Su duración es de hasta ocho semestres para alumnos de tiempo completo. Periodo en el cual el alumno deberá acreditar la totalidad de las actividades académicas contempladas en el plan de estudios y obtener el grado.

Los alumnos que entre el quinto y octavo semestre hayan cumplido con todos los requisitos de egreso podrán realizar los trámites para la obtención del grado.

### 3.4. Estructura y organización

#### 3.4.1. Descripción general de la estructura y organización académica

El plan de estudios del doctorado está organizado en los cinco campos de conocimiento, a saber: Materiales Cerámicos, Materiales Complejos, Materiales Electrónicos, Materiales Metálicos y Materiales Poliméricos.

Durante sus estudios de doctorado, el alumno deberá desarrollar junto con su tutor o tutores principales un plan de trabajo, el cual abarcará el número de actividades académicas que se establezcan semestralmente. Dicho plan deberá contar con el aval del comité tutor y considerará las actividades señaladas en las etapas que abarca el doctorado.

Las actividades académicas del doctorado se pueden dividir en dos etapas.

En la primera, el alumno se centra en el inicio de su investigación científica profundizando en su tema de tesis doctoral, previamente bosquejado en su anteproyecto durante el proceso de admisión. De tal forma que en esta primera etapa el alumno elaborará su protocolo de investigación para tesis doctoral y culminando con la presentación de su examen para la candidatura al grado de doctor. Dado que los alumnos que ingresaron al doctorado por medio del Protocolo de Investigación y Promedio (modalidad de graduación de Maestría) ya elaboraron y presentaron su protocolo de investigación, les será validado el examen de candidatura al grado de doctor e iniciarán sus actividades a partir de la segunda etapa descrita a continuación.

En la segunda etapa, el alumno continuará con el desarrollo de su investigación, de la que deberá derivar, al menos un artículo de investigación a publicar en una revista especializada de su campo de conocimiento y su tesis doctoral, para la presentación de su examen de grado.

Cabe señalar, que durante su permanencia en el Programa el alumno deberá asistir a diversas actividades científico-académicas complementarias como seminarios, coloquios,

escuelas, congresos etc. Además, el alumno deberá realizar las actividades académicas que el comité tutor considere relevantes para su formación. Estas actividades se definirán semestralmente en su plan de trabajo y no tendrán valor en créditos.

### 3.4.2. Mecanismos de flexibilidad

- El estudiante tiene la posibilidad de diseñar junto con su tutor y comité tutor su plan individual de actividades académicas semestrales, que se consideren pertinentes para su formación.
- Como un mecanismo para ampliar o coadyuvar al desarrollo de las actividades de investigación del trabajo de tesis doctoral, se pueden realizar estancias de investigación tanto en laboratorios de investigación nacionales, como extranjeros. Estas estancias de investigación podrán estar enmarcadas dentro de convenios de movilidad estudiantil o dentro de los acuerdos que realice el tutor principal con sus colaboradores nacionales o extranjeros y deberán ser aprobadas por el Comité Académico, a propuesta del alumno, con el visto bueno de su tutor principal y comité tutor.
- Podrá cursar actividades académicas hasta el 50% de las requeridas, en otros planes de estudio de la UNAM y de otras universidades con las que la UNAM tenga convenio, además deberá de contar con la aprobación del Comité Académico.

#### 3.4.2.1 Movilidad estudiantil

Considerando lo señalado en los dos últimos puntos en mecanismos de flexibilidad, el plan de estudios abre la posibilidad a la movilidad estudiantil. Es así que el alumno, siguiendo el procedimiento para ello, podrá realizar una estancia en otra institución, cursar y acreditar actividades académicas en otros planes de posgrado de la UNAM; o bien en otras instituciones de educación superior nacionales o extranjeras, con las que la UNAM mantenga convenios para tal efecto y de acuerdo con lo estipulado en la Legislación Universitaria vigente.

## 3.5. Requisitos

### 3.5.1. Requisitos de ingreso

Los aspirantes que pretenden ingresar al plan de estudios deberán obtener una carta de aceptación académica por parte del Comité Académico del Programa. Para ello deberán cumplir, presentar y entregar los requisitos estipulados a continuación, los criterios académicos señalados en las Normas Operativas del Programa y lo previsto en la convocatoria correspondiente:

1. Grado de una maestría afín a la ciencia e ingeniería de materiales a juicio del Comité Académico.  
Aspirantes egresados de la UNAM, podrán ingresar a los estudios con el acta de grado con resultado aprobatorio.  
Aspirantes provenientes de otras instituciones de educación superior, podrán ingresar con la constancia que acredite que el grado se encuentra en trámite.
2. Certificado de estudios de maestría con promedio igual o superior a 8.0 (ocho punto cero). En caso de que éste no lo especifique, además se deberá entregar constancia oficial de promedio emitida por la institución de procedencia.

3. Constancia que certifique conocimiento del idioma inglés, en el nivel de comprensión de textos o equivalente o superior al nivel B1 del Marco Común Europeo de Referencia para las lenguas, o TOEFL PBT con un mínimo de 460 puntos, expedida por la Escuela Nacional de Lenguas, Lingüística y Traducción (ENALLT), otros centros de idiomas de la UNAM u organismos y certificaciones internacionales con los que la UNAM tenga convenios de colaboración académica para dicho fin.
4. Documentos de carácter administrativo, de acuerdo con lo señalado en la convocatoria correspondiente.
5. Requerimientos académicos establecidos en las normas operativas del Programa.
6. Someterse a los mecanismos de evaluación (anteproyecto de investigación, exámenes, entrevista, entre otros que considere pertinentes el Comité Académico) previstos en la convocatoria de conformidad con lo establecido en las normas operativas.
7. No haber sido dado de baja en algún programa de posgrado por faltas de integridad académica.
8. Carta de aceptación académica otorgada por el Comité Académico del Programa.

Adicionalmente para aspirantes que hayan realizado estudios en el extranjero:

9. Constancia de equivalencia de promedio mínimo establecido en los estudios de maestría, expedida por la Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios de la UNAM.
10. En caso de que los documentos estén en un idioma diferente al español, deberán estar traducidos por un perito oficial mexicano.
11. Documentos apostillados o legalizados, según corresponda de acuerdo con lo previsto en la convocatoria.

Además para aspirantes no hispanohablantes:

12. Constancia que certifique conocimiento de español equivalente o superior al nivel C1 del Marco Común Europeo de Referencia para las lenguas, expedida por el Centro de Enseñanza para Extranjeros (CEPE) de la UNAM, u otros organismos con los que la UNAM tenga convenios de colaboración académica para dicho fin.

Los aspirantes aceptados deberán formalizar su inscripción como alumnos del plan de estudios, siguiendo el procedimiento señalado en la convocatoria correspondiente.



### 3.5.2. Requisitos de permanencia

La permanencia de los alumnos en el plan de estudios estará sujeta a lo dispuesto en los artículos 10, 11, 13, 14, 15, 28, 30 y 45 del Reglamento General de Estudios de Posgrado, que a la letra dicen:

Artículo 10.- Se entenderá que renuncian a su inscripción o reinscripción las personas que no hayan completado los trámites correspondientes en las fechas establecidas para tal efecto.

Artículo 11.- Se cancelará la inscripción o reinscripción cuando se compruebe la falsedad total o parcial de un documento o en los supuestos previstos en la Legislación Universitaria, en cuyo caso quedarán sin efectos todos los actos derivados de las mismas.

Artículo 13.- El alumnado podrá permanecer inscrito en los plazos establecidos en el presente Reglamento. Si no concluye las actividades académicas obligatorias y optativas establecidas en el plan de estudios, el comité académico o el cuerpo colegiado encargado de la conducción del programa de especialización decidirá si procede su baja.

El comité académico o el cuerpo colegiado encargado de la conducción del programa de especialización, previa solicitud formulada por la o el alumno, podrá otorgar un plazo adicional de hasta dos semestres consecutivos inmediatos posteriores al plazo establecido en el plan de estudios correspondiente, para concluir los créditos y obtener el grado. En ningún caso este plazo excederá el 50% de la duración del plan de estudios.

[...]

Artículo 14.- El alumnado no podrá ser inscrito más de dos veces en una asignatura o actividad académica.

Si se inscribe dos veces en una misma actividad académica sin acreditarla, causará baja del plan de estudios en que se encuentre inscrito.

Quien se vea afectado por esta disposición podrá solicitar al comité académico o al cuerpo colegiado encargado de la conducción del programa de especialización, la reconsideración de su baja, en los términos y plazos que señalen los Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado.

Artículo 15.- El comité académico de los programas de maestría y doctorado, determinará las condiciones bajo las cuales una alumna o alumno continuará en el plan de estudios cuando reciba una evaluación semestral desfavorable de su tutor, tutores principales o de su comité tutor. Si la o el alumno obtiene una segunda evaluación semestral desfavorable, causará baja en el plan de estudios.

Quien se vea afectado por esta disposición podrá solicitar al comité académico la reconsideración de la segunda evaluación negativa, en los términos y plazos que señalen los Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado.

Artículo 28.- Cuando se modifique un plan de estudios, la o el alumno podrá solicitar por escrito continuar y concluir sus estudios en dicho plan, siempre que no rebase los tiempos establecidos en este Reglamento. El comité académico decidirá el número de créditos o actividades académicas que podrán ser reconocidos.

Artículo 30.- El alumnado del posgrado tiene derecho a:

- I. Solicitar durante las dos primeras semanas de cada ciclo escolar, la suspensión de sus estudios hasta por dos semestres, sin que se afecten los plazos previstos en este Reglamento. El comité académico o el cuerpo colegiado encargado de la conducción del programa de especialización, podrá autorizar dicha suspensión y ampliarla en casos excepcionales y plenamente justificados. Se atenderán particularmente razones de género;
- II. Solicitar su reincorporación en el plan de estudios cuando suspendan los estudios sin autorización. El comité académico o el cuerpo colegiado encargado de la conducción del programa de especialización, determinará la procedencia y los términos de la reincorporación. En este caso el tiempo total de inscripción no podrá exceder los límites establecidos en este Reglamento;
- III. Solicitar autorización para realizar los exámenes o evaluaciones finales cuando por causas debidamente justificadas no hayan cumplido con este requisito. El comité académico o el cuerpo colegiado encargado de la conducción del programa de especialización, estudiará el caso, y podrá establecer mecanismos alternos de evaluación;
- IV. Solicitar al comité académico o al cuerpo colegiado encargado de la conducción del programa de especialización, por causa justificada, cambio del tema de trabajo de grado, tutor, tutores principales o miembros de comité tutor, y
- V. Plantear por escrito a la persona titular de la coordinación, al comité académico o al cuerpo colegiado encargado de la conducción del programa de especialización, solicitudes de aclaración respecto a decisiones académicas que les afecten y recibir la respuesta por el mismo medio en un plazo máximo de treinta días hábiles.

Artículo 45.- Se considera que la o el alumno es candidato al grado de doctora o doctor cuando haya demostrado que cuenta con una sólida formación académica para la investigación y un alto nivel en el dominio de su disciplina. El procedimiento y el plazo para obtener la candidatura deberán quedar definidos en las normas operativas de cada programa de posgrado.

Los requisitos y características del examen de candidatura, no podrán ser iguales o superiores a los que se exigen para obtener el grado de doctora o doctor.

El jurado de examen de candidatura al grado de doctorado se integrará con cinco sinodales y se podrá realizar con la presencia de tres, quienes deberán cumplir los requisitos establecidos para ser tutor de doctorado.

Cuando la evaluación para la candidatura al grado resulte negativa, el comité académico podrá autorizar una segunda y última evaluación, la cual deberá realizarse en el transcurso de un año, contado a partir de la primera evaluación. En caso de una segunda evaluación negativa, la o el alumno será dado de baja del plan de estudios.

Adicionalmente, el alumno deberá:

- Entregar la documentación requerida para su reinscripción, en los plazos establecidos.
- Elaborar semestralmente con su tutor o tutores principales el plan de actividades a realizar en el periodo siguiente y entregarlo a la Coordinación del Programa con el visto bueno de su comité tutor.
- Presentar, por escrito, a su comité tutor un informe semestral de las actividades académicas realizadas.
- Para la inscripción al séptimo semestre, presentar la constancia que certifique dominio del idioma inglés, equivalente o superior al nivel B2 del Marco Común Europeo de Referencia para las lenguas, o TOEFL PBT con un mínimo de 500 puntos expedida por la Escuela Nacional de Lenguas, Lingüística y Traducción (ENALLT), otros centros de idiomas de la UNAM u organismos y certificaciones internacionales con los que la UNAM tenga convenios de colaboración académica para dicho fin.
- Presentar el grado de maestría, para su inscripción al tercer semestre, en caso de haber ingresado con acta de grado o constancia oficial de que el grado se encuentra en trámite.
- Mantener un comportamiento ético y no cometer faltas graves contra la integridad académica y disciplina universitaria a lo largo de su permanencia en el Programa.

### 3.5.3. De egreso

El alumno deberá haber acreditado el total de las actividades académicas contempladas en el plan de estudios en los plazos establecidos.

### 3.5.4. Para obtener la candidatura al grado de Doctor

Para obtener la candidatura al grado de doctor se requiere presentar por escrito un protocolo de investigación para tesis de doctorado, de conformidad con lo previsto en las normas operativas.

### 3.5.5. Para obtener el grado

Para obtener el grado, el alumno deberá cumplir los siguientes requisitos en función de la normatividad vigente:

- Cumplir con los requisitos de egreso.
- Haber obtenido la candidatura al grado de doctor en los tiempos establecidos.
- Haber publicado, o tener la carta de aceptación para su publicación de, cuando menos un artículo de investigación, en el que el alumno es primer autor, en una revista especializada, de prestigio y circulación internacional y que cuente con arbitraje dentro del catálogo JCR.
- Haber elaborado una tesis doctoral en una investigación original, que cuente todos los votos de los miembros de su jurado, de los cuales al menos cuatro deberán ser favorables.

- Presentar y aprobar el Examen de Grado, que consistirá en la defensa oral de la tesis doctoral ante un jurado.
- Entregar los documentos obligatorios de carácter académico-administrativo y realizar los trámites respectivos de acuerdo con lo señalado por la institución.
- Constancia de acreditación de las actividades científico-académicas complementarias emitida por la Coordinación del Programa.

El alumno que no obtenga el grado en los tiempos previstos en el plan de estudios podrá solicitar la autorización del Comité Académico para obtenerlo, siguiendo lo establecido en las Normas Operativas del Programa.

### 3.6. Certificado complementario

El alumno podrá solicitar la emisión de un certificado complementario al grado de doctor, de acuerdo a lo previsto en las normas operativas.

## 4. IMPLANTACIÓN DEL PROGRAMA Y DE SUS PLANES DE ESTUDIO

### 4.1 Criterios para la implantación

El Programa propuesto entrará en vigor a partir del semestre lectivo inmediato posterior a la aprobación del Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías. Cabe señalar que, para dichos efectos, se cuenta con lo necesario respecto a la infraestructura, espacio físico y recursos materiales para su implementación.

Las entidades participantes del Programa asumen los compromisos académicos y administrativos necesarios para el desarrollo del Programa.

Para la conducción académica del Programa se cuenta con el Comité Académico, el cual está integrado por el Coordinador del Programa, directores y representantes de tutores de las entidades académicas participantes, de tutores por campo de conocimiento y dos representantes de estudiantes.

Para llevar a cabo la implementación del plan de estudios propuesto, el Comité Académico impulsará el desarrollo de las siguientes actividades:

- a. Elaborará y aprobará, considerando lo señalado en los planes de estudios y normas operativas, la **convocatoria para el ingreso**.
- b. Establecerá un plazo no mayor de tres meses para la **elaboración del programa general de implementación** y los subprogramas correspondientes a cada uno de los planes de estudio.
- c. **Pláticas informativas a los profesores, tutores y personal académico-administrativo** del Programa, en específico para dar a conocer los elementos fundamentales de los planes de estudio, de las normas operativas y de las funciones y responsabilidades que asume cada figura involucrada en el Programa.
- d. **Jornadas de bienvenida** a los estudiantes de nuevo ingreso.
- e. Elaboración de un **manual de operación para las modalidades de obtención del grado**.
- f. Realización y difusión de **programas que fomenten la graduación** de los estudiantes.
- g. **Difusión de las modalidades de graduación** y sus características.
- h. Se organizarán **actividades académicas extracurriculares** como conferencias, coloquios, cursos adicionales y jornadas de trabajo con el fin de apoyar la formación de los estudiantes y proporcionarles una vida académica sólida.
- i. Impulsar **convenios de colaboración** con la finalidad de fomentar las relaciones interinstitucionales, además de propiciar la recepción de estudiantes extranjeros y de los estados del país.
- j. Se **promoverá que los estudiantes cursen actividades académicas en otros programas de posgrado**.  
Los procesos de **movilidad estudiantil y académica** se evaluarán constantemente, en conjunto con las instituciones de educación superior con las cuales se establezcan convenios para dichos efectos, con el fin de verificar su pertinencia y realizar adecuaciones.
- k. **Programas de actualización y fortalecimiento de la planta académica**. Se promoverá que los académicos que participen en el Programa se inscriban en los programas existentes en la Universidad, particularmente en actividades que promuevan la actualización en el uso de tecnologías y la comunicación, así como para la práctica docente que desarrolle el pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.
- l. **Vida colegiada**. Se impulsará que los académicos, académicos-administrativos y estudiantes transmitan sus experiencias mediante espacios académicos, como por ejemplo coloquios,

simposios y reuniones, donde intercambien conocimientos con otros profesionales tanto nacionales como extranjeros, que imparten docencia y realicen investigación en otras universidades o instituciones educativas.

- m. Se impulsará que las **herramientas tecnológicas** estén **actualizadas y acordes** a las necesidades del Programa.
- n. Finiquitar la elaboración y acuerdos de las **Bases de colaboración**, así como la firma de éstas.
- o. **Impulsará el cumplimiento de plan de estudios, normas operativas y Legislación Universitaria, así como promover un ambiente de respeto y ética.**
- p. Determinará y desarrollará todos los procedimientos de implementación no considerados en este apartado.

#### 4.1.1 Tabla de equivalencias entre el plan de estudios vigente y el plan de estudios propuesto

TABLA DE EQUIVALENCIAS DE LA MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES							
PLAN DE ESTUDIOS VIGENTE (2009)				PLAN DE ESTUDIOS PROPUESTO (2018)			
Semestre	Créditos	Clave	Actividad académica	Actividad académica	Clave	Créditos	Semestre
1	8	63400	Fundamentos de Matemáticas para Materiales	Fundamentos de Matemáticas para Materiales		8	1
1	8	63401	Introducción a la Mecánica Cuántica	Introducción a la Mecánica Cuántica		8	1
1	8	63402	Introducción a la Química de los Materiales	Introducción a la Química de Materiales		8	1
1 o 2	12	63403	Estructura de los Materiales	Estructura de los Materiales		12	1 o 2
1 o 2	12	63406	Estructura Electrónica de Materiales	Estructura Electrónica de Materiales		12	1 o 2
1 o 2	12	63409	Matemáticas Aplicadas a Materiales	Matemáticas Aplicadas a Materiales		12	1 o 2
1 o 2	12	63405	Mecánica de Medios Continuos	Mecánica de Medios Continuos		12	1 o 2
1 o 2	12	63407	Propiedades Mecánicas de Materiales	Propiedades Mecánicas de Materiales		12	1 o 2
1 o 2	12	63404	Química de los Materiales	Química de los Materiales		12	1 o 2
1 o 2	12	63408	Termodinámica de los Materiales	Termodinámica de los Materiales		12	1 o 2
-	-	-	Sin equivalencia	Biomateriales		12	1 o 2
-	-	-	Sin equivalencia	Fisicoquímica de superficies		12	1 o 2
-	-	-	Sin equivalencia	Simulación molecular. Teoría y aplicaciones		12	1 o 2
2	4	63458	Proyecto de Investigación	Proyecto de Investigación		4	2
3	8	63459	Estancia de Investigación	Estancia de Investigación		8	3
4	8	63460	Seminario de Investigación	Seminario de Investigación		8	4
1 o 2	8	63411	Cristalografía	Cristalografía		8	1 o 2
1 o 2	8	63412	Difracción	Difracción		8	1 o 2
1 o 2	8	63413	Métodos de Preparación de Materiales Cerámicos	Métodos de Preparación de Materiales Cerámicos		8	1 o 2
1 o 2	8	63414	Técnicas Espectroscópicas y Térmicas	Técnicas Espectroscópicas y Térmicas		8	1 o 2
1 o 2	8	63416	Mecánica de Fluidos y Transferencia de Calor	Mecánica de Fluidos y Transferencia de Calor		8	1 o 2
1 o 2	8	63417	Mecánica de Sólidos	Mecánica de Sólidos		8	1 o 2

**TABLA DE EQUIVALENCIAS DE LA MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES**

PLAN DE ESTUDIOS VIGENTE (2009)				PLAN DE ESTUDIOS PROPUESTO (2018)			
Semestre	Créditos	Clave	Actividad académica	Actividad académica	Clave	Créditos	Semestre
1 o 2	8	63418	Reología	Reología		8	1 o 2
1 o 2	8	63415	Termodinámica Estadística de los Materiales	Termodinámica Estadística de los Materiales		8	1 o 2
1 o 2	8	63421	Dispositivos Electrónicos	Dispositivos Electrónicos		8	1 o 2
1 o 2	8	63423	Fundamentos de Magnetismo	Fundamentos de Magnetismo		8	1 o 2
1 o 2	8	63425	Materiales Desordenados	Materiales Desordenados		8	1 o 2
1 o 2	8	63419	Nanotecnología y Nanomateriales Electrónicos	Nanotecnología y Nanomateriales		8	1 o 2
1 o 2	8	63426	Óptica de Semiconductores	Óptica de Semiconductores		8	1 o 2
1 o 2	8	63420	Propiedades Electrónicas de Materiales	Propiedades Electrónicas de Materiales		8	1 o 2
1 o 2	8	63427	Propiedades Magnéticas de Materiales	Propiedades Magnéticas de Materiales		8	1 o 2
1 o 2	8	63428	Semiconductores	Semiconductores		8	1 o 2
1 o 2	8	63424	Superconductividad	Superconductividad		8	1 o 2
1 o 2	8	63429	Fundamentos de Metalurgia Física	Fundamentos de Metalurgia Física		8	1 o 2
1 o 2	8	63430	Fundamentos de Solidificación	Fundamentos de Solidificación		8	1 o 2
1 o 2	8	63431	Materiales Compuestos	Materiales Compuestos		8	1 o 2
1 o 2	8	63432	Procesos Cinéticos en Metalurgia Física	Procesos Cinéticos en Metalurgia Física		8	1 o 2
1 o 2	8	63433	Solidificación	Solidificación		8	1 o 2
1 o 2	8	63434	Superplasticidad	Superplasticidad		8	1 o 2
1 o 2	8	63436	Física de Polímeros	Física de Polímeros		8	1 o 2
1 o 2	8	63437	Fisicoquímica y Caracterización de Polímeros	Fisicoquímica y Caracterización de Polímeros		8	1 o 2
1 o 2	8	63438	Procesamiento de Materiales Poliméricos	Procesamiento de Materiales Poliméricos		8	1 o 2
1 o 2	8	63439	Síntesis de Polímeros	Síntesis de Polímeros		8	1 o 2
1 o 2	8	63410	Algoritmos y Métodos Computacionales	Algoritmos y Métodos Computacionales		8	1 o 2
1 o 2	8	63440	Matemáticas Aplicadas a Materiales II	Matemáticas Aplicadas a Materiales II		8	1 o 2
1 o 2	8	63441	Modelado Numérico I	Modelado Numérico I		8	1 o 2
1 o 2	8	63442	Modelado Numérico II	Modelado Numérico II		8	1 o 2
1 o 2	8	63443	Teoría de Grupos	Teoría de Grupos		8	1 o 2
1 o 2	8	63444	Temas Selectos de Materiales Cerámicos	Temas Selectos de Materiales Cerámicos		8	1 o 2
1 o 2	8	63445	Temas Selectos de Materiales Complejos	Temas Selectos de Materiales Complejos		8	1 o 2
1 o 2	8	63448	Temas Selectos de Materiales Electrónicos	Temas Selectos de Materiales Electrónicos		8	1 o 2
-	-	-	Sin equivalencia	Temas Selectos de Materiales Metálicos			
-	-	-	Sin equivalencia	Temas Selectos de Materiales Poliméricos			
1 o 2	8	63446	Temas Selectos de Medios Continuos	Sin equivalencia		-	-
1 o 2	8	63447	Temas Selectos de Dispositivos Electrónicos	Sin equivalencia		-	-
1 o 2	8	63449	Temas Selectos de Materiales Magnéticos	Sin equivalencia		-	-

**TABLA DE EQUIVALENCIAS DE LA MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES**

PLAN DE ESTUDIOS VIGENTE (2009)				PLAN DE ESTUDIOS PROPUESTO (2018)			
Semestre	Créditos	Clave	Actividad académica	Actividad académica	Clave	Créditos	Semestre
1 o 2	8	63450	Temas Selectos de Procesos Ópticos en Materiales Electrónicos	Sin equivalencia		-	-
1 o 2	8	63451	Temas Selectos de Semiconductores	Sin equivalencia		-	-
1 o 2	8	63452	Temas Selectos de Sistemas Desordenados	Sin equivalencia		-	-
1 o 2	8	63453	Temas Selectos de Superconductividad	Sin equivalencia		-	-
1 o 2	8	63454	Temas Selectos de Caracterización de Materiales	Sin equivalencia		-	-
1 o 2	8	63455	Temas Selectos de Mecánica de Materiales	Sin equivalencia		-	-
1 o 2	8	63456	Temas Selectos de Metalurgia	Sin equivalencia		-	-
1 o 2	8	63457	Temas Selectos de Polímeros	Sin equivalencia		-	-
1 o 2	8	63422	Fenómenos de Superficies	Sin equivalencia			
1 o 2	8	63435	Reciclaje de Materiales Poliméricos y Compuestos	Sin equivalencia			

#### 4.2. Recursos humanos

La planta académica del Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, PCeIM, está conformada principalmente por el personal académico de las entidades académicas que lo constituyen.

El Programa actualmente cuenta con 167 tutores activos (ver anexo 4). Adicionalmente se tiene la participación de un cierto número de tutores que están adscritos a entidades académicas de la UNAM que no participan en el PCeIM.

Como se dijo anteriormente la ciencia e ingeniería de los materiales es una disciplina multidisciplinaria e interdisciplinaria; así, el personal académico del PCeIM está conformado por personal formado en el campos de la ciencia de los materiales, de física, de las áreas de las ingenierías y de química y que proceden primordialmente de las nueve entidades académicas participantes del PCeIM. De esta forma, se cuenta con el personal académico necesario y suficiente para cubrir con todas las áreas del conocimiento del Programa.

Las oficinas de la coordinación del Posgrado están ubicadas en la Unidad de Posgrado, con una oficina de apoyo en el Instituto de Investigaciones en Materiales, en Ciudad Universitaria. Esta Coordinación está conformada por el coordinador y personal de apoyo.

El Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales está conformado por nueve entidades académicas participantes; tres facultades, tres institutos y tres centros de investigación; se tiene que tres de estas entidades son foráneas. La política que ha tomado el Comité Académico para la aceptación de tutores en el posgrado es que todo aquel académico adscrito a una de las entidades académicas participantes y que cumpla con los requisitos señalados en las normas operativas del Programa sea aceptado como tutor del mismo; de otras entidades académicas de la UNAM o de otras instituciones son aceptados aquellos académico que tengan un curriculum vitae sobresaliente y que demuestre que tiene propósitos de cooperar en la vida académica del Programa; también son aceptados tutores para casos específicos, que son aquellos que son solicitados por alumnos para que sean sus directores de tesis o para pertenecer a un comité tutor.



El Comité Académico recibe durante el transcurso del año solicitudes de ingreso como tutores del posgrado. De la lista total de tutores del Programa, el Comité Académico, regularmente, hace una revisión de los tutores y los divide en dos grupos: tutores activos y tutores inactivos; tutores activos son aquellos que están participando en la vida académica del Programa y los inactivos los que no están participando en ese momento. También, en esta revisión se retiran a los tutores que se han dado de baja de la UNAM y a aquellos que no han tenido una participación activa en la vida académica del Programa.

### 4.3. Infraestructura y recursos materiales

La infraestructura y recursos materiales del PCEIM están basados en los de las entidades académicas participantes del Programa, tanto para la docencia como para la investigación. En estas entidades se cuentan con instalaciones adecuadas y suficientes para fines docentes como son los salones de clases, los laboratorios de enseñanza, salas de cómputo, salones para seminarios y salas de conferencias. Para realizar las tareas de investigación, los alumnos del Programa, a través de sus tutores, tienen acceso a los laboratorios y equipos de investigación de las entidades académicas participantes. Los recursos materiales que los alumnos requieren para sus investigaciones son, en su gran mayoría, proporcionados por sus tutores, a través de sus proyectos de investigación. Como ejemplo de equipos para la preparación de muestras podemos mencionar: los aceleradores de partículas, los hornos de alta temperatura y alta presión, los hornos de atmósfera controlada, los sistemas de crecimiento de cristales, los sistemas de crecimiento de películas delgadas; como ejemplos de equipos para la caracterización de materiales tenemos: equipos de espectroscopia por difracción de rayos X, microscopios electrónicos de transmisión, microscopios electrónicos de barrido, microscopios de fuerza atómica, espectroscopios ópticos, espectrómetros de resonancia magnética nuclear y otros muchos equipos de investigación de primer nivel. En términos de laboratorios, podemos mencionar los laboratorios de: pruebas mecánicas, de pruebas ópticas, de pruebas térmicas, de síntesis de polímeros, de síntesis de cerámicos, de películas delgadas. Para estudios de simulación y caracterización de materiales se cuenta con computadoras y programas de cómputo especializados para la investigación computacional. Los alumnos tienen acceso a las bibliotecas de todas las entidades participantes y cuentan con servicio de préstamo interbibliotecario a través de sus tutores. Cabe resaltar que la biblioteca del Instituto de Investigaciones en Materiales, que es una de las entidades académicas participantes del Programa, posiblemente, cuenta con la biblioteca más completa del país en su género.

## 5. EVALUACIÓN DEL PROGRAMA Y SUS PLANES DE ESTUDIO

Las normas operativas determinan que el Programa y sus planes de estudio deben ser objetos de una evaluación integral, al menos cada cinco años, realizada por el Comité Académico y organizada por el Coordinador del Programa.

A continuación se presentan los criterios a considerar por el Comité Académico en toda evaluación del desempeño del Programa y sus planes de estudio:

- Condiciones nacionales e internacionales que inciden en el Programa y sus planes de estudio.
- Análisis de la pertinencia del perfil de ingreso.
- Desarrollo de los campos de conocimiento y la emergencia de nuevos conocimientos relacionados.
- Evaluación de los fundamentos teóricos y orientación del Programa y de sus planes de estudio.
- Análisis de las características del perfil del graduado del Programa.
- Ubicación de los graduados en el mercado laboral.
- Congruencia de los componentes de los planes de estudio del Programa.
- Valoración de la programación y operación de las actividades académicas.
- Ponderación de las experiencias obtenidas durante la implantación del Programa y sus planes de estudio.
- Mecanismos y actividades que se instrumentarán para la actualización permanente de la planta académica, y acreditación de tutores.

## 6. NORMAS OPERATIVAS DEL PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

### Disposiciones generales

**Norma 1.** Las presentes normas tienen por objeto regular la operación del Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales.

**Norma 2.** El Comité Académico será el responsable de la aplicación de estas normas operativas, de conformidad con lo establecido en el Reglamento General de Estudios de Posgrado y en los Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado.

### De las entidades académicas

**Norma 3.** Son entidades académicas participantes del Programa las siguientes:

- a. Facultad de Ciencias
- b. Facultad de Ingeniería
- c. Facultad de Química
- d. Instituto de Energías Renovables
- e. Instituto de Física
- f. Instituto de Investigaciones en Materiales
- g. Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología
- h. Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada
- i. Centro de Nanociencias y Nanotecnología

**Norma 4.** De acuerdo con lo establecido en el Reglamento General de Estudios de Posgrado y en los Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado, las entidades académicas que deseen incorporarse en el Programa deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Compartir la filosofía del Programa en lo que se refiere a objetivos, estándares académicos y mecanismos de funcionamiento,
- b. Contar con un mínimo de 8 académicos de carrera acreditados como tutores de doctorado en el Programa,
- c. Desarrollar líneas de investigación y/o trabajo, afines al Programa,
- d. Contar con la infraestructura adecuada para la investigación, las actividades docentes y de tutoría, a juicio del Comité Académico, y ponerla a disposición para su uso por alumnos, tutores y profesores del Programa,
- e. Suscribir, a través de la firma del director, las bases de colaboración de las entidades académicas participantes en el Programa,
- f. Contar con líneas de investigación consolidadas dentro de los campos de conocimiento del programa, a juicio del Comité Académico,
- g. Aceptar y comprometerse con los objetivos y la normatividad del programa.

**Norma 5.** De acuerdo con lo establecido en los Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado, los consejos técnicos, internos o directores de dependencias y programas universitarios solicitarán al Comité Académico la incorporación de su entidad académica en este Programa. Asimismo, enviarán copia de dicha solicitud al Consejo de Estudios de Posgrado para

su conocimiento y seguimiento.

El Comité Académico deberá emitir un dictamen al respecto en un plazo no mayor a 20 días hábiles, contados a partir de la fecha de recepción de la solicitud. En caso de emitirse un dictamen favorable, el Comité Académico propondrá la incorporación de la entidad académica al Consejo de Estudios de Posgrado, quien turnará su opinión al Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías para su aprobación, en su caso.

Corresponderá al Consejo Académico de Área informar sobre el dictamen emitido al Consejo de Estudios de Posgrado y a la Dirección General de Administración Escolar.

Las instituciones externas a la UNAM, nacionales o extranjeras, podrán incorporarse a este Programa siempre y cuando existan convenios con la UNAM, y deberán seguir el procedimiento antes descrito.

**Norma 6.** De acuerdo con lo establecido en los Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado las entidades académicas, podrán ser desincorporadas de este Programa a solicitud de su consejo técnico, interno o de su director, en su caso. Los consejos técnicos, internos o directores de dependencias y programas universitarios solicitarán al Comité Académico la desincorporación de su entidad académica en este Programa. Asimismo, enviarán copia de dicha solicitud al Consejo de Estudios de Posgrado para su conocimiento y seguimiento.

El Comité Académico deberá emitir un dictamen al respecto en un plazo no mayor a 20 días hábiles, contados a partir de la fecha de recepción de la solicitud. En caso de emitirse un dictamen favorable, el Comité Académico propondrá la desincorporación de la entidad académica al Consejo de Estudios de Posgrado, quien turnará su opinión al Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías para su aprobación, en su caso.

Corresponderá al Consejo Académico de Área informar sobre el dictamen emitido al Consejo de Estudios de Posgrado y a la Dirección General de Administración Escolar.

### Del Comité Académico

**Norma 7.** El Comité Académico estará integrado por:

- a. Los directores de las entidades académicas participantes, señaladas en la norma 3, podrán ser representados por un académico que de preferencia sea tutor de posgrado o posea estudios de posgrado,
- b. El Coordinador del Programa,
- c. Un académico de carrera de cada entidad académica participante, acreditado como tutor, y electo por los tutores de la misma por medio de voto libre, secreto y directo en elección presencial o electrónica,
- d. Un académico de carrera acreditado como tutor de cada campo de conocimiento que comprende el Programa, electos por los tutores del mismo por medio de voto libre, secreto y directo en elección presencial o electrónica,
- e. Dos alumnos electos por los alumnos del Programa por medio de voto libre, secreto y directo en elección presencial o electrónica.

El Comité Académico cuenta con los siguientes subcomités:

- a. Subcomité de Actividades Académicas, Tutores y Alumnos.
- b. Subcomité de Admisión y Becas.
- c. Subcomité de Difusión, Estancias e Intercambio Académico.

Cada subcomité se integrará con representantes del Comité Académico y podrán ser rotados periódicamente a juicio del mismo.

### **Atribuciones y funciones de cada Subcomité:**

#### **De Actividades Académicas, Tutores y Alumnos**

- a. Apoyar al Coordinador del Programa en la organización de las actividades académicas que se imparten cada semestre,
- b. Promover la apertura de nuevas actividades académicas optativas en campos emergentes,
- c. Revisar los temarios de las actividades académicas cada dos años,
- d. Analizar las solicitudes de nuevos tutores,
- e. Revisar periódicamente la lista de tutores y proponer al Coordinador del Programa su actualización,
- f. Revisar las solicitudes de carácter académico de los alumnos y tutores,
- g. Revisar la propuesta del alumno y del comité tutor para la integración del jurado de los exámenes de candidatura y de grado, y turnar su opinión al Comité Académico para su resolución,
- h. Proponer al Comité Académico la integración de jurados para exámenes.
- i. Otras que designe el Comité Académico.

#### **De Admisión y Becas**

- a. Analizar las solicitudes de ingreso de los aspirantes al programa,
- b. Realizar las entrevistas a los aspirantes de maestría y doctorado,
- c. Asignar al aspirante en caso de ser admitido, la asignatura introductoria que tendría que cursar durante el primer semestre,
- d. Informar al Comité Académico los dictámenes de admisión correspondientes,
- e. Analizar las solicitudes de becas de los alumnos,
- f. Proponer el orden prioritario de las solicitudes de beca,
- g. Actualizar los mecanismos de admisión al programa, incluyendo los exámenes de admisión,
- h. Mantener y mejorar los proyectos y vínculos para asegurar el otorgamiento de becas para los alumnos,
- i. Otras que designe el Comité Académico.

#### **De Difusión, Estancias, e Intercambio académico**

- a. Proponer y revisar las propuestas de convenios de colaboración académica para la realización de las estancias de investigación de los alumnos en laboratorios de investigación tecnológica, industrial y aplicada, y para la realización de estancias sabáticas, estancias posdoctorales e intercambio de académicos,
- b. Mantener y mejorar los proyectos, convenios y colaboraciones para la asistencia de los alumnos a eventos científicos de calidad,
- c. Preparar las actividades y material de difusión del programa (trípticos, carteles, videos, presentaciones, páginas Web, etc.),
- d. Realizar la difusión del programa en todos los foros pertinentes e) Otras que designe el Comité Académico.

**Norma 8.** Los requisitos para ser representante de los académicos de maestría y doctorado en el Comité Académico son:

- a. Estar acreditado como tutor del Programa,
- b. Ser académico de carrera en la UNAM, o en otra institución con la cual la UNAM haya celebrado un convenio de colaboración para el desarrollo del Programa,
- c. No ocupar un puesto administrativo o académico-administrativo en la Universidad al momento de la elección, ni durante el desempeño del cargo de miembro del comité,
- d. No haber cometido faltas graves contra la disciplina universitaria, que hubiesen sido sancionadas.

De igual forma, los requisitos para ser representante de los alumnos de maestría y doctorado en el Comité Académico son:

- a. Estar inscrito en el Programa en el momento de la elección,
- b. Haber cubierto al menos un semestre lectivo, según lo establecido en el plan de estudios,
- c. Haber acreditado todas las actividades académicas en que se haya inscrito, y contar con promedio mínimo de ocho, en el caso de alumnos de maestría,
- d. Haber sido evaluado positivamente por el comité tutor en todos los semestres que haya cursado, en el caso de alumnos de doctorado,
- e. No haber cometido faltas graves contra la disciplina universitaria, que hubiesen sido sancionadas.

Los representantes de los académicos y de los alumnos durarán en su cargo dos años y podrán ser reelectos de manera consecutiva por un periodo adicional.

La convocatoria, supervisión y calificación de las elecciones se regirá por el artículo 41 del Reglamento General de Estudios de Posgrado, y los artículos 42, 43 y 44 de Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado.

**Norma 9.** El Comité Académico tendrá las siguientes atribuciones y responsabilidades, de acuerdo con lo establecido en:

- A. El Reglamento General de Estudios de Posgrado:
  - a. Proponer conjuntamente con otros comités académicos la constitución de una Orientación Interdisciplinaria de Posgrado al Consejo de Estudios de Posgrado para la evaluación de dicha orientación, y en su caso, la aprobación,
  - b. Solicitar la opinión del Consejo de Estudios de Posgrado y, en su caso, del Consejo Asesor de la Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia o de la Comisión Académica del Sistema de Universidad Abierta, respecto de las modificaciones al o los planes de estudio de educación abierta y a distancia, para ser turnados a los consejos académicos de área correspondientes,
  - c. Proponer al Consejo de Estudios de Posgrado la incorporación o desincorporación de una entidad académica, un programa universitario o dependencia de la UNAM en un programa de posgrado,
  - d. Organizar la evaluación integral del Programa, al menos cada cinco años, e informar de los resultados al Consejo de Estudios de Posgrado,
  - e. Aprobar la actualización de los contenidos temáticos de las actividades académicas,
  - f. Elaborar, modificar y aprobar las normas operativas del Programa, previa opinión del Consejo de Estudios de Posgrado, así como vigilar su cumplimiento,
  - g. Establecer las bases de colaboración entre las entidades académicas, la Coordinación de Estudios de Posgrado y el Programa,
  - h. Promover acciones de vinculación y cooperación académica con otras instituciones,
  - i. Informar al Consejo de Estudios de Posgrado la formalización de convenios de

- colaboración con otras instituciones,
- j. Promover solicitudes de apoyo para el Programa,
  - k. Establecer los subcomités que considere adecuados para el buen funcionamiento del Programa,
  - l. En casos excepcionales y debidamente fundamentados, aprobar, de acuerdo con lo que establezcan los Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado, la dispensa de grado a probables tutores, profesores o sinodales de examen de grado,
  - m. Las demás que se establecen en el Reglamento General de Estudios de Posgrado, la Legislación Universitaria y aquellas de carácter académico no previstas en estas normas.

#### B. Los Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado:

- a. Decidir sobre el ingreso, permanencia y prórroga de los alumnos en el Programa, así como los cambios de inscripción de maestría a doctorado, o viceversa, tomando en cuenta la opinión del tutor o tutores principales y del comité tutor.  
En este último caso, el Comité Académico dará valor en créditos a las actividades académicas cursadas en el doctorado y hará las equivalencias correspondientes tomando en cuenta la propuesta del comité tutor.
- b. Aprobar la asignación, para cada alumno, del tutor o tutores principales y en su caso, del comité tutor,
- c. Nombrar al jurado de los exámenes de grado y de candidatura tomando en cuenta la propuesta del alumno, del tutor o tutores principales y del comité tutor,
- d. Decidir sobre las solicitudes de cambio de tutor o tutores principales, comité tutor o jurado de examen de grado,
- e. Aprobar la incorporación y permanencia de tutores, solicitar al Coordinador del Programa la actualización periódica del padrón de tutores acreditados en el Programa y vigilar su publicación semestral, para información de los alumnos,
- f. Designar, a propuesta del Coordinador del Programa a los profesores y, en su caso, recomendar su contratación al consejo técnico respectivo,
- g. Dirimir las diferencias de naturaleza académica que surjan entre el personal académico, entre los alumnos o entre ambos, derivadas de la realización de las actividades académicas del Programa,
- h. Evaluar y otorgar, en casos de excepción, la dispensa de grado de especialista, maestro o doctor a probables tutores, profesores y sinodales de examen de grado,
- i. Actualizar y promover el uso de sistemas para el manejo de información académico-administrativa de los programas de posgrado,
- j. Las demás que se establezcan en los Lineamientos Generales para el funcionamiento del Posgrado o en estas normas.

#### Adicionalmente:

- a. Designar a los integrantes de cada subcomité permanente y, en su caso, de los subcomités especiales que considere pertinente establecer,
- b. Aprobar, a propuesta del Coordinador del Programa, la oferta semestral de los cursos, seminarios y demás actividades académicas,
- c. Definir y revisar periódicamente los campos de conocimiento,
- d. Revisar la propuesta de actualización al contenido de las actividades académicas básicas enviadas por el subcomité correspondiente,
- e. Revisar la propuesta de actualización al contenido de las actividades académicas de

- campos de conocimiento y optativas,
- f. Evaluar el desempeño de profesores y tutores del programa,
  - g. Aprobar los temas de tesis de doctorado y maestría, a propuesta del comité tutor,
  - h. Decidir sobre las solicitudes de cambio de tema de tesis de maestría y cambio de proyecto de tesis doctoral,
  - i. Decidir sobre las solicitudes para la realización de estudios o actividades complementarias dentro o fuera de la UNAM,
  - j. Revisar las evaluaciones semestrales de los alumnos enviadas por los comités tutores y con base en éstas, decidir sobre la permanencia de los alumnos en el programa,
  - k. Conocer, buscar, proponer y promover entidades o instituciones donde se puedan realizar las estancias de investigación,
  - l. Decidir sobre las instancias que puedan certificar el conocimiento del idioma inglés de los alumnos de maestría y de doctorado,
  - m. Decidir sobre las instancias que puedan certificar el dominio del español de los alumnos del posgrado cuya lengua materna no sea el español;
  - n. Aprobar que un alumno del posgrado, a solicitud razonada de éste y con el aval de su tutor principal, pueda cursar actividades académicas de otros programas de posgrado de la UNAM, cuando considere que éstas son adecuadas para la formación del alumno en su área de especialidad.

**Norma 10.** Los integrantes del Comité Académico tienen las siguientes atribuciones y responsabilidades:

- a. Asistir a las sesiones del Comité previa convocatoria expresa del Coordinador del Programa,
- b. Vigilar el cumplimiento de la normatividad establecida en el Programa, en el Reglamento General de Estudios de Posgrado y en los Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado,
- c. Estudiar y dictaminar las propuestas académicas y operativas que sean presentadas al Comité por el Coordinador del Programa, por un subcomité o por un integrante del Comité Académico,
- d. Participar, en su caso, en las sesiones de trabajo del subcomité del cual formen parte,
- e. Cumplir con las obligaciones inherentes a su representación como integrantes del Comité Académico y del subcomité en el que participen,
- f. En el caso de los representantes de los directores de las entidades académicas participantes, ser además un canal de comunicación con el propio director y los tutores de la entidad académica correspondiente, con el fin informar sobre los acuerdos y resoluciones tomadas en el Comité Académico del Programa.

#### De la permanencia de los representantes del Comité Académico

**Norma 11.** Los representantes de los académicos y de los alumnos en el Comité Académico podrán ser destituidos definitivamente como representantes en los siguientes casos:

- a. Por dejar de asistir, sin causa justificada o sin autorización previa del Comité, a más de tres sesiones consecutivas o al 50 por ciento de las que realicen en un año el pleno y los subcomités a los que se le asigne,
- b. Por el incumplimiento de las tareas encomendadas por el Comité,
- c. Cuando un representante incurra en alguno de estos supuestos, el Coordinador del Programa pondrá el asunto a consideración del Comité Académico, para que en su caso, éste integre una comisión especial, la cual notificará al afectado, concediéndole



un plazo de diez días hábiles posteriores a la notificación, para que si lo estima conveniente manifieste por escrito lo que a su derecho convenga. Al recibir la respuesta del representante o transcurrido el plazo previsto sin haberla recibido, la comisión especial examinará el caso y enviará al Comité Académico una propuesta de dictamen, para que éste decida ratificarlo o revocarlo,

- d. Para tomar decisiones en estos casos, se requerirá la aprobación de la mayoría de los miembros del Comité Académico presentes en la sesión en que se decida la destitución del representante,
- e. En el caso de destitución o renuncia de un representante, el Comité Académico tomará las medidas conducentes para que se siga el procedimiento para la elección de un sustituto, o a juicio del Comité Académico esperar hasta que se renueve la representación de alumnos y tutores

**Norma 12.** El Comité Académico tendrá la siguiente mecánica operativa:

- a. Efectuará sesiones ordinarias cada 30 días y extraordinarias cuando lo juzgue conveniente el Coordinador del Programa, de acuerdo con las incidencias o eventos de apoyo al Programa,
- b. El Coordinador del Programa convocará a las sesiones y hará llegar a los miembros del Comité Académico e invitados, el orden del día y el material que se considere pertinente, con al menos tres días hábiles de anticipación a la fecha de las sesiones ordinarias y un día hábil antes, en el caso de las extraordinarias,
- c. El Coordinador del Programa levantará el acta respectiva de cada una de las sesiones y será enviada a los miembros del Comité Académico para que realicen sus observaciones.
- d. El acta será presentada en la sesión posterior para su aprobación,
- e. Para cada sesión el Coordinador del Programa convocará por primera y segunda vez en un mismo citatorio, debiendo mediar un máximo de 15 minutos entre las horas fijadas para primera y segunda convocatorias. Para realizar la sesión en primera convocatoria se requerirá la mitad más uno de los miembros con voz y voto, en tanto que en segunda convocatoria la sesión se realizará con los miembros presentes,
- f. Las sesiones ordinarias y extraordinarias no deberán exceder de dos horas contadas a partir de que se inicie formalmente la reunión. Cuando no se termine de desahogar los asuntos del orden del día en el plazo anterior, el Coordinador del Programa pedirá al pleno su aprobación (por mayoría de votos de sus miembros presentes) para constituirse en sesión permanente o para posponer los asuntos faltantes para una sesión extraordinaria,
- g. Cuando el Comité Académico lo juzgue pertinente podrá invitar a las sesiones a los responsables de estudios de posgrado de las entidades académicas participantes en el Programa, así como a otros académicos o invitados especiales, quienes asistirán con voz pero sin voto,
- h. Los acuerdos del Comité Académico serán tomados por mayoría simple y las votaciones serán abiertas, a menos que el Coordinador del Programa o la mayoría de los miembros presentes del Comité pidan que sean secretas,
- i. Sólo tendrán derecho a votar los miembros titulares con voz y voto presentes. En ningún caso serán computados los votos de los miembros ausentes aún si los presentaran por escrito. En caso de empate, el Coordinador tendrá voto de calidad.

## Del Coordinador del Programa

**Norma 13.** De acuerdo con lo establecido en el Reglamento General de Estudios de Posgrado, el Coordinador del Programa será designado o removido por el Rector, a propuesta de los directores de las entidades académicas participantes, quienes auscultarán la opinión del Comité Académico y del cuerpo de tutores, durará en su cargo tres años y podrá ser designado sólo para un periodo adicional.

En ausencia del Coordinador del Programa por un periodo mayor de dos meses se procederá a designar uno nuevo, en los términos señalados anteriormente. El tutor del Comité Académico con mayor antigüedad en la UNAM asumirá interinamente las funciones de Coordinador del Programa en tanto se designa al nuevo.

**Norma 14.** Los requisitos para ser Coordinador del Programa, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento General de Estudios de Posgrado son:

- a. Poseer al menos el grado máximo que otorgue el Programa; en casos justificados este requisito podrá ser dispensado,
- b. Estar acreditado como tutor del Programa,
- c. Ser académico titular de tiempo completo de la UNAM,
- d. No haber cometido faltas graves contra la disciplina universitaria, que hubiesen sido sancionadas.

**Norma 15.** El Coordinador del Programa tendrá las siguientes atribuciones y responsabilidades, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento General de Estudios de Posgrado:

- a. Convocar y presidir las reuniones del Comité Académico; en su ausencia, las sesiones serán presididas por el tutor del Comité Académico de mayor antigüedad en la UNAM,
- b. Elaborar el plan anual de trabajo del Programa, desarrollarlo una vez aprobado por el Comité Académico y presentarle a éste un informe anual, el cual deberá ser difundido entre los académicos del Programa,
- c. Proponer semestralmente al Comité Académico los profesores del Programa,
- d. Coordinar las actividades académicas y organizar los cursos del Programa,
- e. Coordinar el proceso de evaluación integral del Programa,
- f. Representar al Comité Académico del Programa, en la formalización de los convenios y bases de colaboración, en los que pueden participar entidades académicas,
- g. Atender los asuntos no previstos en el Reglamento General de Estudios de Posgrado, que afecten el funcionamiento del Programa y, en su momento, someterlos a la consideración del Comité Académico,
- h. Vigilar el cumplimiento de la legislación aplicable, los acuerdos emanados de las autoridades universitarias, del Comité Académico, y de las disposiciones que norman la estructura y funciones de la UNAM,
- i. Otras que defina el Consejo de Estudios de Posgrado en los Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado o que estén contenidas en estas normas operativas.

Adicionalmente:

- a. Vigilar el cumplimiento de los objetivos, procedimientos y políticas académicas establecidas en el Programa,
- b. Administrar los recursos humanos, materiales y financieros del Programa,
- c. Presentar al Comité Académico propuestas de solución para cualquier situación académica no prevista en el Programa, en el Reglamento General de Estudios de Posgrado, en los Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado o la

Legislación Universitaria,

- d. Coordinar el funcionamiento de los subcomités permanentes establecidos, e informar al pleno del Comité Académico las consideraciones y propuestas que emanen de dichos subcomités,
- e. Impulsar en forma integral la promoción del programa dentro y fuera de la UNAM,
- f. Promover y coordinar las modalidades y estilo propio de vida académica del programa en sus diversas actividades (congresos, foros, seminarios, etc.),
- g. Coordinar las actividades de los profesores visitantes del programa de posgrado,
- h. Cualquier otra que derive de los acuerdos y resoluciones del Comité Académico o de las opiniones, disposiciones y recomendaciones del Consejo de Estudios de Posgrado.

### De los procedimientos y mecanismos de ingreso para maestría y doctorado

**Norma 16.** El Comité Académico emitirá la convocatoria a primer ingreso al Programa la cual será semestral, sin embargo podrá modificar la periodicidad de la misma.

**Norma 17.** De conformidad con lo establecido en el Reglamento General de Estudios de Posgrado y en los Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado, los aspirantes al plan de estudios de su interés deberán obtener una carta de aceptación académica por parte del Comité Académico del Programa. Para ello habrán cumplir, presentar y entregar lo siguiente, de acuerdo con lo estipulado en los planes de estudio y en la convocatoria correspondiente:

#### **Maestría en Ciencia e Ingeniería de Materiales**

- a) Solicitar su ingreso en los tiempos que señale la convocatoria.
- b) Entregar dentro del periodo que marque la convocatoria, los documentos requeridos, entre ellos:
  1. Título de licenciatura afín a la ciencia e ingeniería de materiales a juicio del Comité Académico.  
Aspirantes egresados de la UNAM, podrán ingresar a los estudios con el acta de examen profesional de licenciatura con resultado aprobatorio.  
Aspirantes provenientes de otras instituciones de educación superior, podrán ingresar con la constancia oficial que acredite que el título se encuentra en trámite.  
Aspirantes egresados de la UNAM y de escuelas incorporadas que deseen ingresar al Programa para obtener el título de la licenciatura mediante estudios de posgrado, deberán contar con el formato de autorización de esta opción, emitida por la entidad académica de procedencia o en su caso por la Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios (DGIRE), en la que se avale que el interesado cumple con los requisitos previstos para dicha opción. Estos aspirantes deberán cumplir la totalidad de los demás requisitos de ingreso y someterse al proceso de selección.
  2. Certificado de estudios de licenciatura con promedio igual o superior a (8.0) (ocho punto cero). En caso de que éste no lo especifique, además se deberá entregar constancia oficial de promedio emitida por la institución de procedencia.
  3. Constancia que certifique conocimiento del idioma inglés, en el nivel de comprensión de textos o equivalente o superior al nivel B1 del Marco Común Europeo de Referencia para las lenguas, expedida por la Escuela Nacional de Lenguas, Lingüística y Traducción (ENALLT), otros centros de idiomas de la UNAM u organismos y certificaciones internacionales con los que la UNAM tenga convenios de colaboración académica para dicho fin.
  4. Documentos obligatorios de carácter administrativo, entre ellos:

- ✓ Acta de nacimiento.
  - ✓ CURP.
  - ✓ Identificación oficial (INE, pasaporte o cédula profesional).
  - ✓ Comprobante de pago del trámite de registro y examen para aspirante.
5. Documentos obligatorios de carácter académico, según lo establecido en la convocatoria, entre ellos:
- ✓ Carta de exposición de motivos.
  - ✓ Carta compromiso de dedicación de tiempo completo a los estudios (dedicación exclusiva).
  - ✓ Curriculum vitae actualizado.

Adicionalmente para aspirantes que hayan realizado estudios en el extranjero:

6. Constancia de equivalencia de promedio mínimo establecido en los estudios de licenciatura, expedida por la Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios de la UNAM.
7. En caso de que los documentos estén en un idioma diferente al español, deberán estar traducidos por un perito oficial mexicano.
8. Documentos apostillados o legalizados, según corresponda de acuerdo con lo previsto en la convocatoria.

Además para aspirantes no hispanohablantes:

9. Constancia que certifique conocimiento de español equivalente o superior al nivel C1 del Marco Común Europeo de Referencia para las lenguas, expedida por el Centro de Enseñanza para Extranjeros (CEPE) de la UNAM u organismos con los que la UNAM tenga convenios de colaboración académica para dicho fin.

c) Someterse a los mecanismos de evaluación previstos en la convocatoria entre ellos:

- ✓ Presentar y aprobar un examen general de conocimientos.
- ✓ Presentar y obtener evaluación positiva en el examen de habilidades y aptitudes (MEPSI).
- ✓ Acudir y obtener dictamen favorable en la entrevista personalizada de acuerdo con el mecanismo que establezca el Comité Académico.

d) No haber sido dado de baja en algún programa de posgrado por faltas de integridad académica.

e) Recibir carta de aceptación académica otorgada por el Comité Académico del Programa.

f) Los aspirantes aceptados deberán formalizar su inscripción como alumnos del plan de estudios siguiendo el procedimiento señalado en el instructivo correspondiente

NOTA. Si el aspirante desea obtener la cédula de maestro, deberá contar con la cédula de los estudios de licenciatura presentada para el ingreso.

### **Doctorado en Ciencia e Ingeniería de Materiales**

a) Solicitar su ingreso en los tiempos que señale la convocatoria.

b) Entregar dentro del periodo que marque la convocatoria de ingreso y su instructivo, los documentos requeridos, entre ellos:

1. Grado de una maestría afín a la ciencia e ingeniería de materiales a juicio del Comité Académico.

Aspirantes egresados de la UNAM, podrán ingresar a los estudios con el acta de grado de maestría con resultado aprobatorio.

Aspirantes provenientes de otras instituciones de educación superior, podrán ingresar con la constancia oficial que acredite que el grado se encuentra en trámite.

2. Certificado de estudios de maestría con promedio igual o superior a 8.0 (ocho punto cero). En caso de que éste no lo especifique, además se deberá entregar constancia de promedio emitida por la institución de procedencia.
3. Constancia que certifique conocimiento del idioma inglés, en el nivel de comprensión de textos o equivalente o superior al nivel B1 del Marco Común Europeo de Referencia para las lenguas, o TOEFL PBT con un mínimo de 460 puntos, expedida por la Escuela Nacional de Lenguas, Lingüística y Traducción (ENALLT), otros centros de idiomas de la UNAM u organismos y certificaciones internacionales con los que la UNAM tenga convenios de colaboración académica para dicho fin.
4. Documentos obligatorios de carácter administrativo, entre ellos:
  - ✓ Acta de nacimiento.
  - ✓ CURP.
  - ✓ Identificación oficial (INE, pasaporte o cédula profesional).
  - ✓ Comprobante de pago del trámite de registro y examen para aspirante.
5. Documentos obligatorios de carácter académico, según lo establecido en la convocatoria, entre ellos:
  - ✓ Carta de exposición de motivos.
  - ✓ Carta compromiso de dedicación de tiempo completo a los estudios (dedicación exclusiva).
  - ✓ Curriculum vitae actualizado.
  - ✓ Un anteproyecto de investigación doctoral.

Adicionalmente para aspirantes que hayan realizado estudios en el extranjero:

6. Constancia de equivalencia de promedio mínimo de 8.0 (ocho) establecido en los estudios de maestría, expedida por la Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios de la UNAM.
7. En caso de que los documentos estén en un idioma diferente al español, deberán estar traducidos por un perito oficial mexicano.
8. Documentos apostillados o legalizados, según corresponda de acuerdo con lo previsto en la convocatoria.

Además para aspirantes no hispanohablantes:

9. Constancia que certifique conocimiento de español equivalente o superior al nivel C1 del Marco Común Europeo de Referencia para las lenguas, expedida por el Centro de Enseñanza para Extranjeros (CEPE) de la UNAM u organismos con los que la UNAM tenga convenios de colaboración académica para dicho fin.

c) Someterse a los mecanismos de evaluación previstos en la convocatoria entre ellos:

- ✓ Presentar y aprobar un anteproyecto de investigación doctoral.
- ✓ Presentar y aprobar un examen general de conocimientos.  
Los alumnos graduados de la Maestría en Ciencia e Ingeniería de Materiales, previa aprobación del Comité Académico quedarán eximidos del examen general de conocimientos, siempre y cuando hayan:
  - Obtenido el grado de a más tardar en el quinto semestre.
  - Obtenido un promedio mínimo de 9.0 en sus estudios de maestría.
  - No cuenten con ninguna actividad académica reprobada o NP en sus estudios de maestría
  - Soliciten su ingreso al doctorado durante los dos semestres siguientes a la conclusión de los créditos de maestría.
- ✓ Presentar y obtener evaluación positiva en el examen de habilidades y aptitudes (MEPSI).

- ✓ Acudir y obtener dictamen favorable en la entrevista personalizada de acuerdo con el mecanismo que establezca el Comité Académico.
- d) No haber sido dado de baja en algún programa de posgrado por faltas de integridad académica.
- e) Entregar carta de aceptación académica otorgada por el Comité Académico del Programa.
- f) Los aspirantes aceptados deberán formalizar su inscripción como alumnos del programa siguiendo el procedimiento señalado en la convocatoria correspondiente

NOTA. Si el aspirante desea obtener la cédula de doctor, deberá contar con la cédula de los estudios de maestría presentada para el ingreso.

**Norma 18.** La recopilación e integración de la información referente al proceso de admisión y su entrega al Comité Académico para la decisión final, será responsabilidad del Coordinador del Programa.

El Comité Académico, tomando en cuenta los resultados de la evaluación global del aspirante emitirá las cartas de aceptación académica.

### De los procedimientos y mecanismos para la permanencia y evaluación global de los alumnos de maestría y doctorado

**Norma 19.** De acuerdo con lo que establece el Reglamento General de Estudios de Posgrado y los Lineamientos para el Funcionamiento del Posgrado, las condiciones de permanencia en el Plan de Estudios que deben cumplir los alumnos son las siguientes:

#### **Maestría en Ciencia e Ingeniería de Materiales**

- a) Realizar su reinscripción de acuerdo con lo previsto en el calendario que para tal efecto se publique.
- b) Acreditar las actividades académicas de acuerdo con lo establecido en el plan de estudios.
- c) Si un alumno se inscribe dos veces en una misma actividad académica sin acreditarla, causará baja del plan de estudios. De ser el caso, el Comité Académico notificará al alumno su baja y enviará copia de la notificación al tutor.

El alumno afectado por esta disposición podrá, dentro de un plazo de cinco días hábiles contados a partir de la fecha de haberle sido notificada por escrito la resolución, solicitar la reconsideración de su baja ante el Comité Académico. El alumno deberá argumentar por escrito las razones que justifican su solicitud. El Comité Académico tomará en cuenta igualmente la opinión del tutor.

El Comité Académico, emitirá un dictamen justificado en un lapso no mayor a diez días hábiles, a partir de la solicitud del alumno el cual será inapelable. Si el dictamen resulta favorable, el alumno deberá cubrir, en su caso, las condiciones señaladas por el cuerpo colegiado. En caso de que un dictamen favorable sea emitido después del periodo de inscripción, el comité autorizará la inscripción extemporánea.

- d) El Comité Académico determinará las condiciones bajo las cuales un alumno puede continuar en la maestría cuando reciba una evaluación semestral desfavorable de su comité tutor. Si el alumno obtiene una segunda evaluación semestral desfavorable causará baja del plan de estudios.

El Comité Académico notificará al alumno su baja del plan de estudios y enviará copia de la notificación al tutor. El alumno que se vea afectado por esta disposición podrá, dentro de un plazo de cinco días hábiles, a partir de la fecha de haberle sido comunicada por escrito la resolución, solicitar la reconsideración de su baja ante el Comité Académico.

El alumno deberá argumentar por escrito las razones que justifican su solicitud. El Comité Académico tomará en cuenta las opiniones del comité tutor para emitir un dictamen justificado, en un lapso no mayor a 10 días hábiles, el cual será inapelable. Si el dictamen resulta favorable, el alumno deberá cubrir, en su caso, las condiciones señaladas por el cuerpo colegiado. En el caso de que un dictamen favorable sea emitido después del periodo de inscripción, el Comité Académico autorizará la inscripción extemporánea.

- e) El alumno que no presente el título de licenciatura, a más tardar al final del tercer semestre de la Maestría, no podrá inscribirse al cuarto semestre.
- f) El alumno podrá solicitar durante las dos primeras semanas de cada ciclo escolar, la suspensión de sus estudios hasta por dos semestres, sin que se afecten los plazos previstos en el plan de estudios. El Comité Académico, podrá autorizar dicha suspensión y ampliarla en casos excepcionales y plenamente justificados. Se atenderán particularmente razones de género.
- g) El alumno podrá solicitar su reincorporación en el plan de estudios cuando suspendan los estudios sin autorización. El Comité Académico, determinará la procedencia y los términos de la reincorporación. En este caso el tiempo total de inscripción no podrá exceder los límites establecidos en el plan de estudios.
- h) De conformidad con lo previsto en el plan de estudios, para concluir el 100% de créditos y el total de las actividades académicas, el alumno de tiempo completo contará con hasta cuatro semestres.

En caso de que el alumno no concluya los créditos y el total de actividades académicas en el periodo antes señalado, el Comité Académico decidirá si procede su baja. El alumno deberá solicitar por escrito al Comité Académico de manera inmediata al término del cuarto semestre, un plazo adicional de hasta dos semestres consecutivos para completarlos, de no hacerlo, causará baja del plan de estudios. La solicitud del plazo adicional deberá presentarse al Comité Académico, vía el Coordinador del Programa, con anterioridad al inicio del período de inscripciones.

Agotados los tiempos para concluir el total los créditos y actividades académicas, si el alumno no termina, el Comité Académico comunicará la baja del alumno a la Dirección General de Administración Escolar.

- i) El Comité Académico podrá autorizar la baja del plan de estudios, a petición expresa del alumno.

### **Doctorado en Ciencia e Ingeniería de Materiales**

- a) Realizar su reinscripción de acuerdo con lo previsto en el calendario que para tal efecto se publique.
- b) Acreditar las actividades académicas de acuerdo con lo establecido en el plan de estudios.
- c) Si un alumno se inscribe dos veces en una misma actividad académica sin acreditarla, causará baja del plan de estudios. De ser el caso, el Comité Académico notificará al alumno su baja.

El alumno afectado por esta disposición podrá, dentro de un plazo de cinco días hábiles contados a partir de la fecha de haberle sido notificada por escrito la resolución, solicitar la reconsideración de su baja ante el Comité Académico. El alumno deberá argumentar por escrito las razones que justifican su solicitud. El Comité Académico tomará en cuenta igualmente la opinión del comité tutor.

El Comité Académico, emitirá un dictamen justificado en un lapso no mayor a diez días hábiles, a partir de la solicitud del alumno el cual será inapelable. Si el dictamen resulta favorable, el alumno deberá cubrir, en su caso, las condiciones señaladas por el cuerpo

colegiado. En caso de que un dictamen favorable sea emitido después del periodo de inscripción, el comité autorizará la inscripción extemporánea.

- d) El Comité Académico determinará las condiciones bajo las cuales un alumno puede continuar en el doctorado cuando reciba una evaluación semestral desfavorable de su comité tutor. Si el alumno obtiene una segunda evaluación semestral desfavorable causará baja del plan de estudios.

El Comité Académico notificará al alumno su baja del plan de estudios y enviará copia de la notificación al comité tutor. El alumno que se vea afectado por esta disposición podrá, dentro de un plazo de cinco días hábiles, a partir de la fecha de haberle sido comunicada por escrito la resolución, solicitar la reconsideración de su baja ante el Comité Académico.

El alumno deberá argumentar por escrito las razones que justifican su solicitud. El Comité Académico tomará en cuenta las opiniones del comité tutor, para emitir un dictamen justificado, en un lapso no mayor a 10 días hábiles, el cual será inapelable. Si el dictamen resulta favorable, el alumno deberá cubrir, en su caso, las condiciones señaladas por el cuerpo colegiado. En el caso de que un dictamen favorable sea emitido después del periodo de inscripción, el Comité Académico autorizará la inscripción extemporánea.

- e) El alumno podrá solicitar durante las dos primeras semanas de cada ciclo escolar, la suspensión de sus estudios hasta por dos semestres, sin que se afecten los plazos previstos en el plan de estudios. El Comité Académico, podrá autorizar dicha suspensión y ampliarla en casos excepcionales y plenamente justificados. Se atenderán particularmente razones de género.
- f) El alumno podrá solicitar su reincorporación en el plan de estudios cuando suspendan los estudios sin autorización. El Comité Académico, determinará la procedencia y los términos de la reincorporación. En este caso el tiempo total de inscripción no podrá exceder los límites establecidos en el plan de estudios.
- g) De conformidad con lo previsto en el plan de estudios, para concluir el total de las actividades académicas, el alumno de tiempo completo contará con hasta ocho semestres. En caso de que el alumno no concluya el total de las actividades académicas en el periodo antes señalado, el Comité Académico decidirá si procede su baja. El alumno deberá solicitar por escrito al Comité Académico de manera inmediata al término del octavo semestre, un plazo adicional de hasta dos semestres consecutivos para completarlos, de no hacerlo, causará baja del plan de estudios. La solicitud del plazo adicional deberá presentarse al Comité Académico, vía el Coordinador del Programa, con anterioridad al inicio del período de inscripciones.  
Agotados los tiempos para concluir el total de actividades académicas, si el alumno no termina, el Comité Académico comunicará la baja del alumno a la Dirección General de Administración Escolar.
- h) El Comité Académico podrá autorizar la baja del plan de estudios, a petición expresa del alumno.
- i) Si el alumno obtiene una evaluación negativa en el examen de candidatura al grado de doctor, el Comité Académico podrá autorizar una segunda y última evaluación, la cual deberá realizarse de preferencia en el siguiente semestre o a más tardar en el transcurso de un año, contado a partir de la fecha de presentación de la primera evaluación. Si el alumno obtiene una segunda evaluación negativa será dado de baja del plan de estudios

**Norma 20.** De acuerdo con lo que establece el Reglamento General de Estudios de Posgrado y los Lineamientos Generales para el Funcionamiento de Posgrado, los procedimientos de evaluación para los alumnos deberán considerar lo siguiente:



- a) Para las actividades académicas que tienen asignados créditos en los planes de estudio, la calificación aprobatoria se expresará mediante los números 6 (seis), 7 (siete), 8 (ocho), 9 (nueve) y 10 (diez). La calificación mínima para acreditar estas actividades es 6 (seis). Cuando la o el alumno no demuestre poseer los conocimientos o aptitudes suficientes, la actividad no se considerará acreditada y se calificará con 5 (cinco).
- b) Para las actividades académicas que no tienen asignados créditos en los planes de estudios, la calificación aprobatoria se expresará mediante las letras AC, que significa acreditada. Cuando la o el alumno no demuestre poseer los conocimientos, avances o aptitudes suficientes, se calificará con NA, que significa no acreditada.
- c) En el caso de que la o el alumno no asista a la actividad académica a evaluar se anotará NP que significa no presentado.
- d) Cuando por causas de fuerza mayor debidamente justificadas, un alumno no pueda realizar los exámenes y evaluaciones finales, el Comité Académico, previa solicitud del alumno, estudiará el caso, y podrá establecer mecanismos alternos de evaluación.
- e) Plantear por escrito a la persona titular de la coordinación o al comité académico, solicitudes de aclaración respecto a decisiones académicas que les afecten y recibir la respuesta por el mismo medio en un plazo máximo de treinta días hábiles.

#### Del procedimiento para la obtención de la candidatura al grado de doctor

**Norma 21.** Aprobar el examen de candidatura al grado de doctor es un requisito previo indispensable para la obtención del grado de doctor, el cual se presentará a más tardar en el transcurso del tercer semestre:

Los objetivos del examen son analizar:

- a. La viabilidad y la relevancia del proyecto de tesis de doctorado,
- b. La formación académica y el conocimiento del alumno en su campo de estudio,
- c. Revisar los resultados preliminares obtenidos, con la finalidad de que el alumno y su comité tutor modifiquen, ajusten o continúen con la investigación planteada, así como el título de la tesis.

Para el examen el alumno deberá presentar por escrito un protocolo de investigación para tesis de doctorado, en el que deberán desarrollarse los siguientes rubros:

- a. Introducción, incluyendo el planteamiento del problema a resolver,
- b. Justificación sobre la originalidad del tema y su pertinencia en ciencia e ingeniería de materiales,
- c. Viabilidad del problema a resolver,
- d. Antecedentes amplios sobre el tema,
- e. Análisis de los antecedentes,
- f. Objetivo general y objetivos particulares,
- g. Metodología adecuada para la solución del problema a resolver,
- h. Infraestructura disponible para el desarrollo del trabajo de investigación,
- i. Resultados preliminares que demuestren la viabilidad del protocolo,
- j. Resultados esperados,

k. Referencias.

Los alumnos de doctorado que se graduaron de la Maestría en Ciencia e Ingeniería de Materiales por la modalidad Protocolo de Investigación y Promedio, deberán solicitar al Comité Académico, a más tardar durante el 2° semestre, la validación del acta de examen de grado, para acreditar el examen de candidatura al grado de doctor, siempre y cuando el tema de investigación que realicen en el doctorado sea el mismo que presentaron en el protocolo de investigación de maestría bajo la tutoría del mismo tutor; dicha solicitud será revisada por el Comité Académico, en caso de ser aprobada se extenderá un acta de examen de candidatura al grado de doctor, en caso contrario el alumno deberá presentar el examen de candidatura de acuerdo a lo establecido en la presente norma.

**Norma 22.** El jurado de examen de candidatura al grado de doctor estará integrado por cinco tutores, todos relacionados con el campo de investigación del proyecto de tesis del alumno. Para la integración del jurado se considerarán los siguientes aspectos:

- a. Se propiciará la participación de miembros de más de una entidad académica participante,
- b. El Comité Académico procurará que un sinodal sea externo a la UNAM,
- c. Los sinodales deberán estar acreditados como tutores de doctorado en el Programa, en otros programas de posgrado de la UNAM o de otras instituciones nacionales o extranjeras, con las cuales se tenga un convenio,
- d. Uno de los miembros del comité tutor del alumno, que no sea el tutor principal, formará parte del Jurado, y
- e. Para la realización del examen de candidatura se contará con la asistencia de al menos tres miembros del Jurado.

**Norma 23.** Para obtener la candidatura al grado de doctor se seguirá el siguiente procedimiento:

- a. El comité tutor determinará si el alumno está preparado para presentar el examen de candidatura al grado de doctor,
- b. El alumno presentará por escrito al Comité Académico, con el aval de su comité tutor, un proyecto de investigación para tesis de doctorado,
- c. El Comité Académico tomando en cuenta la propuesta del comité tutor y del alumno, integrará el jurado de candidatura y lo hará del conocimiento de los interesados,
- d. Los miembros del jurado recibirán la documentación necesaria cuando menos 10 días hábiles antes al examen, que será oral,
- e. El examen oral incluirá:
  - Una evaluación de su proyecto de tesis de doctorado en la que se buscará identificar si el aspirante tiene el perfil de un futuro doctor, con capacidad para proponer y desarrollar investigación científica relevante y original en el campo de la Ciencia e Ingeniería de Materiales.
  - Un interrogatorio general de conocimientos, en el cual el alumno mostrará conocimiento en el campo de conocimiento de su especialidad en la solución de problemas científicos concretos.

**Norma 24.** Al finalizar el examen de candidatura al grado los sinodales:

- a. Firmarán el acta señalando el resultado con una de las siguientes notas:

- Aprobado y candidato al grado de doctor, con dictamen justificado
  - No aprobado, adjuntando un dictamen justificado.
- b. En caso de no aprobar el examen el Comité Académico podrá conceder otro segundo y último examen, el cual será presentado, de preferencia en el siguiente semestre o a más tardar en el transcurso de un año contado a partir de la fecha de presentación de la primera evaluación. Para este segundo y último examen no se excluye la posibilidad de un cambio de tema de investigación y, en su caso, tutor principal o comité tutor,
  - c. El jurado una vez realizado el examen enviará el acta del mismo, junto con la evaluación fundamentada, al Comité Académico,
  - d. Si el alumno obtiene una segunda evaluación negativa será dado de baja del plan de estudios.

### Del procedimiento para la integración, designación y modificación de los jurados en los exámenes de grado de maestría y doctorado

**Norma 25.** El Comité Académico designará el jurado tomando en cuenta la propuesta del alumno y del comité tutor y la hará del conocimiento de los interesados.

Antes de designar jurado el Comité Académico verificará que el alumno haya cumplido todos los requisitos para la obtención del grado.

**Norma 26.** De conformidad con lo establecido en el Reglamento General de Estudios de Posgrado y en los Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado, los jurados para exámenes de grado se integrarán de acuerdo a lo siguiente:

#### **Para exámenes de maestría**

- a. Se propiciará la participación de sinodales de más de una entidad académica,
- b. Los sinodales deberán cumplir con los requisitos establecidos para ser tutor de maestría,
- c. El jurado de exámenes de cualquier modalidad de graduación que implique réplica oral se integrará con cinco sinodales,
- d. El tutor principal podrá participar como miembro del jurado en el examen de grado, a excepción de la modalidad de Examen General de Conocimientos.

#### **Para exámenes de doctorado**

- a. El jurado se integrará con cinco sinodales,
- b. Se propiciará la participación de sinodales de más de una entidad académica,
- c. Los sinodales deberán cumplir con los requisitos establecidos para ser tutor de doctorado,
- d. El tutor principal podrá participar como miembro del jurado en el examen de grado.

**Norma 27.** Los Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado establecen que el Comité Académico decidirá sobre las solicitudes de cambio en la integración del jurado de grado. Los alumnos con aval del comité tutor podrán solicitarlo argumentando las razones que lo justifiquen.

## Del procedimiento para la obtención del grado de maestro o doctor

**Norma 28.** Con base en la Legislación Universitaria vigente, para obtener el grado de maestro o doctor será necesario:

- Maestría. Haber cubierto el 100% de los créditos y el total de las actividades académicas del plan de estudios, cumplir con los demás requisitos previstos y aprobar alguna de las modalidades de graduación determinadas.
- Doctorado. Haber cubierto el total de las actividades académicas del plan de estudios, cumplir con los demás requisitos previstos y aprobar el examen de grado doctoral.

Al alumno que no haya obtenido el grado en los tiempos previstos en el plan de estudios, podrá solicitar al Comité Académico la autorización para obtenerlo, quien en casos excepcionales la otorgará. La solicitud deberá presentarse una vez que se tengan cubierto todos los requisitos académicos y documentales del plan de estudios, así como los señalados en los incisos a), b), c), d) y e).

El alumno para presentar el examen de grado, deberá:

- a) Tramitar la Validación documental (Revisión de estudios) ante la Dirección General de Administración Escolar, en ésta se deberá acreditar que cumple documental y académicamente con los requisitos de ingreso, permanencia y graduación de acuerdo con el plan de estudios respectivo, los reglamentos y la Legislación Universitaria.
- b) Contar con el aval de su comité tutor.
- c) Solicitar al Comité Académico asignación de jurado.
- d) Tener los votos de los miembros de jurado, de los cuales al menos cuatro deberán ser favorables.
- e) Entregar los documentos de carácter académico-administrativo.
- f) Gestionar la autorización administrativa para la obtención del grado.
- g) Solicitar fecha de examen, a través del formato establecido institucional para ello.
- h) Solicitar la autorización de examen de grado, en su caso.

**Norma 29.** Una vez que el documento realizado para obtener el grado de **maestría** (tesis, el reporte de investigación, artículo científico, el protocolo de investigación correspondiente a la modalidad de Protocolo de Investigación y Promedio o el resumen de la investigación realizada en sus estudios solicitado en la modalidad de Examen General de Conocimientos), haya sido avalado por el comité tutor, se procederá de acuerdo a lo siguiente:

### **Tesis:**

Presentar el resultado del trabajo profundo y sistemático de investigación sobre un tema específico del campo de conocimiento elegido por el alumno. Ofrece el planteamiento de un problema y, en su caso, la comprobación de una hipótesis. Incluye una redacción bien estructurada y crítica del estado del arte del campo de conocimiento correspondiente, basada en una exploración exhaustiva de la bibliografía. Establece con claridad los objetivos y la metodología utilizada. Describe los resultados de la investigación, una discusión de los mismos y describe las conclusiones del trabajo.

El procedimiento para la obtención del grado será:

- a. La tesis debe ser entregada a los miembros del jurado,
- b. Los sinodales deberán emitir su voto fundamentado por escrito en un plazo máximo de treinta días hábiles, contados a partir del momento en que oficialmente reciban la tesis,

- el cual será comunicado al Comité Académico,
- c. Si alguno de los sinodales no emite su voto en este periodo, el Comité Académico podrá sustituirlo, reiniciando el periodo de treinta días hábiles con el nuevo sinodal designado,
  - d. Será requisito para presentar el examen de grado entregar los cinco votos emitidos, de los cuales al menos cuatro deben ser favorables,
  - e. En el examen de grado deberán participar al menos tres sinodales,
  - f. En el examen de grado el alumno debe demostrar que usó tanto los conocimientos adquiridos para resolver el problema que se propuso así como la metodología que planteó en el proyecto de tesis,

### **Reporte de Investigación:**

Modalidad diseñada para el alumno que ha resuelto un problema en el sector productivo u otra instancia en la que haya realizado su estancia de investigación. El reporte de investigación será un documento completo, aprobado previamente por el comité tutor y avalado por el representante designado por la institución correspondiente.

El documento deberá presentar:

- Un nivel académico especializado y superior al de licenciatura,
- No necesariamente, contará con material original que sea publicable en una revista especializada, o que la investigación realizada tenga una contribución original al conocimiento.
- Hacer énfasis en el manejo de la metodología y los resultados obtenidos.
- Incluir una discusión sobre el conocimiento actual en el tema.

El procedimiento para la obtención del grado será:

- a. El alumno deberá presentar un documento completo aprobado previamente por el comité tutor y avalado por el representante que designó la empresa institución u otras instancias durante la estancia de investigación del alumno,
- b. El reporte debe ser entregado a los cinco miembros del jurado,
- c. Los sinodales deberán emitir su voto fundamentado por escrito en un plazo máximo de treinta días hábiles, contados a partir del momento en que oficialmente reciban el reporte, el cual será comunicado al Comité Académico,
- d. Si alguno de los sinodales no emite su voto en este periodo, el Comité Académico podrá sustituirlo, reiniciando el periodo de treinta días hábiles con el nuevo sinodal designado,
- e. Será requisito para presentar el examen de grado entregar los cinco votos emitidos, de los cuales al menos cuatro deben ser favorables,
- f. En el examen de grado deberán participar al menos tres sinodales,
- g. En el examen de grado el alumno debe demostrar que usó tanto los conocimientos adquiridos para resolver el problema que se propuso así como la metodología que planteó en el reporte.

### **Artículo científico:**

Esta opción está diseñada para el alumno que desea involucrarse en la investigación desde sus estudios de maestría mediante la realización de un proyecto completo y de vanguardia que termine mediante la publicación de un artículo científico internacional en una revista indexada. El reporte a entregar estará compuesto por un capítulo de máximo 10 cuartillas, en donde el alumno indique los elementos fundamentales del proyecto, además de incluir el artículo científico.

El alumno deberá ser primer autor del artículo aceptado o publicado en una revista arbitrada de circulación internacional indexada e incluida en el catálogo JCR.

El procedimiento para la obtención del grado será:

- a. El alumno deberá presentar el reporte completo aprobado previamente por el comité tutor,
- b. El reporte debe ser entregado a los miembros del jurado;
- c. Los sinodales deberán emitir su voto fundamentado por escrito en un plazo máximo de treinta días hábiles, contados a partir del momento en que oficialmente reciban el reporte, el cual será comunicado al Comité Académico,
- d. Si alguno de los sinodales no emite su voto en este periodo, el Comité Académico podrá sustituirlo, reiniciando el periodo de treinta días hábiles con el nuevo sinodal designado,
- e. Será requisito para presentar el examen de grado entregar los cinco votos emitidos, de los cuales al menos cuatro deben ser favorables,
- f. En el examen de grado deberán participar al menos tres sinodales,
- g. En el examen de grado el alumno debe demostrar que tiene pleno dominio del proyecto presentado en el artículo.

#### **Protocolo de Investigación y Promedio:**

Presenta una propuesta del desarrollo de una investigación original a nivel doctoral sobre un tema específico del campo de conocimiento elegido por el alumno. Ofrece el planteamiento de un problema y, en su caso, la comprobación de una hipótesis. Incluye la presentación de resultados preliminares los cuales sustenten la viabilidad del proyecto. Establece con claridad los objetivos y la metodología a utilizar.

Para poder optar por esta modalidad son requisitos indispensables, concluir los estudios de maestría en el tiempo establecido en el Plan de Estudios con un promedio mínimo de nueve (9.0) y no haber reprobado ni haber obtenido NP en alguna actividad académica durante sus estudios.

El procedimiento para la obtención del grado será:

- a. El alumno deberá presentar el protocolo de investigación avalado por su comité tutor,
- b. El protocolo debe ser entregado a los miembros del jurado,
- c. Los sinodales deberán emitir su voto fundamentado por escrito en un plazo máximo de treinta días hábiles, contados a partir del momento en que oficialmente reciban el protocolo, el cual será comunicado al Comité Académico,
- d. Si alguno de los sinodales no emite su voto en este periodo, el Comité Académico podrá sustituirlo, reiniciando el periodo de veinte días hábiles con el nuevo sinodal designado,
- e. Será requisito para presentar el examen de grado entregar los cinco votos emitidos, de los cuales al menos cuatro deben ser favorables,
- f. En el examen de grado deberán participar al menos tres sinodales. En dicho examen el jurado deberá:
  - Identificar si el alumno tiene el perfil de un futuro doctor, con capacidad para proponer y desarrollar investigación científica relevante y original en el campo de la ciencia e ingeniería de materiales.
  - Un interrogatorio general de conocimientos, en el cual el alumno deberá demostrar que domina el campo de conocimiento de su especialidad en la solución de problemas científicos concretos, dicho interrogatorio será oral.

El contenido temático de graduación de maestría por la opción de Protocolo de Investigación y

Promedio podrá ser validado como Examen de Candidatura al Grado de Doctor. De esta manera el alumno inscrito al doctorado podría solicitar al Comité Académico la validación correspondiente, en caso de cumplir con los requisitos de semestre de graduación, promedio, tiempo de solicitud de ingreso al doctorado y mantener el mismo tema de investigación y comité tutor.

**Examen general de conocimientos:**

Tiene como objetivo que el alumno demuestre poseer conocimientos amplios, sólidos y actualizados en Ciencia e Ingeniería de Materiales, así como ser capaz de desarrollar soluciones a problemas científicos o tecnológicos en el campo de conocimiento del Programa en que desarrolló la estancia y proyecto de investigación y que posee las aptitudes necesarias, de acuerdo al perfil de la Maestría. Las aptitudes a evaluar son:

- Amplio conocimiento de las tres actividades básicas cursadas
- Conocimiento y dominio del proyecto de investigación desarrollado durante sus estudios de maestría.

Consiste en tres etapas; i) una evaluación mediante exámenes temáticos escritos, correspondientes a las tres actividades académicas básicas cursadas durante sus estudios, ii) la elaboración de un resumen escrito de la investigación realizada durante la maestría y sobre los exámenes temáticos aplicados y iii) una evaluación oral frente a un jurado.

El procedimiento para la obtención del grado será:

- a. El alumno deberá solicitar al Comité Académico esta modalidad de graduación entregando un resumen de su proyecto de investigación (no mayor a 30 cuartillas), así como una carta en donde mencione las tres actividades académicas básicas (indicando la calificación obtenida) que cursó durante sus estudios de maestría, documentos avalados por su comité tutor.
- b. El Comité Académico designará un jurado que elaborará y aplicará los exámenes temáticos de las actividades académicas, el jurado estará integrado por un profesor de cada una de las tres actividades académicas básicas cursadas por el alumno; así como dos sinodales seleccionados de acuerdo al proyecto de investigación.
- c. Cada uno de los tres profesores designados para revisar los conocimientos del alumno respecto a las actividades académicas básicas cursadas, aplicarán el examen temático correspondiente de manera escrita. Es necesario que el alumno apruebe los tres exámenes temáticos de las actividades académicas básicas para continuar con esta modalidad de graduación.  
Los dos sinodales designados de acuerdo al proyecto de investigación, deberán revisar la calidad y viabilidad del mismo.
- d. Los miembros del jurado otorgarán cinco votos, mismos que dependerán de las calificaciones obtenidas en los exámenes temáticos de las actividades académicas básicas (3 votos indispensables) y de la revisión del proyecto de investigación (2 votos).
- e. Será requisito para presentar el examen de grado entregar los cinco votos emitidos, de los cuales al menos cuatro deben ser favorables.

- f. Dicho Jurado acordará, junto con el alumno, una fecha para la realización del examen oral a puerta cerrada, en el cual el jurado podrá examinar al alumno tanto sobre su proyecto de investigación, como sobre sus conocimientos en las tres actividades académicas básicas cursadas.
- g. En el examen de grado deberán participar al menos tres sinodales.

Nota: Ninguno de los miembros del comité tutor del alumno podrán formar parte del jurado.

**Norma 30.** Una vez que el documento de tesis para obtener el grado de **doctor** ha recibido el aval del comité tutor se procederá de acuerdo a lo siguiente:

- a. La tesis deberá ser entregada a los miembros del jurado,
- b. Los sinodales deberán emitir su voto fundamentado por escrito en un plazo máximo de cuarenta días hábiles, contados a partir del momento en que oficialmente reciban la tesis, el cual será comunicado al Comité Académico,
- c. Si alguno de los sinodales no emite su voto en este periodo, el Comité Académico podrá sustituirlo, reiniciando el periodo de cuarenta días hábiles con el nuevo sinodal designado,
- d. Será requisito para presentar el examen de grado entregar los cinco votos emitidos, de los cuales al menos cuatro deben ser favorables,
- e. En el examen de grado deberán participar al menos tres sinodales.

**Norma 31.** Para la aprobación de los exámenes de grado de maestría y doctorado se requiere que el jurado designado emita 5 votos, de los cuales al menos 4 deberán ser favorables. Sin embargo, en el acta sólo aparecerán las palabras de aprobado y obtiene el grado de maestro o doctor; aprobado con mención honorífica y obtiene el grado de maestro o doctor; o bien de, suspendido, debiendo firmar el acta todos los sinodales asistentes al examen independientemente del sentido de su voto.

**Norma 32.** La mención honorífica se otorgará cuando se cumplan todos los siguientes requisitos.

Para el caso de Maestría:

- a. Concluir sus actividades académicas en los plazos establecidos en el de plan de estudios máximo 4 semestres a partir del ingreso al programa.
- b. No haber obtenido una evaluación semestral desfavorable ni calificación menor a 8, NA (no aprobado) o NP (No Presentado) durante sus estudios de maestría.
- c. Tener un promedio mínimo de 9.0 (nueve punto cero).
- d. Haber obtenido, en la revisión de su trabajo, los 5 votos favorables de su jurado de examen.
- e. Contar con un trabajo de calidad excepcional y que constituya un aporte significativo al campo de conocimiento o al estado del arte.
- f. Que la réplica oral sea de excepcional calidad, a juicio de los miembros de jurado que se encuentren presentes en el examen de grado.
- g. El jurado de examen de grado deberá considerar el aporte al área de conocimiento, lo cual se justificará, de preferencia, a través de publicaciones realizadas.



Para el caso del Doctorado:

- a. Aprobar el examen de candidatura en la primera oportunidad.
- b. Concluir sus actividades académicas en los plazos establecidos en el de plan de estudios máximo 8 semestres a partir del ingreso al programa.
- c. No haber obtenido una evaluación semestral desfavorable ni calificación de NA (no aprobado) o NP (no presentado) durante sus estudios de doctorado.
- d. Haber obtenido, en la revisión de su trabajo de tesis, los 5 votos favorables de su jurado de examen.
- e. Contar con un trabajo de calidad excepcional y que constituya un aporte significativo al campo de conocimiento o al estado del arte.
- f. Que la réplica oral sea de excepcional calidad, a juicio de los miembros de jurado que se encuentren presentes en el examen de grado.
- g. El jurado de examen de grado deberá considerar el aporte al área de conocimiento, lo cual se justificará, de preferencia, a través de publicaciones realizadas.

**Norma 33.** En el caso de que el alumno obtenga suspensión en el examen de grado de maestro o doctor, el Comité Académico autorizará otro examen el cual deberá realizarse no antes de seis meses y hasta un año después de haber presentado el anterior.

**Norma 34.** De acuerdo con lo establecido en los Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado y en el Reglamento General de Estudios de Posgrado, la Coordinación de Estudios de Posgrado expedirá un certificado complementario al grado de maestro o doctor, mismo que proporcionará una descripción de la naturaleza, nivel, contexto, contenido y estatus de los estudios concluidos por el alumno, facilitando el reconocimiento académico y profesional.

Dicho certificado se expedirá y entregará en la Coordinación de Estudios de Posgrado en un plazo no mayor de 45 días hábiles, contados a partir de que el alumno proporcione en la dependencia antes mencionada copia del acta que avale el grado de maestro o doctor.

#### De las equivalencias de estudios para alumnos del plan o planes a modificar

**Norma 35.** Cuando se modifique un plan de estudios, la o el alumno podrá solicitar por escrito continuar y concluir sus estudios en dicho plan, siempre que no rebase los tiempos establecidos en este Reglamento. El comité académico decidirá el número de créditos o actividades académicas que podrán ser reconocidos.

**Norma 36.** Los alumnos que iniciaron sus estudios antes de la vigencia del presente Reglamento, los concluirán de conformidad con los plazos, disposiciones y plan de estudios vigentes en la fecha que ingresaron, o bien, podrán optar por continuar y concluir sus estudios en un programa adecuado o en uno nuevo de conformidad con lo establecido en este Reglamento, previa solicitud y acuerdo favorable del Comité Académico correspondiente.

#### Procedimiento para las revalidaciones y acreditaciones de estudios realizados en otros planes de posgrado

**Norma 37.** De acuerdo a lo establecido en los Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado, el porcentaje de créditos a revalidar o acreditar no podrá exceder el 40% para el caso de las revalidaciones y 50% para el caso de las acreditaciones.

La revalidación o acreditación de estudios realizados en otros planes de posgrado, deberá sujetarse a la decisión del Comité Académico previa solicitud del alumno:

- a. Para el caso de revalidación el Comité Académico determinará las actividades académicas que serán revalidadas en el plan de estudios a cursar,
- b. Para el caso de acreditación el Comité Académico determinará las actividades académicas que serán equivalentes en el plan de estudios en el que se encuentra inscrito el alumno, previa recomendación del tutor o tutores principales y en su caso del comité tutor.

### Del Sistema de Tutoría

**Norma 38.** De acuerdo con los Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado, será atribución del Comité Académico aprobar la incorporación y permanencia de tutores, asimismo solicitará al Coordinador del Programa la actualización periódica del padrón de tutores acreditados en el Programa, y vigilará su publicación semestral para información de los alumnos.

El académico que desee incorporarse como tutor en el Programa, deberá solicitar su incorporación al Comité Académico y cumplir con los requisitos establecidos en el Reglamento General de Estudios de Posgrado, en el plan de estudios y en estas normas operativas. La resolución del Comité Académico deberá hacerse del conocimiento del interesado por escrito.

Un tutor podrá ser acreditado exclusivamente para la maestría o el doctorado, o para ambos.

El padrón de tutores se revisará cada tres años.

**Norma 39.** De conformidad con lo establecido en el Reglamento General de Estudios de Posgrado, y en los Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado, los requisitos para ser tutor del Programa son los siguientes:

Para tutores de maestría:

- a. Contar al menos con el grado de maestría en ciencia e ingeniería de materiales o en campos afines a éste o con la dispensa de grado aprobada por el Comité Académico,
- b. Estar dedicado a actividades académicas o profesionales relacionadas con la ciencia e ingeniería de materiales y con los campos de conocimiento de la maestría,
- c. Tener, a juicio del Comité Académico, una producción académica reciente (tres últimos años), demostrada por obra publicada o profesional de alta calidad,
- d. Comprometerse a participar en las actividades que le sean asignadas por el Comité Académico,
- e. Presentar una solicitud por escrito al Comité Académico exponiendo su candidatura, así como su compromiso en participar en todas las acciones que se requieran para el funcionamiento del programa.

Para tutores de doctorado:

- a. Contar con el grado de doctor en ciencia e ingeniería de materiales o en campos afines a éste o con la dispensa de grado aprobada por el Comité Académico,
- b. Estar dedicado a actividades académicas o profesionales relacionadas con los campos de conocimiento del doctorado,
- c. Tener, a juicio del Comité Académico, una producción académica reciente (3 últimos

- años), demostrada por obra publicada o profesional de alta calidad,
- d. Ser, a juicio del Comité Académico, investigador independiente con sus propias líneas de investigación,
  - e. Estar dedicado conjuntamente a la docencia y a la investigación, para la formación de recursos humanos,
  - f. Comprometerse a participar en las actividades que le sean asignadas por el Comité Académico,
  - g. Presentar una solicitud por escrito al Comité Académico exponiendo su candidatura, así como su compromiso en participar en todas las acciones que se requieran para el funcionamiento del programa.

Los tutores de doctorado serán tanto de maestría como de doctorado.

**Norma 40.** A todos los alumnos el Comité Académico les asignará un comité tutor, conformado por al menos tres miembros, uno de los cuales fungirá como tutor principal. Uno de los miembros del comité tutor deberá pertenecer a una entidad académica diferente a la del tutor principal.

Para la asignación del tutor principal en la maestría y tutor o tutores principales en el doctorado el Comité Académico tomará en cuenta la opinión del alumno, y para la asignación del comité tutor tomará en cuenta la del alumno y del tutor o tutores principales.

En caso de que se designe más de un tutor principal en el doctorado el Comité Académico definirá el número de miembros que integrará el comité tutor y, se procurará que los comités tutores se integren con miembros de más de una entidad académica participante y/o de alguna institución externa.

**Norma 41.** De conformidad con lo establecido en el Reglamento General de Estudios de Posgrado el tutor principal tiene las siguientes funciones:

- a. Establecer, junto con el alumno, el plan individual de actividades académicas que éste seguirá, de acuerdo con el plan de estudios,
- b. Dirigir el trabajo de grado,
- c. Supervisar el trabajo de preparación para la obtención del grado,
- d. El tutor deberá reunirse con su tutorando al menos en cuatro ocasiones al semestre.

**Norma 42.** De conformidad con lo establecido en el Reglamento General de Estudios de Posgrado el comité tutor tiene las siguientes funciones:

- a. Aprobar el plan de trabajo del alumno,
- b. Asesorar el trabajo del alumno,
- c. Evaluar semestralmente el avance del plan de trabajo del alumno,
- d. Determinar, en su caso, si el alumno de doctorado está preparado para optar por la candidatura al grado,
- e. Entregar las evaluaciones semestrales en los tiempos establecidos por la Coordinación del Programa,
- f. Proponer la integración del jurado de examen de grado, y del examen de candidatura al grado de doctor,
- g. El comité tutor deberá reunirse en pleno con el alumno al menos dos veces durante el semestre; conocerá y avalará el trabajo final con el cual el alumno se graduara, así como el plan individual o de trabajo que deberá cumplir el alumno, evaluará su avance y establecerá el plan de trabajo para el próximo semestre.

**Norma 43.** Los académicos podrán fungir como tutor principal para un máximo de 5 alumnos y como miembro de comités tutor hasta de 8 alumnos. El Comité Académico podrá modificar estos límites dependiendo del desempeño del tutor. En el caso de que un tutor principal tenga alumnos rezagados en sus estudios, el Comité Académico revisará, con cuidado, y podrá negar la asignación de nuevos alumnos, incluso si no ha alcanzado aún el número máximo de 5 alumnos. De igual manera, aquellos tutores que tengan un excelente desempeño en cuanto a la titulación de alumnos podrán solicitar al Comité Académico la asignación de más alumnos, fundamentando académicamente el motivo de la petición.

**Norma 44.** El Comité Académico evaluará cada tres años la labor académica y la participación de los tutores en el Programa considerando que:

- a. Tenga al menos un estudiante regular o haya graduado al menos uno en los últimos tres años,
- b. Tenga producción científica con al menos un alumno del Programa; la cual se evaluará con las publicaciones de los últimos tres años en revistas internacionales, arbitradas e indizadas,
- c. Cumpla con al menos una actividad al año dentro del Programa: docencia, comités tutores, exámenes de grado, de candidatura, participación en los diversos subcomités que el Comité Académico forme u otras actividades que le solicite el mismo Comité,
- d. La entrega puntual de las evaluaciones semestrales en las cuales sea responsable como tutor principal o miembro del comité tutor,
- e. Cumplir de manera responsable y ética con su labor de tutoría.

**Norma 45.** Para permanecer como tutor del Programa será necesario haber cumplido con las funciones señaladas en el Reglamento General de Estudios de Posgrado y en las presentes normas operativas.

El Comité Académico dará de baja al tutor cuando su evaluación, conforme a lo señalado en la norma anterior, sea negativa, u otras causas señaladas en la Legislación Universitaria.

Cuando el Comité Académico acuerde dar de baja a un tutor, informará su decisión al interesado.

#### **De los requisitos mínimos para ser profesor del Programa y sus funciones**

**Norma 46.** La selección de profesores para la impartición de los cursos del posgrado estará a cargo del Comité Académico, a propuesta del Coordinador del Programa. El Comité Académico recomendará la contratación de profesores a los consejos técnicos de las entidades académicas participantes, de acuerdo con el Reglamento General de Estudios de Posgrado y los Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado.

**Norma 47.** Los requisitos para ser profesor en alguna de las actividades académicas del Programa son:

- a. Estar dedicado a las actividades académicas o profesionales relacionadas con alguno de los campos de conocimiento del Programa;
- b. Contar con el grado de maestro o doctor, o con la dispensa correspondiente según sea el caso.

**Norma 48.** Las funciones de las actividades académicas de los profesores del Programa son las siguientes:

- a. Conocer y dominar los contenidos de la o las actividades académicas que impartirá en el plan o planes de estudio;
- b. Impartir las actividades académicas en las instalaciones específicamente destinadas para ello en los horarios previamente definidos, y
- c. Cumplir con la evaluación de los alumnos inscritos de conformidad con el programa de la actividad académica respectiva, e informar de los resultados de acuerdo al procedimiento establecido por el Coordinador del Programa.

#### De los mecanismos y criterios para la evaluación y actualización del plan o planes de estudios que conforman el Programa

**Norma 49.** De conformidad con lo establecido en el Reglamento General de Estudios de Posgrado y en los Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado la evaluación integral del Programa deberá:

- a. Realizarse al menos cada cinco años;
- b. Será organizada por el Comité Académico del Programa, y
- c. Conducida por el Coordinador del Programa.

Dicha evaluación deberá contemplar los criterios de la “Guía de autoevaluación para los programas de posgrado de la UNAM”, así como los establecidos en el rubro de evaluación de este Programa, adicionalmente, si es el caso, se tomarán en consideración otros criterios aprobados por el Consejo de Estudios de Posgrado.

En la Coordinación de Estudios de Posgrado se proporcionará la “Guía de autoevaluación para los programas de posgrado de la UNAM”, así como la asesoría necesaria para la evaluación del Programa.

Una vez concluida la evaluación, el Comité Académico informará de los resultados al Consejo de Estudios de Posgrado y al Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías, quienes deberán emitir un dictamen en un plazo de 30 días hábiles. En el caso de planes de estudio en la modalidad abierta, a distancia o mixta, también deberán hacerlos del conocimiento del Consejo Asesor del Sistema Universidad Abierta y Educación a Distancia.

Cuando el Consejo de Estudios de Posgrado y el Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías así lo consideren, con base en su dictamen, solicitarán al Comité Académico la elaboración del proyecto de modificación del plan de estudios.

En caso de que todas las instancias involucradas en la evaluación de un plan de estudios concluyan que éste debe ser cancelado, se procederá de acuerdo con lo establecido en los reglamentos de los consejos académicos de área y el del bachillerato, así como en las demás disposiciones de la Legislación Universitaria aplicables.

Las modificaciones a los planes de estudio se llevarán a cabo de acuerdo a lo dispuesto en el RGPAEMPE y el RGEP vigentes.

#### De los criterios y procedimientos para modificar las normas operativas

**Norma 50.** Para la modificación de las presentes normas operativas se deberá observar el siguiente procedimiento:

- a. El Comité Académico elaborará una propuesta de modificación a las normas operativas de este Programa;
- b. Deberán considerarse las disposiciones establecidas para tal efecto en el Reglamento General de Estudios de Posgrado y en los Lineamientos Generales para el Funcionamiento del Posgrado;
- c. Una vez elaborada la propuesta el Comité Académico la turnará para su opinión al Consejo de Estudios de Posgrado;
- d. El Comité Académico tomará en cuenta la opinión del Consejo de Estudios de Posgrado;
- e. En sesión plenaria del Comité Académico se aprobará la modificación de las normas operativas del Programa;
- f. El Coordinador del Programa notificará en caso de aprobación de las modificaciones al Consejo de Estudios de Posgrado, a la Dirección General de Administración Escolar y al Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías.

Cualquier situación académica no contemplada en estas Normas Operativas será resuelta por el Comité Académico del Programa.

## 6. Anexos

### Anexo 1. Acta u oficio de la aprobación del Comité Académico



COORDINACIÓN DEL POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES  
EDIFICIO "C" DE LA UNIDAD DEL POSGRADO, UNAM.  
CIRCUITO DE POSGRADOS, CIUDAD UNIVERSITARIA  
04510 MÉXICO, D.F. TEL: 5623 70 17 [www.pceim.unam.mx](http://www.pceim.unam.mx)

#### **POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES**

#### **ACTA DE LA SESIÓN ORDINARIA DEL COMITÉ ACADÉMICO DEL 22 DE FEBRERO DE 2017**

El 22 de febrero de 2017 se reunieron en el Auditorio del Instituto de Investigaciones en Materiales, los siguientes integrantes del Comité Académico del Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales:

*Directores:* Dr. Israel Betancourt Reyes y Dr. Ramiro Pérez Campos (videoconferencia)

*Representantes de directores:* Dra. Renela María Valladares, Dra. América Vázquez Olmos, Dr. Sergio Cuevas García (videoconferencia), Dr. Sergio Antonio Díaz Hernández (videoconferencia) y Dra. Margarita Rivera Hernández.

*Representantes de tutores por entidades:* Dr. Miguel Ángel Hernández Gallegos, Dr. Sergei Fomine, Dr. Raúl Herrera Becerra, Dra. Citlali Sánchez Aké, Dra. Guadalupe Moreno Armenta, Dr. Rodrigo Alonso Esparza (videoconferencia) y Dra. Santhamma Maileppallil de Nair (videoconferencia).

*Representantes de tutores por campos de conocimiento:* Dr. Juan Carlos Cheang Wong, Dra. Patricia Guadarrama Acosta, Dr. Juan A. Hernández Cordero y Dr. Ignacio Alejandro Figueroa Vargas.

*Alumnos:* Gabriela Vázquez Victorio y Oscar Edgar Ochoa de Jesús

*Coordinador:* Dr. Heriberto Pfeiffer Perea

La sesión inició a las 10:15 horas.

- 1. SE APROBÓ EL ORDEN DEL DÍA**
- 2. BIENVENIDA A LA DRA. MARGARITA RIVERA HERNÁNDEZ, COMO REPRESENTANTE DEL DR MANUEL TORRES LABANSAT, DIRECTOR DEL INSTITUTO DE FÍSICA**
- 3. SE APROBÓ EL ACTA DE LA SESIÓN DEL COMITÉ ACADÉMICO DEL 25 DE ENERO DE 2017**
- 4. REVISIÓN DE LA MINUTA DEL SUBCOMITÉ DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS, TUTORES Y ALUMNOS DEL JUEVES 16 DE FEBRERO DE 2017.**
- 5. FORMALIZACIÓN DE LOS ACUERDOS DEL SUBCOMITÉ DE ADMISIÓN Y BECAS, RESPECTO AL PROCESO DE ADMISIÓN AL SEMESTRE 2018-1**

El coordinador presentó la minuta con los acuerdos tomados respecto al examen general de los cursos propedéuticos y al examen de admisión para el ingreso al semestre 2018-1; se ratificaron dichos acuerdos.

*Acta del Comité Académico del PCeIM, Sesión del 22 de febrero de 2017*

1

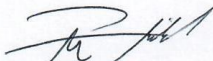


## **6. AVANCES EN LAS MODIFICACIONES AL PLAN DE ESTUDIOS Y NORMAS OPERATIVAS DEL PCEIM**

El Comité Académico revisó y aprobó el documento del Plan de Estudios y Normas Operativas con las modificaciones aplicadas, se aprobó en lo general, mencionando que la Coordinación sigue trabajando en detalles mínimos en las tablas de asignaturas. Los miembros del Comité Académico aprobaron en su totalidad los cambios y modificaciones al Plan de Estudios y Normas Operativas, mismos que se han trabajado desde inicios de 2016, la versión actual será presentada ante el Consejo de Estudios de Posgrado en la sesión más próxima.

La sesión concluyó a las 12:40 hrs.

**A T E N T A M E N T E**



**EL COORDINADOR  
DR. HERIBERTO PFEIFFER PEREA**



## Anexo 2. Acta u oficio de la opinión favorable del Consejo de Estudios de Posgrado



Oficio No. CEP/834/2018  
ASUNTO: Opinión favorable del Consejo de Estudios de Posgrado al Proyecto de modificación del Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales.

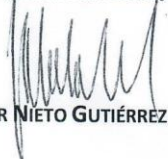
**MTRA. ROSARIO FREIXAS FLORES**  
Coordinadora de la Unidad de Apoyo a los Consejos Académicos de Área  
**Presente**

En respuesta a su oficio CAAUÇA/212/2018, por este medio le informo que el Pleno del Consejo de Estudios de Posgrado en su séptima sesión, efectuada el 20 de septiembre del año en curso, acordó por unanimidad emitir una opinión favorable al Proyecto de modificación del Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, y turnarlo al Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías para su aprobación, en su caso (*Acuerdo PCEP/03/09/2018*).

Con la finalidad de que el Proyecto antes citado siga el procedimiento previsto en el Reglamento General para la Presentación, Aprobación, Evaluación y Modificación de Planes de Estudio (RGEPAEMPE), artículo 17, se anexan la versión electrónica del mismo y el acuerdo correspondiente.

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Cd. Universitaria, Cd. Mx., 24 de septiembre de 2018.  
Secretario Ejecutivo del Consejo de Estudios de Posgrado

  
**DR. JAVIER NIETO GUTIÉRREZ**  
CEP/MEIUV



  
La Universidad de la Nación

c.c.p. Dr. Leonardo Lomelí Vanegas, Presidente del Consejo de Estudios de Posgrado. Presente.  
Dr. Demetrio Fabián García Nocetti, Coordinador del Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías. Presente.  
Mtra. Ivonne Ramírez Wence, Directora General de Administración Escolar. Presente.  
Dr. Luis Enrique Sansores Cuevas, Coordinador del Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales. Presente.

Circuito de Posgrados, Unidad de Posgrado, Edificio H, planta baja, Cd. Universitaria, Delegación Coyoacán, C.P. 04510, México.  
Tel. (52) 5623 7045

## Anexo 3. Acta u oficio de aprobación del Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías



Of. No. CJFM/801/18

**ASUNTO:** Aprobación del proyecto de modificación del Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales

**DR. LUIS ENRIQUE SANSORES CUEVAS**

Coordinador del Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales  
Presente

Me es grato informar a usted que el Pleno del Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías (CAACFMI), en sesión extraordinaria celebrada el 10 de diciembre del año en curso, acordó aprobar el proyecto de modificación al Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, presentado por el Comité Académico del Programa, con la opinión favorable del Consejo de Estudios de Posgrado y con las opiniones técnicas favorables de la Dirección General de Administración Escolar y de la Unidad Coordinadora de Apoyo a los Consejos Académicos de Área. Lo anterior, de conformidad con las atribuciones que se le confieren a este Consejo en los artículos 104, fracción XI del Título Octavo del Estatuto General de la UNAM; 17 y 21 del Reglamento General para la Presentación, Aprobación, Evaluación y Modificación de Planes de Estudio; y 47 del Reglamento General de Estudios de Posgrado vigente hasta el 22 de agosto de 2018; así como del Oficio AGEN/DEGEL/407/18 de la Abogada General de la UNAM, de fecha 14 de noviembre de 2018.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente

**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**

Ciudad Universitaria, Ciudad de México, a 13 de diciembre de 2018.

**EL COORDINADOR**

**DR. DEMETRIO FABIÁN GARCÍA NOCETTI**

*UNAM*  
Lo Universidad  
de la Nación

EDIFICIO DE LOS CONSEJOS ACADÉMICOS CIRCUITO EXTERIOR CIUDAD UNIVERSITARIA C.P. 04510 CIUDAD DE MÉXICO  
TEL.: 5622-1539 / 5622-1575 <http://www.caacfmi.unam.mx> [caacfmi@unam.mx](mailto:caacfmi@unam.mx)

## Anexo 4. Tutores activos que participan en el Programa

ENTIDAD 1 FACULTAD DE CIENCIAS								
#	TUTOR / PROFESOR	NOMBRA MIENTO ACADÉMICO	CATEGORÍA Y NIVEL	CALIDAD ACADÉMICA	GRADO ACADÉMICO	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	NIVEL PRIDE	NIVEL SNI
1	Álvarez Zauco Edgar	Profesor	Titular A	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	2
2	Goldstein Menache Patricia	Profesora	Titular B	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Complejos	C	1
3	Hautefeuille Mathieu Chritian Anne	Profesor	Asociado C	Tiempo Completo Interino	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	1
4	Molina Brito Bertha	Profesora	Titular A	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	1
5	Orozco Segovia Susana	Profesora	Titular B	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	-
6	Romero Martínez Martín	Profesor	Asociado C	Tiempo Completo Interino	Doctorado	Materiales Electrónicos	-	-
7	Sánchez Morales Vicenta	Profesora	Titular B	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	1
8	Santamaría Holek Iván	Profesor	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales complejos	D	2
9	Stern Forgach Catalina	Profesora	Titular B	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales complejos	D	1
10	Valladares McNelis Renela María	Profesora	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	2
ENTIDAD 2 FACULTAD DE INGENIERÍA								
#	TUTOR / PROFESOR	NOMBRA MIENTO ACADÉMICO	CATEGORÍA Y NIVEL	CALIDAD ACADÉMICA	GRADO ACADÉMICO	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	NIVEL PRIDE	NIVEL SNI
1	Barba Pingarrón Arturo	Profesor	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Metálicos	D	1

2	Hernández Gallegos Miguel Ángel	Profesor	Titular A	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Metálicos	C	1
3	Oropeza Ramos Laura Adriana	Profesor	Titular A	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	-
4	Ortiz Prado Armando	Profesor	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Metálicos	D	1

**ENTIDAD 3  
FACULTAD DE QUÍMICA**

#	TUTOR / PROFESOR	NOMBRA MIENTO ACADÉMICO	CATEGORÍA Y NIVEL	CALIDAD ACADÉMICA	GRADO ACADÉMICO	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	NIVEL PRIDE	NIVEL SNI
1	Borja Arco Edgar Jesús	Profesor de carrera	Asociado C	Art 51	Doctorado	Materiales Electrónicos	B	1
2	Castillo Blum Silvia Elena	Profesor de carrera	Titular B	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	2
3	Chávez García María de Lourdes	Profesor de carrera	Titular B	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	B	1
4	Cruz Gómez Modesto Javier	Profesor de carrera	Titular B	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Poliméricos	D	2
5	García Hinojosa José Alejandro	Profesor de carrera	Titular B	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Metálicos	C	-
6	Gracia Fadrique Jesus	Profesor de carrera	Titular B	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Poliméricos	D	2
7	Gutiérrez Ruiz Margarita Eugenia	Técnico académico ordinario	Titular B	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Poliméricos	D	1
8	Hernández Morales José Bernardo	Profesor de carrera	Titular A	Tiempo Completo Interino	Doctorado	Materiales Metálicos	C	-
9	Noguez Amaya María Eugenia Soñía	Profesor de carrera	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Maestría	Materiales Poliméricos	C	-
10	Orgaz Baqué Luis Emilio	Profesor de carrera	Titular B	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	2

11	Ramírez Argáez Marco Aurelio	Profesor de carrera	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Metálicos	D	2
12	Tavizón Alvarado Gustavo	Profesor de carrera	Titular B	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	1
13	Vicente Hinestroza Luis Alberto	Profesor de carrera	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Poliméricos	D	3
14	Vivaldo Lima Eduardo	Profesor de carrera	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Poliméricos	D	3

**ENTIDAD 4**

**INSTITUTO DE ENERGÍAS RENOVABLES**

#	TUTOR / PROFESOR	NOMBRA MIENTO ACADÉMICO	CATEGORÍA Y NIVEL	CALIDAD ACADÉMICA	GRADO ACADÉMICO	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	NIVEL PRIDE	NIVEL SNI
1	Del Rio Portilla Jesús Antonio	Investigador	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	D	3
2	Jiménez González Antonio Esteban	Investigador	Titular B	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	B	1
3	Mathew Xavier	Investigador	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	3
4	Muñiz Soria Jesús	Catedrático CONACYT	-	Tiempo Completo	Doctorado	Materiales Electrónicos	-	1
5	Pathiyamattom Joseph Sebastian	Investigador	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	3
6	Rincón González Marina Elizabeth	Investigador	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	3
7	Sánchez Juárez Aarón	Investigador	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	3
8	Zhao Hu Hailin	Investigador	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	3

**ENTIDAD 5**

**INSTITUTO DE FÍSICA**

#	TUTOR / PROFESOR	NOMBRA MIENTO ACADÉMICO	CATEGORÍA Y NIVEL	CALIDAD ACADÉMICA	GRADO ACADÉMICO	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	NIVEL PRIDE	NIVEL SNI
1	Arenas Alatorre Jesús Ángel	Investigador	Titular B	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	C	2
2	Barrera Pérez Rubén Gerardo	Investigador	Emérito	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Complejos	E	E
3	Barrio Paredes Rafael Ángel	Investigador	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Complejos	D	3
4	Bucio Galindo Lauro	Investigador	Titular A	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	2
5	Bunge Molina Carlos Federico	Investigador	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	3
6	Camarillo García Enrique	Investigador	Titular A	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	2
7	Castillo Caballero Rolando Crisóstomo	Investigador	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Complejos	D	3
8	Cheang Wong Juan Carlos	Investigador	Titular B	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	3
9	Crespo Sosa Alejandro	Investigador	Titular A	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	2
10	De Lucio Morales Oscar Genaro	Investigador	Titular A	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	B	1
11	Díaz Guerrero Gabriela Alicia	Investigador	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	C	3
12	García Macedo Jorge Alfonso	Investigador	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Complejos	D	3
13	Garzón Sosa Ignacio Luis	Investigador	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Metálicos	D	3

14	Hernández Alcántara José Manuel	Investigador	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	3
15	Herrera Becerra Raúl	Investigador	Titular A	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	C	2
16	López Suarez Alejandra	Investigador	Titular A	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	2
17	Magaña Solís Luis Fernando	Investigador	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	3
18	Murrieta Sánchez Héctor Octavio	Investigador	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	3
19	Novaro y Peñaloza Octavio Augusto	Investigador	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	D	E
20	Pérez López Luis Antonio	Investigador	Titular B	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	2
21	Pérez Ramírez José Guadalupe	Investigador	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Complejos	D	3
22	Reyes Cervantes Juan Adrián	Investigador	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Complejos	D	3
23	Reyes Esqueda Jorge Alejandro	Investigador	Titular B	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	2
24	Reyes Gasga José	Investigador	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	D	3
25	Rivera Hernández Margarita	Investigador	Titular B	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	2
26	Rodríguez Gómez Arturo	Investigador	Titular C	Tiempo Completo Ordinario	Doctorado	Materiales Electrónicos	B	1

27	Rodríguez Fernández Luis	Investigador	Titular B	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	2
28	Ruvalcaba Sil José Luis	Investigador	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	D	2
29	Santiago Jacinto Patricia	Investigador	Titular C	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	D	2
30	Soullard Saintrais Jacques André Claude	Investigador	Titular B	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	B	2
31	Volke Sepúlveda Karen Patricia	Investigador	Titular B	Tiempo Completo Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	3

**ENTIDAD 6  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES**

#	TUTOR / PROFESOR	NOMBRA MIENTO ACADÉMICO	CATEGORÍA Y NIVEL	CALIDAD ACADÉMICA	GRADO ACADÉMICO	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	NIVEL PRIDE	NIVEL SNI
1	Alexandrova Larissa	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Poliméricos	D	3
2	Alfonso López Ismeli	Investigador	Titular A	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Metálicos	-	1
3	Alonso Huitrón Juan Carlos	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	3
4	Álvarez Fragosó Octavio	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	D	2
5	Balmaseda Era Jorge	Investigador	Titular B	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Poliméricos	C	2
6	Beltrán Sánchez Marcela Regina	Investigador	Titular B	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	2
7	Betancourt Reyes José Israel	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	2
8	Bizarro Sordo Monserrat	Investigador	Titular B	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	1



9	Chávez Carvayar José Alvaro	Investigador	Titular B	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	C	-
10	De Llano De la Garza Manuel	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	3
11	Domínguez Castro Héctor	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Complejos	D	2
12	Escamilla Guerrero Raúl	Investigador	Titular A	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	2
13	Escudero Derat Roberto	Investigador	Emérito	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	Emérito	Emérito
14	Figueroa Vargas Ignacio Alejandro	Investigador	Titular A	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Metálicos	D	2
15	Fomina Lioudmila	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Poliméricos	D	2
16	Fomine Serguei	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Poliméricos	D	3
17	García Hipólito Manuel	Técnico Académico	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	D	2
18	González Reyes José Gonzalo	Investigador	Titular B	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Metálicos	C	3
19	Guadarrama Acosta Patricia	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Poliméricos	D	1
20	Hernández Cordero Juan Arnaldo	Investigador	Titular B	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Complejos	D	1
21	Ibarra Alvarado Ilich Argel	Investigador	Asociado C	Tiempo completo interino	Doctorado	Materiales Poliméricos	-	2
22	Juárez Islas Julio Alberto	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Metálicos	D	3
23	Kaplan Savitsky Ilya	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	Emérito

24	Lara Rodríguez Gabriel Ángel	Técnico Académico	Titular B	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Metálicos	C	1
25	Lima Muñoz Enrique Jaime	Investigador	Titular B	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	D	3
26	Maciel Cerda Alfredo	Técnico Académico	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Poliméricos	D	1
27	Manero Brito Octavio	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Poliméricos	D	3
28	Martínez Vázquez Ana María	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Poliméricos	D	3
29	Mendoza López Doroteo	Investigador	Titular B	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	B	1
30	Morales Leal Francisco	Investigador	Titular A	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	2
31	Muhl Saunders Stephen	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	3
32	Pfeiffer Perea Heriberto	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	D	3
33	Piña Barba María Cristina	Investigador	Titular B	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	C	2
34	Ramos Peña Angélica Estrella	Investigador	Titular A	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	1
35	Rivera García Ernesto	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Poliméricos	D	2
36	Rodil Posada Sandra Elizabeth	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	3
37	Salcedo Pintos Roberto René	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Poliméricos	C	3
38	Sánchez Arévalo Francisco Manuel	Investigador	Titular A	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Complejos	B	1
39	Sánchez Solís Antonio	Técnico Académico	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Poliméricos	D	1

40	Sansores Cuevas Luis Enrique	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	3
41	Santana Rodríguez Guillermo	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	3
42	Solís Ibarra Diego	Investigador	Asociado C	Tiempo completo interino	Doctorado	Materiales Poliméricos	B	1
43	Suárez Alcántara Karina	Investigador	Asociado C	Tiempo completo interino	Doctorado	Materiales Metálicos	B	2
44	Tlenkopatche v Mikhail Moukhamed	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Poliméricos	D	3
45	Torres Villaseñor Gabriel Jorge	Investigador	Emérito	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Metálicos	Emérito	3
46	Valenzuela Monjarás Raul Alejandro	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	D	3
47	Valladares Clemente Ariel Alberto	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	2
48	Vargas Ortega Joel	Investigador	Asociado C	Tiempo completo interino	Doctorado	Materiales Poliméricos	B	1
49	Vera Graziano Ricardo	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Poliméricos	C	2
50	Villafuerte Castrejón María Elena del Refugio	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	D	2
51	Wang Chen Chumin	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	3
52	Zenit Camacho José Roberto	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Complejos	D	3
53	Zolotukhin X. Mikhail	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Poliméricos	D	3

ENTIDAD 7  
CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

#	TUTOR / PROFESOR	NOMBRA MIENTO ACADÉMICO	CATEGORÍA Y NIVEL	CALIDAD ACADÉMICA	GRADO ACADÉMICO	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	NIVEL PRIDE	NIVEL SNI
1	Durán Álvarez Juan Carlos	Investigador	Asociado C	Obra determinada	Doctorado	Materiales Cerámicos	B	1
2	Flores Flores José Ocotlán	Técnico Académico	Titular B	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	D	1
3	García Segundo Crescencio	Investigador	Titular A	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Complejos	B	1
4	Golovataya Dzhymbeeva Elena	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	3
5	Montiel Sanchez María Herlinda	Investigador	Titular B	Tiempo completo interino	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	2
6	Quresi Naser	Investigador	Titular A	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	1
7	Sanchez Ake Citlali	Investigador	Titular A	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	1
8	Sanchez Flores Norma Angélica	Técnico Académico	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	C	1
9	Saniger Blesa José Manuel	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	D	3
10	Sato Berrú Roberto Ysacc	Investigador	Asociado C	Obra determinada	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	1
11	Sobral Hugo Martín	Investigador	Titular B	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	2
12	Vázquez Olmos América Rosalba	Investigador	Titular A	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	B	1
13	Villagrán Muñoz Mayo	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	3
14	Zanella Specia Rodolfo	Investigador	Titular B	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	D	2

ENTIDAD 8 CENTRO DE FÍSICA APLICADA Y TECNOLOGÍA AVANZADA								
#	TUTOR / PROFESOR	NOMBRA MIENTO ACADÉMICO	CATEGORÍA Y NIVEL	CALIDAD ACADÉMICA	GRADO ACADÉMICO	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	NIVEL PRIDE	NIVEL SNI
1	Apátiga Castro Luis Miguel	Técnico Académico	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Complejos	D	1
2	Esparza Muñoz Rodrigo Alonso	Investigador	Titular A	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Metálicos	C	1
3	Estévez González Miriam Rocío	Investigar	Titular B	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Complejos	D	2
4	Fernández Escobar Francisco	Técnico Académico	Titular C	Tiempo completo definitivo	Maestría	Materiales Complejos	C	-
5	Hernández Martínez Ángel Ramón	Investigador	Asociado C	Tiempo completo Tiempo completo interino	Doctorado	Materiales Complejos	B	1
6	López Marín Luz María	Investigador	Titular A	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Poliméricos	C	2
7	Loske Mehling Achim Max	Investigador	Titular B	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Complejos	D	3
8	Millán Malo Beatriz Marcela	Técnico Académico	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Complejos	C	1
9	Pérez Campos Ramiro	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Metálicos	D	3
10	Quintero Torres Rafael	Investigador	Titular A	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	1
11	Rangel Miranda Domingo	Técnico Académico	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	1

12	Rivera Muñoz Eric Mauricio	Investigador	Titular B	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	D	3
13	Rodríguez García Mario Enrique	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	3
14	Salas Castillo Pedro	Investigador	Titular C	Tiempo completo definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	C	3

**ENTIDAD 9  
CENTRO DE NANOCIENCIAS Y NANOTECNOLOGÍA**

#	TUTOR / PROFESOR	NOMBRA MIENTO ACADÉMICO	CATEGORÍA Y NIVEL	CALIDAD ACADÉMICA	GRADO ACADÉMICO	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	NIVEL PRIDE	NIVEL SNI
1	Alonso Núñez Gabriel	Investigador	Titular B	Definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	D	3
2	Castillón Barraza Felipe	Investigador	Titular A	Definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	C	2
3	Contreras López Oscar Edel	Investigador	Titular B	Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	2
4	Cruz Jáuregui María de la Paz	Investigador	Titular A	Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	2
5	Díaz Hernández Jesús Antonio	Técnico Académico	Titular C	Definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	D	1
6	Farías Sánchez Mario Humberto	Investigador	Titular C	Definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	D	3
7	Fuentes Moyado Sergio	Investigador	Titular C	Definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	D	3
8	Heiras Aguirre Jesús Leonardo	Investigador	Titular B	Definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	C	2
9	Herrera Zaldívar Manuel	Investigador	Titular B	Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	2
10	Hirata Flores Gustavo Alonso	Investigador	Titular C	Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	D	3

11	Moreno Armenta María Guadalupe	Investigador	Titular A	Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	2
12	Petranovsky Afanasievna Vitali Pavlovich	Investigador	Titular C	Definitivo	Doctorado	Materiales Complejos	D	3
13	Sámáno Tirado Enrique Cuauhtémoc	Investigador	Titular A	Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	2
14	Simakov Andrey	Investigador	Titular B	Definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	C	2
15	Soto Herrera Gerardo	Investigador	Titular B	Definitivo	Doctorado	Materiales Cerámicos	C	2
16	Tiznado Vázquez Hugo Jesús	Investigador	Titular A	Definitivo	Doctorado	Materiales Electrónicos	C	2
17	Zepeda Partida Trino Armando	Investigador	Titular A	Interino	Doctorado	Materiales Cerámicos	C	2

---

<sup>i</sup> CARR, Wilfred, The curriculum in and for a democratic society, Reino Unido: Universidad de Sheffield, 1998, pp. 323-346.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE POSGRADO EN**  
**CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES**

**TOMO II**

**CAMPOS DEL CONOCIMIENTO DEL PROGRAMA**

- **Materiales Cerámicos**
- **Materiales Complejos**
- **Materiales Electrónicos**
- **Materiales Metálicos**
- **Materiales Poliméricos**

**GRADOS QUE SE OTORGAN:**

- **Maestría en Ciencia e Ingeniería de Materiales**

**ENTIDADES ACADÉMICAS PARTICIPANTES:**

- **Facultad de Ciencias**
- **Facultad de Ingeniería**
- **Facultad de Química**
- **Instituto de Energías Renovables**
- **Instituto de Física**
- **Instituto de Investigaciones en Materiales**
- **Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología**
- **Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada**
- **Centro de Nanociencias y Nanotecnología**

Fecha de aprobación del Comité Académico: **22 de febrero de 2017.**

Fecha de opinión favorable del Consejo de Estudios de Posgrado: **20 de septiembre de 2018.**

Fecha de aprobación del Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías:  
**10 de diciembre de 2018**



## Contenido

ACTIVIDADES ACADÉMICAS OBLIGATORIAS .....	3
<b>Proyecto de Investigación</b> .....	3
<b>Estancia de Investigación</b> .....	5
<b>Seminario de Investigación</b> .....	7
ACTIVIDADES ACADÉMICAS OBLIGATORIAS DE ELECCIÓN .....	9
INTRODUCTORIAS .....	9
<b>Fundamentos de Matemáticas para Materiales</b> .....	9
<b>Introducción a la Mecánica Cuántica</b> .....	13
<b>Introducción a la Química de Materiales</b> .....	17
BÁSICAS .....	20
<b>Estructura de los Materiales</b> .....	20
<b>Química de los Materiales</b> .....	25
<b>Estructura Electrónica de Materiales</b> .....	28
<b>Mecánica de Medios Continuos</b> .....	32
<b>Propiedades Mecánicas de Materiales</b> .....	36
<b>Termodinámica de los Materiales</b> .....	42
<b>Matemáticas Aplicadas a Materiales</b> .....	53
<b>Biomateriales</b> .....	49
<b>Fisicoquímica de superficies</b> .....	56
<b>Simulación molecular. Teoría y aplicaciones</b> .....	60
ACTIVIDADES ACADÉMICAS OPTATIVAS POR CAMPO DE CONOCIMIENTO ..	64
CAMPO DE CONOCIMIENTO MATERIALES CERÁMICOS .....	64
<b>Cristalografía</b> .....	64
<b>Difracción</b> .....	67
<b>Métodos de Preparación de Materiales Cerámicos</b> .....	71
<b>Técnicas Espectroscópicas y Térmicas</b> .....	74
<b>Temas Selectos de Materiales Cerámicos</b> .....	76
CAMPO DE CONOCIMIENTO DE MATERIALES COMPLEJOS .....	78
<b>Termodinámica Estadística de los Materiales</b> .....	78
<b>Mecánica de Fluidos y Transferencia de Calor</b> .....	82
<b>Mecánica de Sólidos</b> .....	85
<b>Reología</b> .....	89
<b>Temas Selectos de Materiales Complejos</b> .....	92

CAMPO DE CONOCIMIENTO DE MATERIALES ELECTRÓNICOS .....	94
<b>Nanotecnología y Nanomateriales</b> .....	94
<b>Propiedades Electrónicas de Materiales</b> .....	97
<b>Dispositivos Electrónicos</b> .....	101
<b>Fundamentos de Magnetismo</b> .....	104
<b>Superconductividad</b> .....	108
<b>Materiales Desordenados</b> .....	111
<b>Óptica de Semiconductores</b> .....	114
<b>Propiedades Magnéticas de Materiales</b> .....	118
<b>Semiconductores</b> .....	122
<b>Temas Selectos de Materiales Electrónicos</b> .....	126
CAMPO DE CONOCIMIENTO MATERIALES METÁLICOS .....	128
<b>Fundamentos de Metalurgia Física</b> .....	128
<b>Fundamentos de Solidificación</b> .....	131
<b>Materiales Compuestos</b> .....	134
<b>Procesos Cinéticos en Metalurgia Física</b> .....	137
<b>Solidificación</b> .....	140
<b>Superplasticidad</b> .....	143
<b>Temas Selectos de Materiales Metálicos</b> .....	146
CAMPO DE CONOCIMIENTO DE MATERIALES POLIMÉRICOS .....	148
<b>Reciclaje de Materiales Poliméricos y Compuestos</b> .....	148
<b>Física de Polímeros</b> .....	152
<b>Fisicoquímica y Caracterización de Polímeros</b> .....	156
<b>Procesamiento de Materiales Poliméricos</b> .....	160
<b>Síntesis de Polímeros</b> .....	164
<b>Temas Selectos de Materiales Poliméricos</b> .....	167
COMUNES A LOS CAMPOS DE CONOCIMIENTO .....	169
<b>Algoritmos y Métodos Computacionales</b> .....	169
<b>Matemáticas Aplicadas a Materiales II</b> .....	174
<b>Modelado Numérico I</b> .....	177
<b>Modelado Numérico II</b> .....	180
<b>Teoría de Grupos</b> .....	183

## ACTIVIDADES ACADÉMICAS OBLIGATORIAS

		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO			
		PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES			
MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES					
Programa de la actividad académica			<b>Proyecto de Investigación</b>		
Clave	Semestre 2	Créditos 4	Todos los campos de conocimiento		
Modalidad	Curso(X) Taller ( X ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T ( ) P ( ) T/P (X)	
Carácter	Obligatorio (X) Optativo ( )		Horas		
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )				
Duración del programa		Semestral	Semana		Semestre
			Teóricas 1		Teóricas 16
			Prácticas 1		Prácticas 16
			Total 2		Total 32
Seriación					
Ninguna (X)					
Obligatoria ( )					
Actividad académica antecedente					
Actividad académica subsecuente					
Indicativa ( )					
Actividad académica antecedente					
Actividad académica subsecuente					
Objetivo general: Con la intención de que, a lo largo del segundo semestre, el alumno empiece a definir el tema de su documento escrito (tesis, reporte de investigación o protocolo de investigación del examen general de conocimientos), deberá informarse acerca de los posibles temas que podría desarrollar, a fin de delimitar, concretamente con su tutor principal aquel que resulte de su interés. Al término del semestre, el alumno entregará el proyecto de investigación que como elementos mínimos deberá contener: tema, objetivo(s), antecedentes y cómo se llevará a cabo el proyecto, mismo que será evaluado y calificado por el comité tutor, en un formato que apruebe el Comité Académico.					
Índice temático					

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Definir el tema de tesis, reporte de investigación o protocolo de investigación	16	16
Total		16	16
Suma total de horas		32	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	Definir el tema de tesis, reporte de investigación o protocolo de investigación		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	
Trabajo en equipo		Examen final	
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación	X	Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)	X	Participación en clase	
Prácticas de campo	X	Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica: La que determine el comité tutor del alumno			
Bibliografía complementaria: La que determine el comité tutor del alumno			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica				<b>Estancia de Investigación</b>			
Clave	Semestre 3	Créditos 8	Todos los campos de conocimiento				
Modalidad	Curso ( ) Taller( ) Lab( ) Sem ( ) Estancia ( X )		Tipo	T ( )	P ( )	T/P ( X )	
Carácter	Obligatorio ( X )      Optativo ( )		Horas				
	Obligatorio E ( )      Optativo E ( )						
Duración del programa		Semestral	Semana		Semestre		
			Teóricas 0		Teóricas 0		
			Prácticas 4		Prácticas 64		
			Total 4		Total 64		
Seriación							
Ninguna ( X )							
Obligatoria ( )							
Actividad académica anterior							
Actividad académica subsecuente							
Indicativa ( )							
Actividad académica anterior							
Actividad académica subsecuente							

**Objetivo general:**  
Durante el tercer semestre, el alumno realizará una estancia de investigación en un laboratorio o en una instalación industrial, con el propósito de realizar actividades de investigación tecnológica en materiales, de aprendizaje de técnicas de preparación y caracterización de materiales o de cualquier otra actividad de interés profesional en el área de la ciencia e ingeniería de materiales. Estas actividades estarán enfocadas a que el alumno desarrolle la investigación de su trabajo escrito de maestría. El programa de actividades debe estar avalado por su tutor principal y ser aprobado por su comité tutor. La estancia será evaluada y calificada por el comité tutor. La evaluación y calificación tendrá un formato que apruebe el Comité Académico.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas

1	Actividades de investigación tecnológica en materiales	0	64
Total		0	64
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
1	Actividades de investigación tecnológica en materiales		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	
Trabajo en equipo		Examen final	
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación	X	Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)	X	Participación en clase	
Prácticas de campo	X	Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica: La que determine el comité tutor del alumno			
Bibliografía complementaria: La que determine el comité tutor del alumno			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica				<b>Seminario de Investigación</b>			
Clave	Semestre 4	Créditos 8	Todos los campos de conocimiento				
Modalidad	Curso ( ) Taller( ) Lab( ) Sem( X )			Tipo	T ( )	P ( )	T/P ( X )
Carácter	Obligatorio (X) Optativo ( )			Horas			
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )						
Duración del programa		Semestral		Semana		Semestre	
				Teóricas 2		Teóricas 32	
				Prácticas 2		Prácticas 32	
				Total 4		Total 64	
Seriación							
Ninguna (X)							
Obligatoria ( )							
Actividad académica antecedente							
Actividad académica subsecuente							
Indicativa ( )							
Actividad académica antecedente							
Actividad académica subsecuente							


Objetivo general:			
Durante el cuarto semestre, el alumno realizará el seminario de investigación. Este seminario está enfocado a que el alumno termine su investigación, desarrolle su documento escrito (tesis, reporte de investigación o protocolo de investigación del examen general de conocimientos), según corresponda, lo someta a la aprobación de su comité tutor (así como al representante designado por la empresa, en el caso de reporte de investigación), y lo exponga públicamente, antes de presentar su examen de grado, en el Coloquio de Estudiantes del Posgrado. Este seminario será evaluado y calificado por el comité tutor. La evaluación y calificación tendrán el formato que apruebe el Comité Académico.			
Índice temático			
	Tema		Horas semestre
			Teóricas    Prácticas
1	Término de la investigación y escritura de tesis, reporte o protocolo de investigación		32            32

		Total	32	32
		Suma total de horas	64	
Contenido Temático				
1	Término de la investigación y escritura de tesis, reporte o protocolo de investigación.			
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje		
Exposición			Exámenes parciales	
Trabajo en equipo			Examen final	
Lecturas		X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		X	Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		X	Participación en clase	
Prácticas de campo		X	Asistencia	
Aprendizaje por proyectos			Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas			Portafolios	
Casos de enseñanza			Listas de cotejo	
Otras (especificar)			Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales				
Perfil profesiográfico				
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Otra característica				
Bibliografía básica: La que determine el comité tutor del alumno				
Bibliografía complementaria: La que determine el comité tutor del alumno				



# ACTIVIDADES ACADÉMICAS OBLIGATORIAS DE ELECCIÓN

## INTRODUCTORIAS

		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO			
		PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES			
MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES					
Programa de la actividad académica <b>Fundamentos de Matemáticas para Materiales</b>					
Clave	Semestre	Créditos	Introductoria		
	1	8			
Modalidad	Curso (X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )		
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( )	Horas			
	Obligatorio E (X) Optativo E ( )				
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	Total 64	
Seriación					
Ninguna (X)					
Obligatoria ( )					
Actividad académica anterior					
Actividad académica subsecuente					
Indicativa ( )					
Actividad académica anterior					
Actividad académica subsecuente					
Objetivo general: El alumno adquirirá los conocimientos mínimos de matemáticas para el Programa de Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, obteniendo el aprendizaje de técnicas analíticas, así como de las técnicas computacionales de matemáticas simbólicas con aplicaciones y ejercicios relevantes al trabajo teórico y al trabajo experimental.					
Índice temático					
	Tema			Horas semestre	
				Teóricas	Prácticas

1	Cálculo avanzado en espacios de variables reales y complejos	23	0
2	Álgebra lineal	18	0
3	Cálculo vectorial	15	0
4	Aplicación de programas de cómputo especializados para matemáticas	8	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	<p>Cálculo avanzado en espacios de variables reales y complejos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1. Funciones, límites y continuidad</li> <li>1.2. Integración y diferenciación de funciones y sus expansiones en series</li> <li>1.3. Funciones trigonométricas: expansiones en series y representación polar</li> <li>1.4. Trucos de integración de fracciones polinomiales</li> <li>1.5. Diferenciales en el espacio de n-dimensiones</li> <li>1.6. Cálculo diferencial de varias variables, multiplicadores de Lagrange</li> <li>1.7. Integración de varias variables, ángulos sólidos en sistemas polares y otros</li> <li>1.8. Criterios de convergencia para series, series de potencias y series no convergentes</li> <li>1.9. Ecuaciones diferenciales de primer y segundo orden</li> </ul>		
2	<p>Álgebra lineal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1 Conceptos fundamentales: espacios vectoriales, bases, dimensión de un espacio vectorial</li> <li>2.2 Operadores en el espacio de n-dimensiones</li> <li>2.3 Sistemas de ecuaciones</li> <li>2.4 Ecuaciones de eigenvalores</li> <li>2.5 Espacio de funciones y teoría de Sturm-Liouville</li> <li>2.6 Interpolación lineal y por mínimos cuadrados lineales</li> </ul>		
3	<p>Cálculo vectorial</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Análisis vectorial</li> <li>3.2 Derivadas temporales de un campo vectorial</li> <li>3.3 Integrales de línea y de superficie</li> <li>3.4 Operaciones para el gradiente, rotacional y divergencia de un campo ortogonal en dos y tres dimensiones</li> <li>3.5 Operadores diferenciales en sistemas ortogonales generalizados</li> <li>3.6 Aplicaciones de gradiente, rotacional y la divergencia en medios continuos</li> </ul>		
4	Aplicación de programas de cómputo especializados para matemáticas		

	<p>4.1 Introducción a los fundamentos de operación de un programa especializado (por ejemplo, Mathematica).</p> <p>4.2 Funciones: límites, diferenciación, integración, expansión en series.</p> <p>4.3 Manipulación de listas, patrones y sustituciones.</p> <p>4.4 Graficación y aplicaciones.</p> <p>4.5 Series y ecuaciones diferenciales.</p> <p>4.6 Álgebra lineal: operaciones matriciales, diagonalización y formas canónicas.</p> <p>4.7 Aplicación: mínimos cuadrados y descomposición de valores singulares.</p> <p>4.8 Aplicación: cálculo vectorial (operadores diferenciales en varios sistemas coordenados).</p> <p>4.9 Sesiones de cómputo (Las sesiones de cómputo se intercalarán con las clases de teoría de tal manera que sea de utilidad para reforzar los temas que se van desarrollando en el salón de clases.</p>		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. Greenberg M. D., <i>Foundations of Applied Mathematics</i> , Prentice-Hall, New Jersey, 1978.			
2. Lyons L., <i>All you wanted to know about mathematics but were afraid to ask, Vol. II</i> , Cambridge University Press, Cambridge, GB, 1995.			
3. Shankar R., <i>Basic Training in Mathematics. A Fitness Program for Science Students</i> , Plenum Press, New York, 1995.			
4. Courant R., Robbins H., & Stewart I., <i>What is Mathematics. An elementary Approach to Ideas and Methods</i> , 2 <sup>nd</sup> Edition, Dover Publications, New York, 1989.			
5. Gilbert J. & Gilbert L., <i>Linear Algebra and Matrix Theory</i> , 2 <sup>nd</sup> Edition, Academic Press, San Diego, 1995.			
6. Strang G., <i>Linear Algebra and Its Applications</i> , 2 <sup>nd</sup> Edition, Academic Press, 1980.			
7. Widder D. V., <i>Advanced Calculus</i> , 2 <sup>nd</sup> Edition, Dover Publications, New York, 1989.			

Bibliografía complementaria:

1. Bahder T., *Mathematica for Scientists and Engineers*, Addison-Wesley, 1995.
2. Crandall R. E., *Mathematica for the Sciences*, Addison-Wesley, 1991.
3. Gaylord R., Kamin S. & Wellin P., *An Introduction to Programming with Mathematica*, 2<sup>nd</sup> Edition, Springer-Verlag, New York, 1996.
4. Johnson E., *Linear Algebra with Mathematica*, Brooks/Cole, Boston, 1995.
5. Lyons L., *All you wanted to know about mathematics but were afraid to ask, Vol.I & II*, Cambridge University Press, Cambridge, GB, 1995.
6. Newmann M. M. & Miller T. L., *Mathematica Projects for Vector Calculus*, Kendall/Hunt, 1996.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERIA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica <b>Introducción a la Mecánica Cuántica</b>					
Clave	Semestre 1	Créditos 8	Introdutoria		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( )	Optativo ( )	Horas		
	Obligatorio E (X)	Optativo E ( )			
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 4	64	
Seriación					
Ninguna (X)					
Obligatoria ( )					
Actividad académica anterior					
Actividad académica subsecuente					
Indicativa ( )					
Actividad académica anterior					
Actividad académica subsecuente					

Objetivo general:			
El alumno conocerá los principios y algunas de las aplicaciones asociados a dos revoluciones científicas claves del Siglo XX: la relatividad (principalmente la especial) y la mecánica cuántica. La primera por sus múltiples aplicaciones a la energía nuclear, tanto en la fisión como en la fusión; la segunda para poder abordar los fenómenos atómicos, moleculares, nucleares, del estado sólido y de materiales modernos en general.			
Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	2	0
2	Relatividad Especial	4	0
3	El Fotón	4	0
4	Ondas (de Broglie) asociables a partículas materiales	6	0

5	Ecuación de Schrödinger	6	0
6	Modelo atómico Bohr-Rutherford	6	0
7	Átomo de Hidrógeno	6	0
8	Átomos multi-electrónicos	6	0
9	Física estadística y materia condensada	6	0
10	Estructura molecular	6	0
11	Física del estado sólido	6	0
12	Radiactividad y estructura nuclear	3	0
13	Reacciones nucleares y aplicaciones a fisión y fusión	3	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	Introducción 1.1. Unidades y dimensiones		
2	Relatividad Especial 2.1. Relatividad clásica (Galileana) 2.2. El experimento de Michelson-Morley 2.3. Postulados de Einstein 2.4. Transformaciones de Lorentz 2.5. Dinámica relativista; $E = mc^2$ 2.6. Comprobaciones experimentales		
3	El Fotón 3.1. Repaso de ondas electromagnéticas 3.2. Efecto fotoeléctrico 3.3. Radiación del “cuerpo negro” 3.4. Efecto Compton 3.5. Otros procesos fotónicos		
4	Ondas (de Broglie) asociables a partículas materiales 4.1. Hipótesis de de Broglie 4.2. Relaciones de incertidumbre asociadas a ondas clásicas 4.3. Relaciones de Heisenberg 4.4. Paquetes de onda 4.5. Amplitud de probabilidad		
5	Ecuación de Schrödinger 5.1. Justificación heurística 5.2. “Receta” de Schrödinger 5.3. Probabilidades y normalización 5.4. Aplicaciones 5.5. Oscilador armónico simple 5.6. Dependencia temporal 5.7. Escalones y barreras de energía potencial		

6	<p>Modelo atómico Bohr-Rutherford</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>6.1. Modelo atómico de J. J. Thomson</li> <li>6.2. Átomo nuclear de Rutherford</li> <li>6.3. Líneas espectrales</li> <li>6.4. Modelo Hidrógeno de Bohr</li> <li>6.5. Experimento Franck-Hertz</li> <li>6.6. Deficiencias del modelo de Bohr</li> </ul>
7	<p>Átomo de Hidrógeno</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>7.1. Coordenadas esféricas polares</li> <li>7.2. Funciones de onda del átomo de Hidrógeno</li> <li>7.3. Probabilidades radiales</li> <li>7.4. Momento angular orbital</li> <li>7.5. Espín intrínseco</li> <li>7.6. Niveles de energía</li> </ul>
8	<p>Átomos multi-electrónicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>8.1. Principio de exclusión de Pauli</li> <li>8.2. Estados electrónicos en átomos multi-electrónicos</li> <li>8.3. Tabla Periódica de los Elementos</li> <li>8.4. Propiedades de los elementos</li> <li>8.5. Rayos X</li> <li>8.6. Espectros ópticos</li> </ul>
9	<p>Física estadística y materia condensada</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>9.1. Estadística clásica y cuántica</li> <li>9.2. Distribución de Maxwell de velocidades moleculares</li> <li>9.3. Distribución de Maxwell-Boltzmann de energías</li> <li>9.4. Estadística cuántica</li> <li>9.5. Aplicaciones de las estadísticas de Bose-Einstein y de Fermi-Dirac</li> </ul>
10	<p>Estructura molecular</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>10.1. Ion hidrógeno molecular</li> <li>10.2. Hidrógeno molecular y enlace covalente</li> <li>10.3. Enlace iónico</li> <li>10.4. Vibraciones moleculares</li> <li>10.5. Rotaciones moleculares</li> <li>10.6. Espectros moleculares</li> </ul>
11	<p>Física del estado sólido</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>11.1. Sólidos iónicos y covalentes</li> <li>11.2. Otros tipos de enlaces</li> <li>11.3. Teoría de bandas en estado sólido</li> <li>11.4. Electrones en metales</li> <li>11.5. Superconductividad</li> <li>11.6. Semiconductores</li> </ul>
12	<p>Radiactividad y estructura nuclear</p>

	12.1. Constituyentes, tamaños y formas nucleares 12.2. Masas y energías de enlaces nucleares 12.3. Fuerzas nucleares 12.3. Decaimiento radiactivo: alfa, beta y gama 12.4. Radiactividad natural		
13	Reacciones nucleares y aplicaciones a fisión y fusión 13.1. Tipos de reacciones nucleares 13.2. Producción de radioisótopos en reacciones nucleares 13.3. Fisión 13.4. Fusión.		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación:			
Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atkins, P.W., Friedman R.S., <i>Molecular Quantum Mechanics</i>, 3ra edición. Oxford University Press, 1997.</li> <li>2. Beiser A., <i>Concepts of Modern Physics</i>, 6a edición, McGrawHill, 2002.</li> <li>3. Levine, I. N., <i>Quantum Chemistry</i>, 5a edición, Prentice Hall, 2000</li> <li>4. Sutton A.P, <i>Electronic Structure of Materials</i>, Oxford Univerity Press, 1993.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. de Llano M., <i>Mecánica Cuántica</i>, 2ª Edición, Facultad de Ciencias, UNAM, 2002 (con reimpresión del 2006).</li> <li>2. Krane K. S., <i>Modern Physics</i>, 2da. Edición, Wiley, 1996</li> </ol>			





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERIA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica <b>Introducción a la Química de Materiales</b>			
Clave	Semestre 1	Créditos 8	Introdutoria
Modalidad	Curso (X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( )	Horas	
	Obligatorio E (X) Optativo E ( )		
Duración del programa	Semestral		Semana
			Teóricas 4
			Prácticas 0
			Total 4
		Semestre	Teóricas 64
			Prácticas 0
			Total 64
Seriación			
Ninguna (X)			
Obligatoria ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			
Indicativa ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			



Objetivo general:  
El alumno que tenga una formación de licenciatura en otra área del conocimiento, adquirirá los conceptos básicos de química necesarios para nivelarse y posteriormente cursar otras actividades académicas relacionadas.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Conceptos fundamentales	8	0
2	Periodicidad química	10	0
3	Enlace químico	24	0
4	Oxidación-reducción	8	0
5	Soluciones	6	0
6	Ácidos y bases	8	0
Total		64	0

Suma total de horas		64
Contenido Temático		
Tema y subtemas		
1	Conceptos fundamentales 1.1. Átomo, elementos químicos (estables y radiactivos), isótopos, molécula y cristal. 1.2. Defectos en un cristal. 1.3. Compuesto, isómero, fórmula mínima y fórmula molecular. 1.4. Número de Avogadro, masa, número atómico y masa molecular. 1.5. Concepto de mol.	
2	2. Periodicidad química 2.1. Tabla periódica, grupos y periodos. 2.2. Números cuánticos. 2.3. Configuración electrónica. 2.4. Apantallamiento, carga nuclear efectiva, número de oxidación, valencia. 2.5. Propiedades electrónicas (energía de ionización y afinidad electrónica). 2.6. El tamaño de los átomos (radio atómico, radio iónico, radio covalente, radio metálico). 2.7. Electronegatividad	
3	Enlace químico 3.1. Regla del octeto. 3.2. Enlace covalente y sus propiedades. 3.3. Teoría de enlace valencia y orbitales moleculares. 3.4. Enlace iónico y sus propiedades (campo cristalino, ciclo de Born-Haber). 3.5. Enlace metálico y sus propiedades. 3.6. Otras fuerzas químicas (puente de hidrógeno, de van der Waals, etc).	
4	Oxidación-reducción 4.1. Reacciones químicas de oxidación-reducción. 4.2. Estados de oxidación. 4.3. Notación iónica en las ecuaciones. 4.4. Balanceo de ecuaciones de oxidación reducción.	
5	Soluciones 5.1. Solute y disolvente. 5.2. Unidades de concentración (molaridad, normalidad, molalidad, porcentaje en peso y volumen, partes por millón, etc). 5.3. Solubilidad en solventes polares y apolares.	
6	Ácidos y bases 6.1. Definición de ácido y base. 6.2. Ionización del agua, hidrólisis. 6.3. Determinación del pH 6.4. Soluciones tampón (buffer) e indicadores 6.5. Propiedades ácido-base de las sales 6.6. Propiedades ácido-base de los óxidos e hidróxidos	
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje
Exposición		Exámenes parciales
		X

Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Chang R., <i>Química</i>, Edit. McGraw-Hill, 2002.</li> <li>2. Cotton F. A. y Wilkinson G., <i>Química Inorgánica Avanzada</i>, Edit. Limusa Noriega Editores, 2001.</li> <li>3. Garritz A. y Chamizo J., <i>Estructura Atómica</i>, Edit. Addison-Wesley Iberoamericana 1ª. Edic. USA 1994.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Huheey J. E., <i>Química Inorgánica. Principios de Estructura y Reactividad</i>, Edit. Harla, 1981.</li> <li>2. Manku G. S., <i>Principios de Química Inorgánica</i>, Edit. Mc-Graw Hill, 1992.</li> </ol>			

BÁSICAS

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERIA DE MATERIALES	
<b>MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES</b>		

Programa de la actividad académica <b>Estructura de los Materiales</b>					
Clave	Semestre 1 o 2	Créditos 12	Básica		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( )	Optativo ( )	Horas		
	Obligatorio E (X)	Optativo E ( )			
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 6	Teóricas 96	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 6	Total 96	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

**Objetivo general:**  
 El alumno aprenderá los conceptos matemáticos básicos sobre la simetría cristalina y su aplicación a través de la difracción, así como a utilizar las diversas técnicas de difracción en el estudio de los materiales. Dichos contenidos están dirigidos a alumnos de diversas disciplinas como la física, ingeniería, química y otras áreas afines.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Simetría Cristalina	40	0
2	Difracción De Rayos-X	20	0
3	Otras técnicas de difracción	16	0
4	Casos Prácticos	20	0

		Total	96	0
		Suma total de horas	96	
Contenido Temático				
	Tema y subtemas			
1	<p>Simetría Cristalina</p> <p>1.1 Aspectos fundamentales de teoría de grupos</p> <p>1.1.1 Concepto de grupo</p> <p>1.1.2 Clases conjugadas</p> <p>1.1.3 Subgrupo, subgrupo invariante, grupo factor</p> <p>1.1.4 Isomorfismo, homomorfismo.</p> <p>1.1.5 Aplicación a grupos puntuales cristalográficos</p> <p>a. Grupos espaciales</p> <p>1.2.1 Grupos traslacionales</p> <p>1.2.2 Sistemas cristalinos</p> <p>1.2.3 Redes de Bravais</p> <p>1.2.4 Representación de los grupos de traslaciones</p> <p>1.2.5 Red recíproca</p> <p>1.2.6 Representaciones de grupos</p> <p>b. Clasificación de grupos espaciales</p> <p>1.3.1 Nomenclatura</p> <p>1.3.2 Grupos no simórficos (planos de deslizamiento, ejes helicoidales)</p> <p>1.3.3 Tablas internacionales (estructuras cristalinas, casos particulares)</p> <p>c. El estado cristalino</p> <p>1.4.1 Introducción: estados ordenados y desordenados.</p> <p>1.4.2 Índices de Miller</p> <p>1.4.3 Poliedros de coordinación</p> <p>1.4.4 Empaquetamientos: <i>hcp</i> y <i>ccp</i></p> <p>1.4.5 Sitios intersticiales: tetraédricos y octaédricos</p>			

2	<p>Difracción de Rayos-X</p> <p>2.1 Introducción</p> <p>2.1.1 Naturaleza y propiedades de los rayos-x.</p> <p>2.1.2 Fundamentos de difracción, reflexión, dispersión e interferencia.</p> <p>2.1.3 Producción de rayos-x. Longitudes de onda características.</p> <p>2.2. Geometría de la difracción</p> <p>2.2.1 La ley de Bragg</p> <p>2.2.2 La esfera de Ewald,</p> <p>2.2.3 Exploración del espacio recíproco en el patrón de difracción de cristal único.</p> <p>2.2.4 Métodos de difracción en policristales. Geometría Bragg-Bretano y otras configuraciones.</p> <p>2.2.5 Indexación de difractogramas, manual y asistida por computadora</p> <p>2.3 Factores que intervienen en la intensidad de la difracción</p> <p>2.3.1 El factor de estructura. El problema de las fases.</p> <p>2.3.2 Extinciones sistemáticas</p> <p>2.3.3 El factor de Lorentz-polarización.</p> <p>2.3.4 El factor multiplicidad.</p> <p>2.3.5 Factores de absorción y temperatura.</p>
3	<p>Otras técnicas de difracción</p> <p>3.1 Difracción, de electrones, conceptos básicos de microscopía electrónica.</p> <p>3.2 La radiación sincrotrón, particularidades y uso de la técnica.</p> <p>3.2 La difracción de neutrones.</p>
4	<p>Casos Prácticos</p> <p>4.1 Estudio de estructuras tipo.</p> <p>4.2 Determinación del grupo puntual y de espacio.</p> <p>4.3 Determinación del tamaño de cristalito y micro-deformaciones: ecuación de Scherrer , de Stokes, Método de Williamson-Hall</p> <p>4.4 Determinación de la textura cristalina, figuras de polo y función de distribución de orientaciones</p> <p>4.5 Defectos cristalinos y su influencia en la difracción.</p> <p>4.5.1 Interpretación y recolección de datos de rayos X de cristal único (Método directo y/o método de Patterson)</p>
Estrategias didácticas	
Evaluación del aprendizaje	
Exposición	Exámenes parciales
X	

Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	X
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	
Prácticas de campo		Asistencia	X
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Band Theory of Solids: An introduction from the point of view of symmetry</i>, Simon L. Altmann. Oxford University Press. 1991.</li> <li>2. Burns G. and Glazer A.M., <i>Space Groups for Solid State Scientists</i>, Academic Press, 1990.</li> <li>3. Cowley J., <i>Electron Diffraction Techniques</i>, Oxford Science Pub., 1992.</li> <li>4. Cullity B. D., <i>Elements of X-Ray Diffraction</i>, 1978. 9 Wyckoff R.W., <i>Crystal Structures</i>, 2nd. Edition, Interscience Pub., 1966. –</li> <li>5. Giacovazzo C., Monaco H.L., Viterbo D., Scordari F., Gilli G., Zanotti G., Catti M., <i>Fundamentals of Crystallography</i>, Oxford University Press, 1992.</li> <li>6. Maureen M. Julian. <i>Foundations of Crystallography with Computer Applications</i>, Second Edition, Taylor&amp;Francis Group, 2015.</li> <li>7. Pecharsky V. K. and Zavalij P. Y., <i>Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials</i>, Springer Science+Business Media Inc., NY, USA, 2005.</li> <li>8. <i>Powder diffraction: Theory and Practice.</i>- Edited by Robert E. Dinnebier and Simon J.L. Billinge RSC Publishing 2008.</li> <li>9. Richard J.D. <i>Crystals and Crystal Structures</i>, John Wiley &amp; Sons Ltd, 2006.</li> <li>10. <i>Symmetry Relationships between Crystals Structures. Applications of Crystallographic Group theory in Crystal Chemistry.</i> Ulrich Müller. Oxford University Press, 2013.</li> <li>11. <i>X-Ray Diffraction by Polycrystalline Materials</i>, Rene Guinebretiere ISTE Ltd 2007</li> <li>12. <i>X-Ray Diffraction for Materials Research: From Fundamentals to Applications</i>, M. Lee. Apple Academic Press 2016.</li> </ol>			

Bibliografía complementaria:

1. *International Tables of Crystallography*, Volume A, IUCr, Springer. International Tables for Crystallography, Volume A: Space-group symmetry, International Union of Crystallography. Springer.
2. Glazer A.M., Hilger A., *The Structure of Crystals*, England, 1987.
3. Hyde B. G., *Inorganic Crystal Structure*,. Wiley and Sons, 1989.
4. Jackson A. G., *Handbook of Crystallography*. Springer-Verlag, New York, 1991.
5. Ladd M.F.C and Palmer R.A., *Structure Determination by X-ray Cristallography*, Plenum Press, New York, 1993. .
6. West A. R., *Solid State Chemistry and its Applications*, Wiley, 2000.





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERIA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica <b>Química de los Materiales</b>			
Clave	Semestre 1 o 2	Créditos 12	Básica
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( )	Horas	
	Obligatorio E (X) Optativo E ( )		
Duración del programa	Semestral	Semana	Semestre
		Teóricas 6	Teóricas 96
		Prácticas 0	Prácticas 0
		Total 6	Total 96
Seriación			
Ninguna (X)			
Obligatoria ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			
Indicativa ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			

Objetivo general:  
El alumno adquirirá los conceptos básicos de los diferentes modelos atómicos, así como una de las posibles divisiones de los materiales y sus diferentes propiedades. Además conocerá ejemplos de materiales con sus posibles aplicaciones.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Fundamentos	40	0
2	Aplicaciones	56	0
Total		96	0
Suma total de horas		96	
Contenido Temático			

Tema y subtemas			
1	<p>Fundamentos</p> <p>a. Enlace químico. Tipos de enlace: iónico, covalente, metálico. Fuerzas de interacción: dipolo-dipolo, dipolo inducido-dipolo inducido, Fuerzas de dispersión de London/Fuerzas de van der Waals, puentes de hidrógeno. Modelos de enlace químico: hibridación, orbitales moleculares, TRPECV.</p> <p>b. Equilibrio Químico. Tipos de enlace: iónico, covalente, metálico. Fuerzas de interacción: dipolo-dipolo, dipolo inducido-dipolo inducido, Fuerzas de dispersión de London/Fuerzas de van der Waals, puentes de hidrógeno. Modelos de enlace químico: hibridación, orbitales moleculares, TRPECV.</p> <p>c. Cinética Química. Cinética de reacciones: orden de reacción, velocidad de reacción, molecularidad de una reacción, activación térmica, ecuación de Arrhenius, teoría de colisiones, teoría del estado de transición. Difusión: Mecanismos, leyes de Fick.</p>		
2	<p>Aplicaciones</p> <p>2.1 Materiales poliméricos. Compuestos orgánicos: nomenclatura, alcanos, alquenos, alquinos, aromáticos, grupos funcionales. Polímeros: estructura, composición, síntesis y aplicaciones. Bioquímica: aminoácidos, péptidos y proteínas, lípidos, ácidos nucleicos, biosíntesis de proteínas. Propiedades y ejemplos, polímeros y materiales funcionales.</p> <p>2.2 Materiales metálicos. Teoría de bandas: metales, aislantes y semiconductores. Brecha de energía prohibida, envenenamiento y dispositivos, por ejemplo: celdas solares, LEDs, detectores, etc.</p> <p>2.3 Materiales cerámicos. Ejemplos de materiales cristalinos y sus aplicaciones, e.g. zeolitas, silicatos, polímeros de coordinación etc. Ejemplos de materiales amorfos, vidrios inorgánicos: óxidos, silicatos, metales, carbones. Soluciones acuosas.</p>		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	
<p>Bibliografía básica:</p> <p>1.-<i>General Chemistry: Principles, Patterns, and Applications</i>. Saylor Foundation, 2011. [A free online textbook]</p> <p>2.-Shackelford, J. <i>Introduction to Materials Science for Engineers</i>. 6th edition. Upper Saddle River, NJ: Pearson, 2004. ISBN: 9780131424869.</p> <p>Chapter 3, "Crystalline Structure"</p> <p>Chapter 4, "Crystal Defects."</p> <p>Chapter 5, "Diffusion."</p> <p>Chapter 9, "Phase Diagrams."</p> <p>Chapter 12, "Ceramics and Glasses."</p> <p>Chapter 13, "Polymers."</p>	
<p>Bibliografía complementaria:</p> <p>1.-Atkins, P. and DePaula, <i>Physical Chemistry J</i>. 8<sup>th</sup> ed., Oxford University Press</p> <p>2.-William D. Callister, Jr. <i>Materials Science and Engineering, An Introduction</i>, 7<sup>th</sup> ed., John Wiley and Sons, Inc.</p>	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERIA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica <b>Estructura Electrónica de Materiales</b>					
Clave	Semestre 1 o 2	Créditos 12	Básica		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( )	Optativo ( )	Horas		
	Obligatorio E (X)	Optativo E ( )			
Duración del programa		Semestral	Semana	Semestre	
			Teóricas 6	Teóricas 96	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 6	Total 96	
Seriación					
Ninguna (X)					
Obligatoria ( )					
Actividad académica antecedente					
Actividad académica subsecuente					
Indicativa ( )					
Actividad académica antecedente					
Actividad académica subsecuente					

Objetivo general:		
El alumno adquirirá conocimientos sobre la visión moderna de la estructura electrónica de los materiales. A diferencia de los cursos tradicionales del estado sólido, donde se hace énfasis en la teoría del electrón libre o la teoría de bandas en un material cristalino perfecto invocando el concepto del espacio recíproco, en el presente curso se hará énfasis en el espacio real como un enfoque complementario en el que se pueden tratar tanto los defectos electrónicos como las propiedades de materiales amorfos, además de los cristalinos. De esta manera, el alumno obtendrá una metodología versátil y más útil para entender la estructura electrónica de los materiales. Siendo este enfoque más cercano a la concepción química de la descripción de sistemas electrónicos (moleculares y extendidos), favorecerá la correlación rápida entre los conocimientos de los alumnos egresados de las licenciaturas de física, química e ingeniería y el contenido del curso.		
Índice temático		
	Tema	Horas semestre

		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	8	0
2	La molécula diatómica	8	0
3	Sistemas finitos e infinitos	12	0
4	Sistemas bidimensionales y tridimensionales	12	0
5	Brechas de energía	8	0
6	Enlace s-p: el caso del silicio	6	0
7	Teoría del electrón libre	10	0
8	Propiedades de los metales dentro de la aproximación del electrón libre	12	0
9	Metales de transición	12	0
10	Introducción a la teoría cuantitativa moderna	4	0
11	Más allá de la teoría de bandas: Tratamiento informativo de temas actuales (NOTA: Este capítulo no debe incluirse en el examen final de la actividad académica ni en el examen disciplinario.)	4	0
Total		96	0
Suma total de horas		96	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	Introducción 1.1. Revisión de algunos conceptos matemáticos asociados a la Mecánica Cuántica: bras y kets 1.2. El átomo de hidrógeno 1.3. Metales, semiconductores y aislantes		
2	La molécula diatómica 2.1. La molécula diatómica homonuclear: la molécula de hidrógeno 2.2. La molécula diatómica heteronuclear 2.3. Electronegatividad 2.4. Energía de enlace y orden de enlace		
3	Sistemas finitos e infinitos 3.1. Cadenas moleculares y el espacio k 3.2. Orden de enlace en un sistema infinito 3.3. Densidad de estados local y total 3.4. Bandas de energía y energía de enlace 3.5. El teorema de los momentos 3.6. La aleación binaria		
4	Sistemas bidimensionales y tridimensionales 4.1. El sólido visto como una molécula gigante 4.2. La red cuadrada 4.3. La red cúbica 4.4. Las zonas de Brillouin para las redes fcc y bcc 4.5. La ecuación de movimiento para un electrón bajo la presencia de un campo externo 4.6. El concepto de hueco		

	<p>4.7. La superficie de Fermi</p> <p>4.8. La densidad de estados en cristales bidimensionales y tridimensionales</p> <p>4.9. La matriz de densidad, orden de enlace y la energía de enlace</p> <p>4.10. El teorema de los momentos aplicado a los cristales bidimensionales y tridimensionales</p>
5	<p>Brechas de energía</p> <p>5.1. La cadena infinita con dos estados s por átomo</p> <p>5.2. Brechas de energía en una cadena lineal de una aleación binaria</p> <p>5.3. Distorsiones de Peierls</p> <p>5.4. Metales, aislantes y el enlace metálico</p>
6	<p>Enlace s-p: el caso del silicio</p> <p>6.1. Enlace s-p entre dos átomos de silicio</p> <p>6.2. Dependencia angular de las integrales de saltos asociados a los enlaces s-p y p-p</p> <p>6.3. Híbridos sp</p> <p>6.4. Modelos simples de la estructura electrónica del silicio con coordinación tetraédrica</p> <p>6.5. Estructura de bandas del silicio empleando una base atómica mínima</p> <p>6.6. Orden de enlace y energía de enlace en el silicio empleando una base atómica mínima</p>
7	<p>Teoría del electrón libre</p> <p>7.1. Aproximación del electrón libre</p> <p>7.2. Electrones dentro de una caja</p> <p>7.3. Densidad de estados</p> <p>7.4. Bandas de energía en las aproximaciones del electrón libre y calculadas a partir de la combinación lineal de orbitales atómicos</p> <p>7.5. Modelo del electrón casi libre</p> <p>7.6. Pseudopotenciales</p> <p>7.7. Apantallamiento</p> <p>7.8. Correlación e intercambio</p>
8	<p>Propiedades de los metales dentro de la aproximación del electrón libre</p> <p>8.1. Estadística de Fermi-Dirac</p> <p>8.2. Potencial de contacto</p> <p>8.3. Calor específico electrónico</p> <p>8.4. Conductividad eléctrica</p> <p>8.5. Conductividad térmica</p> <p>8.6. La ley de Wiedeman-Franz</p> <p>8.7. Efecto Hall</p> <p>8.8. Energía de cohesión en metales simples</p> <p>8.9. Diferencias energéticas estructurales</p>
9	<p>Metales de transición</p> <p>9.1. El modelo de Friedel</p> <p>9.2. Potenciales de Finnis-Sinclair</p> <p>9.3. Enlaces d-d</p> <p>9.4. Estructura cristalina en la familia de los metales de transición</p> <p>9.5. Enlace en las aleaciones metálicas</p>
10	<p>Introducción a la teoría cuantitativa moderna</p> <p>10.1. La aproximación de Born-Oppenheimer</p>

	10.2. Bosquejo de la teoría de la funcional de densidad		
	10.3. Algunas aplicaciones		
11	<p>Más allá de la teoría de bandas: Tratamiento informativo de temas actuales (NOTA: Este capítulo no debe incluirse en el examen final de la actividad académica ni en el examen disciplinario.)</p> <p>11.1. Electrones en materiales no cristalinos</p> <p>11.2. La brecha energética en el silicio amorfo</p> <p>11.3. Localización electrónica</p> <p>11.4. Polarones</p> <p>11.5. Localización de Anderson</p> <p>11.6. Transición metal-aislante</p> <p>11.7. Superconductividad</p> <p>11.8. Magnetismo</p> <p>11.9. Cuasicristales</p>		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. Ashcroft N.W. and Mermin N.D., Solid State Physics, Holt-Saunders International Editions, 1975.			
2. Harrison W.A., Electronic Structure and the Properties of Solids, Dover Publications, 1989.			
3. Ibach H. and Lüth H., Solid State Physics, 3th. edition, Springer Verlag, 1993			
4. Sutton A.P., Electronic Structure of Materials, 1st. Edition, Oxford Science Pub., 1994.			
Bibliografía complementaria:			
1. Kittel C., Introduction to Solid State Physics, John Wiley & Sons, 6th. edition, 1986.			
2. Mckelvey J.P., Física del Estado Sólido y de Semiconductores, Editorial Limusa, 1980.			
3. Ziman J. M., Principles of the Theory of Solids, Cambridge University Press, 2nd. Edition, 1972.			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERIA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica <b>Mecánica de Medios Continuos</b>			
Clave	Semestre 1 o 2	Créditos 12	Básica
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo T (X) P ( ) T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( )		Horas
	Obligatorio E (X) Optativo E ( )		
Duración del programa		Semestral	Semana
			Semestre
			Teóricas 6
			Teóricas 96
			Prácticas 0
			Prácticas 0
			Total 6
			Total 96
Seriación			
Ninguna (X)			
Obligatoria ( )			
Actividad académica antecedente			
Actividad académica subsecuente			
Indicativa ( )			
Actividad académica antecedente			
Actividad académica subsecuente			

Objetivo general:  
El alumno conocerá los fundamentos que le permitirán trabajar en el área de Mecánica Aplicada y Materiales Complejos, adquiriendo de manera unificada la teoría que describe el comportamiento de fluidos y sólidos.  
Conocerá las bases matemáticas necesarias para desarrollar la teoría de medios continuos, además de los conceptos de cinemática y dinámica de un medio continuo, así como algunas ecuaciones constitutivas para sólidos y fluidos.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Antecedentes matemáticos [Bibliografía 3, 4 y 5]	16	0
2	Cinemática del medio continuo [Bibliografía 2, 6]	16	0



3	Dinámica del medio continuo [Bibliografía 2 Cap. 3; Bibliografía 6, Cap. 1,]	12	0
4	Ecuaciones constitutivas [Bibliografía 7, Caps. 4 y 5; Bibliografía 10 Cap. 6]	10	0
5	Elasticidad lineal [Bibliografía 2, Cap. 6; Bibliografía 5, Cap. 9;]	14	0
6	Análisis lineal de mecánica de fluidos [Bibliografía 2, Cap.7; Bibliografía 5, Cap. 10; Bibliografía 8, Caps. 4 y 7]	14	0
7	Viscoelasticidad lineal [Bibliografía 2, Cap. 9; Bibliografía 7, Cap. 5; Bibliografía 9, Caps. 1 y 2]	14	0
Total		96	0
Suma total de horas		96	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	<p>Antecedentes matemáticos [Bibliografía 3, 4 y 5]</p> <p>1.1. Transformaciones lineales de coordenadas</p> <p>1.2. Notación indicial</p> <p>1.3. Transformaciones generales de coordenadas</p> <p>1.4. Teorema Espectral, de Cayley-Hamilton y Descomposición Polar</p> <p>1.5. Tensor Métrico Fundamental, derivadas covariantes y símbolos de Christoffel</p> <p>1.6. Gradiente, divergencia, rotacional y el operador <math>\nabla \otimes \otimes</math></p> <p>1.7. El tensor de Riemann y las identidades de Bianchi</p> <p>1.8 Interpretación física de vectores y tensores</p>		
2	<p>Cinemática del medio continuo [Bibliografía 2, 6]</p> <p>2.1. Definición de un medio continuo [Bibliografía 5, páginas 1 y 2]</p> <p>2.2. Mapeos y representaciones de medios continuos</p> <p>2.3. Descripción de Euler y descripción de Lagrange</p> <p>2.4. El tensor de deformación de un medio continuo</p> <p>2.5. Dilataciones y deformaciones puras</p> <p>2.6. El tensor de rapidez de deformación</p> <p>2.7. Teorema de Reynolds</p> <p>2.8. La ecuación de balance de masa</p>		
3	<p>Dinámica del medio continuo [Bibliografía 2 Cap. 3; Bibliografía 6, Cap. 1,]</p> <p>3.1. Las fuerzas de cuerpo y las fuerzas de superficie</p> <p>3.2. El tensor de esfuerzos</p> <p>3.3. Ejes principales y círculo de Mohr</p> <p>3.4. Las ecuaciones de balance de momento lineal</p> <p>3.5. Simetría del tensor de esfuerzos.</p> <p>3.6. Ecuación de balance de momento angular</p>		
4	<p>Ecuaciones constitutivas [Bibliografía 7, Caps. 4 y 5; Bibliografía 10 Cap. 6]</p> <p>4.1. Desigualdad de Clsius-Duhem. Axiomas constitutivos</p> <p>4.2. Sólido elástico</p> <p>4.3. Sólido elasto-plástico</p> <p>4.4. Fluidos ideales</p> <p>4.5. Fluidos newtonianos</p>		

	4.6. Fluidos no newtonianos y sólidos no hookeanos 4.7. Otros materiales: Materiales ortotrópicos y triclónicos		
5	Elasticidad lineal [Bibliografía 2, Cap. 6; Bibliografía 5, Cap. 9;] 5.1. Ley de Hooke 5.2. Elasticidad lineal 5.3. Elasticidad plana 5.4. Torsión		
6	Análisis lineal de mecánica de fluidos [Bibliografía 2, Cap.7; Bibliografía 5, Cap. 10; Bibliografía 8, Caps. 4 y 7] 6.1. Tensor de esfuerzos viscosos 6.2. Ecuación de Navier-Stokes 6.3. Soluciones exactas y aproximadas de la ecuación de Navier-Stokes		
7	Viscoelasticidad lineal [Bibliografía 2, Cap. 9; Bibliografía 7, Cap. 5; Bibliografía 9, Caps. 1 y 2] 7.1. Ecuaciones constitutivas y sus propiedades 7.2. Modelos simples		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. Atanackovic T. M., Guran A, <i>Theory of Elasticity for Scientists and Engineers</i> , Birkhäuser, Boston, 2000.			
2. Bird, Armstrong, Hassager, <i>Dynamics of Polymeric Fluids I: Fluid Mechanics</i> , Chandrasekharaiah D.S. and Debnath L., <i>Continuum Mechanics</i> , Academic Press, Boston, 1994.			
3. Christensen M., <i>Theory of Viscoelasticity</i> , Academic Press, 1971			
4. Chung T. J., <i>Applied Continuum Mechanics</i> , Cambridge UK, 1996.			
5. Mase G.E. and Mase G.T., <i>Continuum Mechanics for Engineers</i> , CRC Press, Boca Raton, 1992.			

6. Narasimhan M., *Principles of Continuum Mechanics*, John Wiley & Sons, Inc., N.Y., 1993.

7. Simmonds J. G., *A Brief Tensor Analysis*, 2nd edition, Springer-Verlag, 1994.

8. Sokolnikoff J. S., *Análisis Tensorial*, Ed. Limusa, 1982.

Bibliografía complementaria:

1. Eringen C.A., *Mechanics of Continua*, Krieger Publishing, Malabar, 1980.

2. Eringen A.C. and Maugin G.A., *Electrodynamics of Continua I: Foundations and Solid Mechanics*, Springer-Verlag, N.Y., 1990.

3. Fung Y.C., *A First Course in Continuum Mechanics*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1969.

4. Gurtin M.E., *An Introduction to Continuum Mechanics*, Academic Press, 1981.

5. Hunter S.C., *Mechanics of Continuous Media*, John Wiley & Sons, N.Y., 1983.

6. Spencer A.J.M., *Continuum Mechanics*, John Wiley & Sons, N.Y., 1980.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA

E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Propiedades Mecánicas de Materiales**

Clave	Semestre 1 o 2	Créditos 12	Básica			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( )	Optativo ( )	Horas			
	Obligatorio E (X)	Optativo E ( )				
Duración del programa		Semestral	Semana		Semestre	
			Teóricas 6		Teóricas 96	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 6		Total 96	

Seriación

Ninguna (X)

Obligatoria ( )

Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno conocerá los fundamentos de la física del comportamiento mecánico de los materiales, así como los mecanismos de las fallas mecánicas de los materiales y las características mecánicas distintivas de cada tipo de material.

Adquirirá conocimientos sólidos sobre propiedades mecánicas y microestructura y aprenderá a relacionar el comportamiento mecánico macroscópico con la microestructura de los materiales.

El alumno deberá contar con los conocimientos de los temas de la actividad académica introductoria del Posgrado "Fundamentos de Matemáticas para Materiales" y de un curso elemental de física moderna al nivel de licenciatura.

Índice temático

	Tema	Horas semestre
--	------	-------------------

		Teóricas	Prácticas
1	Átomos, moléculas y estructuras cristalinas [ Z. D. Jastrzebski; R.E. Reed-Hill ]	6	0
2	Comportamiento Mecánico [ Dieter G. E.; Ashby M.F. ]	6	0
3	Defectos en sólidos [Dieter G.E., Cap. 5; Nabarro F.R.N., Cap. 2; Hirth J.P., Lothe J., Cap. 3]	12	0
4	Diagramas de fase [ Z.D. Jastrzebski; W.D. Callister]	12	0
5	Deformación y re-cristalización [W.D. Callister; M.F. Ashby]	12	0
6	Fractura [Dieter G.E., Cap. 7; Ashby M.F. and Jones D.R.H.]	3	0
7	Tratamientos superficiales [S.H. Avner]	3	0
8	Super-plasticidad y Anelasticidad [Z.D. Jastrzebski; W.D. Callister; Padmanabhan K.A]	6	0
9	Propiedades mecánicas de Cerámicos [Ashby M.F. and Jones D.R.H.]	12	0
10	Materiales compuestos [Ashby M.F. and Jones D.R.H.]	6	0
11	Propiedades Mecánicas de Polímeros [Ashby M.F. and Jones D.R.H., y Young R.J. Ward y Hadley]	12	0
12	Mecánica del medio Continuo [F.P. Beer]	6	0
Total		96	0
Suma total de horas		96	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	Átomos, moléculas y estructuras cristalinas [ Z. D. Jastrzebski; R.E. Reed-Hill ]  1.1 El átomo de Bohr 1.2 Ecuación de Schrödinger 1.3 Enlaces atómicos 1.4 Ángulos de enlace 1.5 Enlace de Van der Waals 1.6 Redes de Bravais 1.7 Sistemas cristalinos 1.8 Índices de Miller 1.9 Métodos para determinar la estructura cristalina.		
2	Comportamiento Mecánico [ Dieter G. E.; Ashby M.F. ]  2.1 Las pruebas de tensión y compresión 2.2 La prueba de dureza 2.3 La prueba de Impacto 2.4 La prueba de fatiga 2.5 La prueba de termo-fluencia. 2.6 Bases atómicas del comportamiento elástico		

3	<p>Defectos en sólidos [Dieter G.E., Cap. 5; Nabarro F.R.N., Cap. 2; Hirth J.P., Lothe J., Cap. 3]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Introducción</li> <li>3.2 Teoría elástica de las dislocaciones; Caso general, dislocación de tornillo y de borde</li> <li>3.3 Teoría elástica de defectos puntuales</li> <li>3.4 Interacción entre dislocaciones rectilíneas</li> <li>3.5 Interacción entre dislocación y esfuerzo aplicado</li> <li>3.6 Interacción entre dislocación y defectos puntual</li> <li>3.7 Tensión de línea</li> <li>3.8 Fuerzas imágenes</li> <li>3.9 Dislocaciones parciales</li> </ul>
4	<p>Diagramas de fase [ Z.D. Jastrzebski; W.D. Callister]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 Nucleación homogénea</li> <li>4.2 Nucleación heterogénea.</li> <li>4.1 Diagramas de una sola componente, alotropía.</li> <li>4.2 Diagramas binarios.</li> <li>4.3 Reglas de Hume Rothery</li> <li>4.3 Regla de la palanca</li> <li>4.4 Regla de las fases de Gibbs.</li> <li>4.3 Diagramas ternarios</li> </ul>
5	<p>Deformación y re-cristalización [W.D. Callister; M.F. Ashby]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1 Planos y direcciones de deslizamiento</li> <li>5.2 Ley de Schmid</li> <li>5.3 El papel de las fronteras de grano en la deformación plástica.</li> <li>5.4 Endurecimiento por deformación en frío.</li> <li>5.5 Recuperación por re-cristalización.</li> <li>5.6 Endurecimiento por aleación.</li> <li>5.7 Endurecimiento por precipitación</li> <li>5.8 Endurecimiento por difusión</li> <li>5.9 Transformación Martensítica.</li> <li>5.10 Transformación Martensítica en aceros.</li> <li>5.11 Templabilidad de los aceros</li> <li>5.12 Hierros de fundición.</li> </ul>

6	<p>Fractura [Dieter G.E., Cap. 7; Ashby M.F. and Jones D.R.H.]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>6.1 Esfuerzo teórico para producir fractura</li> <li>6.2 Teoría de Griffith</li> <li>6.3 Tipos de fractura.</li> <li>6.4 Teorías sobre la iniciación de grietas.</li> <li>6.5 Transición frágil-ductil.</li> <li>6.6 Fractura por fatiga.</li> <li>6.7 Aplicaciones. Consideración de la falla por fractura en el diseño de equipo</li> </ul>
7	<p>Tratamientos superficiales [S.H. Avner]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>7.1 Mecanismos de difusión.</li> <li>7.2 Leyes de Fick y sus aplicaciones.</li> <li>7.3 Cementación</li> <li>7.4 Nitruración</li> <li>7.5 Carbo-nitruración</li> <li>7.6 Granallado y apisonado superficial</li> <li>7.7 Acabados superficiales.</li> </ul>
8	<p>Super-plasticidad y Anelasticidad [Z.D. Jastrzebski; W.D. Callister; Padmanabhan K.A]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>8.1 Dependencia del esfuerzo y la deformación con la rapidez de deformación.</li> <li>8.2 Dependencia de la rapidez de deformación con el tamaño de grano.</li> <li>8.3 Mecanismos propuestos para explicar la super-plasticidad.</li> <li>8.4 Métodos para obtener materiales con propiedades super-plásticas.</li> <li>8.5 Aplicaciones.</li> <li>8.6 Comportamiento visco-elástico de materiales</li> <li>8.7 Efecto termo-elástico</li> <li>8.8 Capacidad de amortiguamiento (Fricción interna)</li> <li>8.9 Modulo elástico complejo</li> <li>8.10 Aplicaciones.</li> </ul>
9	<p>Propiedades mecánicas de Cerámicos [Ashby M.F. and Jones D.R.H.]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>9.1 Fractura frágil de los cerámicos</li> <li>9.2 Comportamiento elástico</li> <li>9.3 Cerámicas cristalinas y no cristalinas</li> <li>9.4 Influencia de la porosidad</li> <li>9.5 Dureza</li> <li>9.6 Termofluencia</li> <li>9.7 Vidrios, transición vítrea</li> </ul>
10	<p>Materiales compuestos [Ashby M.F. and Jones D.R.H.]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>10.1 Tipos de materiales compuestos</li> <li>10.2 Compuestos reforzados con partículas</li> <li>10.3 Compuestos reforzados con fibras</li> <li>10.4 Requerimientos para la matriz</li> <li>10.5 Refuerzos</li> </ul>

11	Propiedades Mecánicas de Polímeros [Ashby M.F. and Jones D.R.H., y Young R.J. Ward y Hadley] 11.1. Tipos de polímeros 11.2. Comportamiento mecánico 11.3. Mecanismos de deformación de polímeros semicristalinos 11.4. Polímeros termoplásticos y termofijos 11.5. Viscoelasticidad.- Módulo de relajación 11.6. Termofluencia viscoelástica 11.7. Elastómeros 11.8. Resistencia al impacto, fatiga, resistencia al desgarre 11.9. Aditivos 11.10. Aplicaciones		
12	Mecánica del medio Continuo [F.P. Beer] 12.1. Ley de Hooke generalizada 12.2. Ley de Hooke para materiales isótropos 12.3. Relaciones entre módulo elástico normal, módulo de corte y módulo de compresibilidad para sólidos isótropos. 12.4. Circulo de Mohr para dos y tres dimensiones. 12.5. Criterio de la energía de distorsión de Von Mises y de Tresca.		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. Ashby M.F. and Jones D.R.H., <i>Engineering Materials 1 &amp; 2</i> , Pergamon Press, Oxford, 1980.			
2. Dieter G.E., <i>Mechanical Metallurgy</i> , 4rd Edition, McGraw-Hill, 1995.			
3. Ferdinand P. Beer and E. Russell., <i>Mechanics of Materials</i> . McGraw Hill, 1996			



4. Hirth J.P., Lothe J., *Theory of Dislocations*, McGraw-Hill Book, N.Y., 1968.
5. Nabarro F.R.N., *Theory of Crystal Dislocation*, Clarendon Press, Oxford, 1967.
6. Young R.J., *Introduction to Polymers*, 2nd. Edition, Chapman and Hall, London, 1991.
7. Ward, I. M., Hadley D.W., *Mechanical Properties of Solid Polimers*, Macmillan,

Bibliografía complementaria:

1. Felbeck D.K. and Atkins A.G., *Strength and Fracture of Engineering Solids*, 2nd. Edition, Prentice Hall Engineering, *Science & Math.*, 1996.
2. Reed-Hill R.E. and Abbaschian R., *Physical Metallurgy Principles*, 3rd. Edition, PWS Publishing Company, Boston, 1994.
3. R.W. Cahn and P. Haasen., *Physical Metallurgy*. North-Hllaand Physiscs Publishing.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica <b>Termodinámica de los Materiales</b>					
Clave	Semestre 1 o 2	Créditos 12	Básica		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( )	Optativo ( )	Horas		
	Obligatorio E (X)	Optativo E ( )			
Duración del programa	Semestral		Semana	Semestre	
			Teóricas 6	Teóricas 96	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 6	Total 96	
Seriación					
Ninguna (X)					
Obligatoria ( )					
Actividad académica anterior					
Actividad académica subsecuente					
Indicativa ( )					
Actividad académica anterior					
Actividad académica subsecuente					

Objetivo general:  
El alumno obtendrá las herramientas de la termodinámica para solucionar los problemas que se presentan en las aplicaciones modernas de la ciencia de los materiales, utilizando el método propuesto por Herbert B. Callen (Callen 1960, 1985). Este método introduce la termodinámica declarando cuatro postulados concisos que facilitan la comprensión del formalismo general de la misma en poco tiempo.

Los temas marcados con asterisco se consideran opcionales, son relevantes y/o complementarios.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Conceptos básicos y postulados (Callen 1960, cap.1; Sychev 1973, Caps.1, 3,4 y 6)	12	0

2	Estructura formal de la termodinámica (Callen 1985, Caps. 1-4; Sychev 1973, Caps. 3 y 4)	14	0
3	Aplicaciones a sistemas eléctricos y magnéticos (Sychev 1973, Caps. 3 y 4; Callen 1960, cap. 14; Enss y Hunklinger 2005, Cap. 11; Tishin y Spichkin 2003, Cap. 2; Ibach y Lüth 2009, cap. 8)	12	0
4	Estabilidad y transiciones de fase en sistemas monocomponente (Callen 1985, Caps. 4-8; DeHoff 2006, Caps. 5 y 7; Tester y Modell 1996, Caps. 6 y 7; Sychev 1983, Cap. 7)	12	0
5	Termodinámica de las soluciones (Callen 1985, Cap. 13; DeHoff 2006, Caps. 6, 7 y 8; Lupis 1983, Caps. IV y VI)	12	0
6	Diagramas de fases de sistemas multicomponentes (DeHoff 2006, Caps. 9 y 10; Lupis 1983, Cap. VII)	10	0
7	Equilibrios de las reacciones químicas (Callen 1985, Caps. 8 y 13; Keszei 2012, Cap. 8; DeHoff 2006, Cap. 11; Lupis 1983, Cap. V).	10	0
8	Fenómenos de superficie (DeHoff 2006, Caps. 12 y 13; Lupis 1983, Cap. XIII; Tester y Modell 1996, Caps. 15-17)	7	0
9	Defectos en cristales (DeHoff 2006, Cap. 13; Lupis 1983, Cap. XIII; Tester y Modell 1996, Cap. 19)	7	0
Total		96	0
Suma total de horas		96	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	<p>Conceptos básicos y postulados (Callen 1960, cap.1; Sychev 1973, Caps.1, 3,4 y 6)</p> <p>1.1. Los sistemas termodinámicos y sus restricciones.</p> <p>1.2. Trabajo en termodinámica.</p> <p>1.2.1. Trabajo de expansión.</p> <p>1.2.2. Trabajo sobre una superficie.</p> <p>1.2.3. Coordinada generalizada y fuerza conjugada en interacciones eléctricas.</p> <p>1.2.4. Coordinada generalizada y fuerza conjugada en interacciones magnéticas.</p> <p>1.2.5. Generalización del concepto de trabajo en termodinámica.</p> <p>1.3. Definición operacional de energía interna y calor.</p> <p>1.4. Equilibrio termodinámico y primer postulado.</p> <p>1.5. El problema fundamental de la termodinámica.</p> <p>1.6. Los postulados de máxima entropía.</p>		

2	<p>Estructura formal de la termodinámica (Callen 1985, Caps. 1-4; Sychev 1973, Caps. 3 y 4)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. La ecuación de Euler.</li> <li>2.2. Parámetros intensivos y ecuaciones de estado.</li> <li>2.3. Ecuación de Gibbs-Duhem.</li> <li>2.4. Formulaciones alternativas. <ol style="list-style-type: none"> <li>2.4.1. Potenciales termodinámicos.</li> <li>2.4.2. Funciones de Massieu*</li> </ol> </li> <li>2.5. Definición de algunas segundas derivadas.</li> <li>2.6. Relaciones de Maxwell.</li> <li>2.7. Reducción de derivadas.</li> <li>2.8. Consecuencias de los postulados 3 y 4 en el comportamiento de las segundas derivadas alrededor del cero absoluto.</li> </ol>
3	<p>Aplicaciones a sistemas eléctricos y magnéticos (Sychev 1973, Caps. 3 y 4; Callen 1960, cap. 14; Enss y Hunklinger 2005, Cap. 11; Tishin y Spichkin 2003, Cap. 2; Ibach y Lüth 2009, cap. 8)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Descripción general de los materiales eléctricos y magnéticos.</li> <li>3.2. Energías libres de sistemas eléctricos y magnéticos y relaciones de Maxwell.</li> <li>3.3. Calores específicos.</li> <li>3.4. Susceptibilidad Magnética. Materiales diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos.</li> <li>3.5. Curvas de magnetización.</li> <li>3.6. Ecuaciones de estado magnéticas.</li> <li>3.7. Efecto magnetocalórico.</li> <li>3.8. Ciclos de trabajo en sistemas eléctricos y magnéticos.</li> <li>3.9. Ciclos de enfriamiento y refrigeración criogénica.</li> <li>3.10. El diamagnetismo perfecto y el estado superconductor.</li> <li>3.11. La inaccesibilidad del cero absoluto*</li> </ol>
4	<p>Estabilidad y transiciones de fase en sistemas monocomponente (Callen 1985, Caps. 4-8; DeHoff 2006, Caps. 5 y 7; Tester y Modell 1996, Caps. 6 y 7; Sychev 1983, Cap. 7)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1. Condiciones de estabilidad. <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1.1. Algunas consecuencias de los criterios de estabilidad.</li> </ol> </li> <li>4.2. Transiciones de primer y segundo orden. <ol style="list-style-type: none"> <li>4.2.1. Diagramas de fases de sustancias puras. Ecuación de van der Waals.</li> </ol> </li> <li>4.3. Ecuación de Clapeyron y sus análogas.</li> <li>4.4. Regla de fases de Gibbs.</li> <li>4.5. Nucleación y crecimiento en transiciones de fase*</li> <li>4.6. Puntos triples.</li> </ol>

	<p>4.7. Diagramas de sistemas unitarios heterogéneos.</p> <p>4.8. Superconductores de tipo I  4.8.1. La transición superconductor en ausencia de campo magnético.  4.8.2. La transición superconductor en presencia de un campo magnético.</p> <p>4.9. Superconductores de tipo II.</p> <p>4.10. Transiciones de orden.  4.10.1. Ordenamiento ferromagnético.  4.10.2. Ordenamiento ferrimagnético. Temperatura de Curie y la susceptibilidad de los ferrimagnetos.  4.10.3. Ordenamiento antiferromagnético. Susceptibilidad por debajo de la Temperatura de Neél.</p>
5	<p>Termodinámica de las soluciones (Callen 1985, Cap. 13; DeHoff 2006, Caps. 6, 7 y 8; Lupis 1983, Caps. IV y VI)</p> <p>5.1. Ley de estados correspondientes*  5.2. Métodos de expansión de Virial*  5.3. Potenciales químicos de sistema monocomponentes*  5.4. Mezclas de gases ideales.  5.5. Potenciales químicos de mezclas de gases reales.  5.6. Soluciones ideales de gases reales.</p> <p>5.7. Soluciones sólidas y líquidas.  5.7.1. Soluciones ideales en general.</p> <p>5.8. Soluciones reales.  5.8.1. Magnitudes termodinámicas en exceso.</p> <p>5.9. Leyes de Henry y de Raoult.  5.10. Aplicación de la ecuación de Gibbs-Duhem  5.11. Soluciones regulares.</p>
6	<p>Diagramas de fases de sistemas multicomponentes (DeHoff 2006, Caps. 9 y 10; Lupis 1983, Cap. VII)</p> <p>6.1. Puntos eutécticos, peritéticos.  6.2. Descomposiciones espinodales y eutectoides.  6.3. Diagramas de sistemas ternarios y cuaternarios*  6.4. Puntos peritectoides, cuasiperitéticos*  6.5. Diagramas de fases de compuestos: cerámicos.  6.6. Transiciones martensíticas, de orden-desorden, vítreas.  6.7. Superconductores cerámicos*</p>

7	<p>Equilibrios de las reacciones químicas (Callen 1985, Caps. 8 y 13; Keszei 2012, Cap. 8; DeHoff 2006, Cap. 11; Lupis 1983, Cap. V)</p> <p>7.1. Componentes independientes y regla de las fases de Gibbs.  7.2. Coordenada generalizada y fuerza conjugada en reacciones químicas.  7.3. Condición de equilibrio químico a presión y temperatura constantes.  7.4. Equilibrios de reacción heterogénea de componentes inmiscibles.  7.5. Cambio de entropía en una reacción química como consecuencia de los postulados 3 y 4.  7.6. Cálculo de la constante de equilibrio a partir de datos termodinámicos.  7.7. Calor de reacción o formación.  7.8. El principio de Le Châtelier-Braun generalizado.  7.9. Diagramas Ellingham y de predominio de especies de Porbaix</p>		
8	<p>Fenómenos de superficie (DeHoff 2006, Caps. 12 y 13; Lupis 1983, Cap. XIII; Tester y Modell 1996, Caps. 15-17)</p> <p>8.1. Efectos de curvatura sobre equilibrio de fases  8.2. La formas de equilibrio de cristales  8.3. Gráficas de Wulff y ecuación de Laplace.  8.4. Adsorción e isoterma de Langmuir</p>		
9	<p>Defectos en cristales (DeHoff 2006, Cap. 13; Lupis 1983, Cap. XIII; Tester y Modell 1996, Cap. 19)</p> <p>9.1. Defectos puntuales, intersticiales, divacancias  9.2. Defectos tipo Frenkel, Schottky y combinados  9.3. Cristales no-estequiométricos*  9.4. Materiales amorfos, vidrios, con impurezas*</p>		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	
Bibliografía básica:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>Callen, Herbert B. (1960). <i>Thermodynamics: An Introduction to the Physical Theories of Equilibrium Thermostatistics and Irreversible Thermodynamics</i>. New York: J. Wiley. (1985). <i>Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics</i>. John Wiley &amp; Sons.</li> <li>DeHoff, Robert (2006). <i>Thermodynamics in Materials Science</i>. Taylor &amp; Francis.</li> <li>Enss, Christian y Siegfried Hunklinger (2005). <i>Low-Temperature Physics</i>. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.</li> <li>Ibach, Harald y Hans Lüth (2009). <i>Solid-state physics : an introduction to principles of materials science</i>. 4<sup>th</sup> Edition. Physics and astronomy online library. Springer.</li> <li>Keszei, Ernö (2012). <i>Chemical Thermodynamics: An Introduction</i>. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.</li> <li>Lupis, C. H. P. (1983). <i>Chemical thermodynamics of materials</i>. North-Holland.</li> <li>Sychev, Viacheslav Vladimirovich (1973). <i>Complex Thermodynamic Systems</i>. 1<sup>th</sup> Edition. Studies in Soviet Science. Springer US. (1983). <i>The Differential Equations of Thermodynamics</i>. Moscow: MIR.</li> <li>Tester, Jefferson W. y Michael Modell (1996). <i>Thermodynamics and Its Applications</i>. 3<sup>rd</sup> edition. Prentice Hall International Series in the Physical chemical engineering Science. Prentice Hall PTR.</li> <li>Tishin, A. M. e Y. I. Spichkin (2003). <i>The Magnetocaloric Effect and its Applications</i>. Series in Condensed Matter Physics. CRC Press.</li> </ol>	
Bibliografía complementaria:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>Aleksishivili, M. y S. Sidamonidze (2002). <i>Problems in Chemical Thermodynamics with Solutions</i>. Singapore: World Sci. Press.</li> <li>Bard, A. J. y M. Stratmann (2002). <i>Encyclopedia of Electrochemistry</i>. En: ed. por E. Gilaedi y M. Urbakh. Vol. 1. Weinheim, Germany: Wiley-VCH. Cap. Thermodynamics of electrified interfaces.</li> <li>Carmona, Gerardo (2000). <i>Fenómenos Críticos y el Grupo de Renormalización</i>. Facultad de Ciencias, UNAM.</li> <li>David, Chandler (1987). <i>Introduction to Modern Statistical Mechanics</i>. UK: Oxford University Press.</li> <li>Devereux, O. F. (1993). <i>Topics in Metallurgical Thermodynamics</i>. New York: J. Wiley.</li> <li>Doremus, R. H. (1985). <i>Rates of Phase Transformations</i>. San Diego, CA, USA: Academic Press.</li> <li>Gareth, Price (1998). <i>Thermodynamics of Chemical Processes</i>. Oxford: Oxford University Press.</li> <li>Glazov, V. M. y L. M. Pavlova (1989). <i>Semiconductor &amp; Metal Binary Systems: Phase Equilibria and Chemical Thermodynamics</i>. New York: Consultant Bureau.</li> <li>Hudson, J. (1996a). <i>Thermodynamics of Materials</i>. Vol. 1. John Wiley &amp; Sons. (1996b). <i>Thermodynamics of Materials</i>. Vol. 2. John Wiley &amp; Sons.</li> <li>Kittel, Charles (2005). <i>Introduction to Solid State Physics</i>. 8<sup>th</sup> Edition. Wiley.</li> <li>Klotz, I. M. y R. M. Rosenberg (1994). <i>Chemical Thermodynamics. Basic Theory and Methods</i>. 5<sup>th</sup> Edition. New York: John Wiley &amp; Sons.</li> </ol>	

12. Plischke, M. y B. Bergersen (1994). *Equilibrium Statistical Physics*. 2<sup>nd</sup> Edition. World Scientific.





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Biomateriales**

Clave	Semestre	Créditos	Básica			
-	1 o 2	12				
Modalidad	Curso (X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )			Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( )			Horas		
	Obligatorio E (X) Optativo E ( )					
Duración del programa		Semestral	Semana		Semestre	
			Teóricas 6		Teóricas 96	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 6		Total 96	

Seriación

Ninguna (X)

Obligatoria ( )

Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno:

- 1) Obtendrá los conocimientos básicos para entender el comportamiento y desempeño de los diferentes materiales en un entorno biológico.
- 2) Reconocerá con precisión las características y propiedades de los diferentes materiales (metálicos, cerámicos, poliméricos e híbridos) para su eventual aplicación en medicina.
- 3) Conocerá las interacciones de los diferentes materiales con entidades biológicas (células, proteínas, sangre, hueso, etc.).

4)	Conocerá los ensayos utilizados para evaluar el desempeño de un material en un entorno biológico (ensayos in vitro e in vivo), así como los mecanismos de degradación del mismo.		
5)	Conocerá las principales aplicaciones de los biomateriales.		
Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Materiales para aplicaciones biomédicas	24	0
2	Conceptos básicos en el uso de biomateriales en dispositivos médicos	18	0
3	Pruebas biológicas de biomateriales	12	0
4	Respuesta biológica a los biomateriales	18	0
5	Degradación de biomateriales en ambientes biológicos	12	0
6	Aplicaciones de biomateriales	12	0
	Total	96	0
	Suma total de horas		
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	Materiales para aplicaciones biomédicas 1.1 Clases y propiedades de materiales usados en Medicina: Metálicos, Cerámicos, Poliméricos (naturales y sintéticos) y Compuestos/Híbridos 1.2 Definiciones importantes. Material biomédico, biomaterial y material biológicos, biocompatibilidad		
2	Conceptos básicos en el uso de biomateriales en dispositivos médicos 2.1 Propiedades superficiales de biomateriales (adsorción de proteínas y células) 2.2 Interacción de proteínas con biomateriales 2.3 Interacción de células con biomateriales 2.4 Interacción de sangre con biomateriales 2.5 Células madre: conceptos básicos		
3	Pruebas biológicas de biomateriales 3.1 Evaluación de biocompatibilidad 3.2 Ensayos in vitro 3.3 Ensayos in vivo		
4	Respuesta biológica a los biomateriales 4.1 Inflamación, reparación y respuesta a cuerpos extraños 4.2 Toxicidad e hipersensibilidad		

	4.3 Corrosión. Minimización de toxicidad de implantes metálicos 4.4 Infección, tumorigénesis y calcificación de biomateriales		
5	Degradación de biomateriales en ambientes biológicos  5.1 Degradación de metales y cerámicos 5.2 Degradación de polímeros 5.3 Materiales biodegradables. Definiciones, mecanismos de degradación y factores que influyen en la rapidez de degradación 5.4 Técnicas: Ensayos de grado de degradación		
6	Aplicaciones de biomateriales  6.1 Dispositivos médicos cardiovasculares 6.2 Células artificiales 6.3 Aplicaciones ortopédicas 6.4 Implantes dentales 6.5 Adhesivos 6.6 Aplicaciones oftalmológicas 6.7 Prótesis 6.8 Biosensores médicos 6.9 Sustitutos de piel 6.10 Suturas 6.11 Sistemas de liberación de fármacos 6.12 Diagnóstico 6.13 Aplicaciones médicas del silicón		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición	X	Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo	X	Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	X
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Biomateriales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		

Otra característica	-
Bibliografía básica:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. B. D. Ratner et al. Biomaterials Science. An Introduction to Materials in Medicine. 2013.</li> <li>2. J.S. Temenoff &amp; A.G. Mikos. Biomaterials. The intersection of Biology and Materials Science. 2008.</li> <li>3. Q. Chen &amp; G. Thouas. Biomaterials. A basic Introduction. 2015.</li> </ol>	
Bibliografía complementaria:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Biomaterials. Principles and applications. Edited by Joon B. Park and Joseph D. Bronzino.</li> <li>2. Biomaterials Degradation. Edited by M.A. Barbosa; 3) Polymeric Biomaterials. Edited by Severian Dumitriu.</li> </ol>	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica <b>Matemáticas Aplicadas a Materiales</b>					
Clave	Semestre 1 o 2	Créditos 12	Básica		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( )		Horas		
	Obligatorio E (X) Optativo E ( )				
Duración del programa		Semestral	Semana		Semestre
			Teóricas 6		Teóricas 96
			Prácticas 0		Prácticas 0
			Total 6		Total 96
Seriación					
Ninguna (X)					
Obligatoria ( )					
Actividad académica anterior					
Actividad académica subsecuente					
Indicativa ( )					
Actividad académica anterior					
Actividad académica subsecuente					

Objetivo general:  
El alumno conocerá métodos analíticos para la formulación y solución de ecuaciones diferenciales. Las ecuaciones diferenciales, tanto ordinarias como parciales, se utilizan para modelar el comportamiento de la gran mayoría de los materiales. Los métodos y técnicas comprenden expansiones en series de eigenfunciones, transformadas y métodos aproximados. Además de las técnicas analíticas, se hará uso de paquetes de software simbólico, para encontrar soluciones numéricas.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Ecuaciones diferenciales	24	0
2	Ecuaciones diferenciales parciales	24	0

3	Transformaciones y funciones de green	24	0
4	Ecuaciones diferenciales no-lineales	24	0
Total		96	0
Suma total de horas		96	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	<p>Ecuaciones diferenciales</p> <p>1.1. Motivación</p> <p>1.1.1. Importancia de las ecuaciones diferenciales para el modelado de materiales</p> <p>1.2. Ecuaciones Diferenciales Ordinarias</p> <p>1.2.1. Repaso de algunos métodos de solución para ecuaciones de primer y segundo orden</p> <p>1.2.2. Sistemas homogéneos y no-homogéneos</p> <p>1.2.3. Elementos de estabilidad, Espacio fase y puntos críticos de sistemas lineales</p> <p>1.2.4. Soluciones aproximadas y numéricas</p> <p>1.3. Ecuaciones Diferenciales Parciales</p> <p>1.3.1. Algunas ecuaciones en la ciencia de materiales</p> <p>1.3.2. Sistemas de una, dos y tres dimensiones</p> <p>1.3.3. Clasificación de las ecuaciones, formas canónicas</p> <p>1.3.4. Ecuaciones elípticas, parabólicas e hiperbólicas</p> <p>1.3.5. Introducción a algunos métodos de solución</p> <p>1.4. Problemas de valores de frontera</p> <p>1.4.1. Sistemas de ecuaciones de Sturm-Liouville</p> <p>1.4.2. Condiciones de frontera de Dirichlet y Neumann</p>		
2	<p>Ecuaciones diferenciales parciales</p> <p>2.1 Ortogonalidad de funciones</p> <p>2.2 Expansión en eigen-funciones</p> <p>2.3 Separación de variables</p> <p>2.4 Sistemas coordenados: cartesiano, cilíndrico, esférico</p> <p>2.5 Funciones especiales: Bessel, armónicos esféricos, polinomiales y otras</p> <p>2.6 Métodos numéricos</p> <p>2.7 Aplicaciones en la ciencia de materiales</p>		
3	<p>Transformaciones y funciones de green</p> <p>3.1 Solución de ecuaciones diferenciales con la transformada de Laplace</p> <p>3.2 Solución de ecuaciones diferenciales con la transformada de Fourier</p> <p>3.3 Funciones de Green</p> <p>3.4 Aplicaciones en la ciencia de materiales</p>		
4	<p>ECUACIONES DIFERENCIALES NO-LINEALES</p> <p>4.1 Sistemas dinámicos</p> <p>4.2 Mapas de Poincaré o bifurcaciones en sistemas dinámicos</p> <p>4.3 Caos</p> <p>4.4 Aplicaciones en la ciencia de materiales</p>		

Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Spiegel M.R., <i>Ecuaciones Diferenciales Aplicadas</i>, Prentice-Hall, 1985.</li> <li>2. Greenberg M.D., <i>Foundations of Applied Mathematics</i>, Prentice-Hall, 1978.</li> <li>3. Churchill R.V., Brown J.V., <i>Fourier Series and Boundary Value Problems</i>, McgGraw-Hill, 1993.</li> <li>4. Zill D.G., Cullen M.R., <i>Ecuaciones diferenciales con problemas con valores en la frontera</i>, Cengage Learning, 2009.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kreyszig, E., <i>Advanced Engineering Mathematics</i>, Wiley 2006.</li> <li>2. Strogatz S.H., <i>Nonlinear dynamics and Chaos, with applications to physics, biology, chemistry and engineering</i>, Addison-Wesley Publishing Company, 1994.</li> <li>3. Arfken G. and Weber H., <i>Mathematical Methods for Physicists</i>, 5th. Ed., Harcourt/Academic Press, SD, 2001.</li> </ol>			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Fisicoquímica de superficies**

Clave	Semestre	Créditos	Básica		
	1 o 2	12			
Modalidad	Curso (X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( )		Horas		
	Obligatorio E (X) Optativo E ( )				
Duración del programa		Semestral	Semana	Semestre	
			Teóricas 6	Teóricas 96	
			Prácticas 0	Prácticas 0	
			Total 6	Total 96	

Seriación

Ninguna (X)

Obligatoria ( )

Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno:

- 1) Conocerá a nivel microscópico sobre las propiedades físicas y químicas en sistemas discontinuos entre fases y relacionará estas propiedades con el comportamiento macroscópico de un material.
- 2) Entenderá los métodos analíticos para medir parámetros texturales como forma y tamaño de poro, densidad de grupos funcionales superficiales, entre otros.

Índice temático

Tema	Horas semestre	
	Teóricas	Prácticas



1	Modelo de una superficie	8	0
2	Descripción fenomenológica de interfaces	10	0
3	Interfaces sólido-líquido	18	0
4	Equilibrio en películas superficiales	10	0
5	Fenómeno de adsorción	10	0
6	Adsorción de gas-sólido	10	0
7	Cinética química en reacciones sólido-gas	10	0
8	Reactividad en superficies	10	0
9	Tópicos actuales	10	0
Total		96	0
Suma total de horas		96	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	Modelo de una superficie 1.1 Energía y entropía de superficie 1.2 Modelo de superficie de Gibbs		
2	Descripción fenomenológica de interfaces 2.1 Tensión superficial. 2.2 Variación de la tensión superficial con la temperatura. 2.3 Ascenso capilar. 2.4 Ángulo de contacto y mojado. 2.5 Métodos experimentales para determinar tensión superficial, tensión interfacial y ángulo de contacto.		
3	Interfaces sólido-líquido 3.1 Sistemas coloidales. 3.2 Fenómenos de intercambio iónico, absorción, catálisis.		
4	Equilibrio en películas superficiales 4.1 Afinidades de adsorción. 4.2 Condiciones para equilibrio de adsorción. 4.3 Tipos de superficie.		
5	Fenómeno de adsorción 5.1 Ecuación de adsorción de Gibbs. 5.2 Adsorción relativa 5.3 Soluciones binarias 5.4 Actividad superficial.		
6	Adsorción de gas-sólido 6.1 Fuerzas de van der Waals, interacciones dipolo permanente-dipolo permanente, gradiente de campo-cuadrupolo, etc. 6.2 Isotermas de adsorción. 6.3 Modelo de mono y multicapa. 6.4 Parámetros de área superficial, diámetro y forma de poro. 6.5 Adsorción competitiva y coadsorción.		

7	Cinética química en reacciones sólido-gas 7.1 Adsorción disociativa. 7.2 Calor de adsorción. 7.3 Cinética química en catálisis sólido-gas 7.4 Influencia de la temperatura y catalizador.		
8	Reactividad en superficies 8.1 Teoría del estado de transición 8.2 Selectividad 8.3 Mecanismos de reacción		
9	Tópicos actuales 9.1 Nuevas técnicas 9.2 Avances recientes 9.3 Ejemplos con nuevos materiales		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación:			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica	-		
Bibliografía básica:			
1. F. Rouquerol, J. Rouquerol, K. Sing. Adsorption by Powders & Porous solids. Academic Press. San Diego, USA, 1999.			
2. S Hartland. Surface and Interfacial Tension: Measurement, Theory, and Applications. Marcel Dekker. New York, USA, 2004.			
3. R.I. Masel. Principles of Adsorption and Reaction on Solid Surfaces. Wiley, New York, USA, 1996.			
Bibliografía complementaria:			
1. E. M. McCash. Surface Chemistry, Oxford University Press, London UK, 2002.			

2. S. Lowell, J. E. Shields, M. A. Thomas, M. Thommes, Characterization of porous solids and poders: Surface are, pore size and density, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 2004.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Simulación molecular. Teoría y aplicaciones**

Clave	Semestre 1 o 2	Créditos 12	Básica			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )		
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( )		Horas			
	Obligatorio E (X) Optativo E ( )					
Duración del programa		Semestral	Semana		Semestre	
			Teóricas 6		Teóricas 96	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 6		Total 96	

Seriación

Ninguna (X)

Obligatoria ( )

Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno:

- 1) Conocerá el área de Simulación Molecular, mediante la revisión de los diferentes algoritmos establecidos para el estudio de sistemas inorgánicos, orgánicos, biológicos ó híbridos, presentes en la Ciencia e Ingeniería de Materiales.
- 2) Podrá definir conceptos básicos de algoritmos (cuánticos y clásicos) y unidades.
- 3) Revisará algoritmos clásicos (mecánica y dinámica molecular, así como MonteCarlo) y su aplicación en casos específicos, algoritmos cuánticos (DFT entre otros) y su aplicación en casos específicos y consideraciones generales para elegir el método de cálculo adecuado para un sistema de investigación particular de interés.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Definición de términos	6	0
2	Mecánica Molecular	12	0
3	Dinámica Molecular	12	0
4	Métodos Monte Carlo	12	0
5	Mecánica Cuántica	12	0
6	Teoría de Funcionales de la densidad	12	0
7	Métodos Post Hartree Fock	12	0
8	Estado Sólido	12	0
9	Consideraciones prácticas	6	0
Total		96	0
Suma total de horas		96	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	Definición de términos  1.1 Teoría, conceptos básicos (Mecánica Clásica, Mecánica Cuántica, Termodinámica) 1.2 Computación y Modelado (Modelos Cuánticos y Modelos Clásicos. Simulaciones a diferentes escalas de tiempo y tamaño) 1.3 Superficies de Energía Potencial 1.4. Sistemas atómicos y moleculares 1.5 Costo y eficiencia de un cálculo 1.6 Hardware y Software 1.7 Unidades		
2	Mecánica Molecular  2.1 Campos de Fuerza. Suposiciones fundamentales (Elongación de enlaces, Flexión angular, Torsiones, Interacciones de tipo van der Waals, Interacciones electrostáticas, Términos cruzados y términos adicionales de tipo no-enlazante, Estrategias de parametrización) 2.2 Energías de campos de fuerza y termodinámica 2.3 Optimización de geometría (Algoritmos de optimización) 2.4 Estudio de caso		

3	<p>Dinámica Molecular</p> <p>3.1 Ecuaciones de movimiento para sistemas atómicos</p> <p>3.2 Métodos de diferencia finita (Algoritmo de Verlet, salto de rana)</p> <p>3.3 Dinámica Molecular de cuerpos rígidos no-esféricos (Moléculas no lineales y lineales)</p> <p>3.4 Conceptos generales (condiciones periódicas de frontera, alcances de potencial, radio de corte)</p> <p>3.5 Estudio de caso</p>
4	<p>Métodos Monte Carlo</p> <p>4.1 Elementos de Mecánica Estadística</p> <p>4.2 Ensamblajes estadísticos comunes</p> <p>4.3 Promedios termodinámicos simples</p> <p>4.4 Método Metrópolis</p> <p>4.5 Monte Carlo Canónico</p> <p>4.6 Monte Carlo isotérmico-isobárico</p> <p>4.7 Monte Carlo Gran canónico</p> <p>4.8 Estudio de caso</p>
5	<p>Mecánica Cuántica</p> <p>5.1 Principio variacional y aproximación de Born-Oppenheimer</p> <p>5.2 Átomos y moléculas poli-electrónicas</p> <p>5.3 Orbitales Moleculares</p> <p>5.4 Ecuaciones de Hartree-Fock</p> <p>5.5 Determinantes de Slater</p> <p>5.6 Métodos semiempíricos</p> <p>5.7 Teoría de Huckel</p> <p>5.8 Estudio de caso</p>
6	<p>Teoría de Funcionales de la densidad</p> <p>6.1 Escalera de Jacob y diferentes tipos de funcionales</p> <p>6.2 Ecuaciones de Hohenberg-Kohn</p> <p>6.3 Ecuaciones de Kohn-Sham y matriz de la densidad</p> <p>6.4 DFT y fuerzas de dispersión, problemas y remedios</p> <p>6.5 Estudio de caso</p>
7	<p>Métodos Post Hartree Fock</p> <p>7.1 Correlación Electrónica</p> <p>7.2 Teoría de Perturbaciones</p> <p>7.3 Método de Cúmulos Acoplados</p> <p>7.4 Estudio de caso</p>

8	Estado Sólido		
	8.1 Teoría del electrón libre 8.2 Teoría de amarre fuerte 8.3 Teorema de Bloch 8.4 Espacio Recíproco 8.5 Teoría de bandas para sólidos inorgánicos y orgánicos 8.6 Nivel de Fermi 8.7 Densidad de Estados 8.8 Densidad de Carga 8.9 Estudio de caso		
9	Consideraciones prácticas		
	9.1 Conjuntos base 9.2 Niveles de teoría, modelo computacional y precisión química 9.3 Métodos híbridos (QM/MM) 9.4 Simulación de espectros UV, RMN, IR, fluorescencia 9.5 Estudio de caso		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo	X	Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Simulación molecular			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. A.R. Leach. Molecular Modelling. Principles and Applications. 2001			
2. C.J. Cramer. Essentials of Computational Chemistry. Theories and Models. 2004			
Bibliografía complementaria:			
1. D. Frenkel, B. Smit. Understanding Molecular Simulation. 2002			
2. M.P. Allen, D.J. Tildesley. Computer Simulation of Liquids. 2000			

# ACTIVIDADES ACADÉMICAS OPTATIVAS POR CAMPO DE CONOCIMIENTO

## CAMPO DE CONOCIMIENTO MATERIALES CERÁMICOS

		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO				
		PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES				
MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES						
Programa de la actividad académica <b>Cristalografía</b>						
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X)	P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )		Horas			
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )					
Duración del programa		Semestral	Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	
Seriación						
Ninguna (X)						
Obligatoria ( )						
Actividad académica anterior						
Actividad académica subsecuente						
Indicativa ( )						
Actividad académica anterior						
Actividad académica subsecuente						
Objetivo general: EL alumno obtendrá los conceptos básicos de los aspectos de simetría con la finalidad de obtener la información necesaria para comprender las diferentes técnicas espectroscópicas y cristalográficas.						
Índice temático						
	Tema				Horas semestre	
					Teóricas	Prácticas



1	Aspectos fundamentales de teoría de grupos	10	0
2	Operaciones de simetría	8	0
3	Estructuras Cristalinas	12	0
4	Grupos puntuales	12	0
5	Grupos espaciales	10	0
6	Defectos cristalinos	4	0
7	Introducción a las técnicas de caracterización de materiales cristalinos	8	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
1	Aspectos fundamentales de teoría de grupos 1.1. Permutabilidad 1.2. Conjugados 1.3. Subgrupos 1.4. Producto de grupos 1.5. Grupos isomórficos 1.6. Notación		
2	Operaciones de simetría 2.1. Traslación 2.2. Reflexión 2.3. Rotación 2.4. Inversión		
3	Estructuras Cristalinas 3.1. Redes de Bravais 3.2. Simetría de las redes cristalinas 3.3. Celda unitaria y primitiva 3.4. Índices de Miller y de Miller Bravais 3.5. Direcciones cristalinas 3.6. Red recíproca		
4	Grupos puntuales 4.1. Proyección estereográfica 4.2. Redes de Wulff 4.3. Los 32 grupos puntuales 4.4. Grupos puntuales y propiedades físicas		
5	Grupos espaciales 5.1. Planos de deslizamiento 5.2. Ejes helicoidales 5.3. Clasificación de los grupos espaciales 5.4. Grupos espaciales y propiedades físicas		
6	Defectos cristalinos 6.1. Puntuales 6.2. Lineales 6.3. Planares		
7	Introducción a las técnicas de caracterización de materiales cristalinos 7.1. Difracción de rayos X y de neutrones 7.2. Microscopía electrónica		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	

Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. Borchardt-Ott. W., <i>Crystallography</i> , 2nd. Edition, Springer-Verlag, 1995.			
2. Giacobozzo C., Monaco H.L., Viterbo D., Scordari F., Gilli G., Zanotti G., Catti M., <i>Fundamentals of Crystallography</i> , Oxford University Press, 1992.			
3. Hyde, Bruce G. <i>Inorganic Crystal Structure</i> , Wiley and Sons, 1989.			
4. Richard J.D. <i>Crystals and Crystal Structures</i> , John Wiley & Sons Ltd, 2006.			
Bibliografía complementaria:			
1. Phillips F.C. <i>Introducción a la Cristalografía</i> , Paraninfo, 1991.			
2. Wells A. F. <i>Structural Inorganic Chemistry</i> , Oxford University Press, 1984.			
3. Wyckoff R.W., <i>Crystal Structures</i> , 2nd. Edition, Interscience Pub., 1966.			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica <b>Difracción</b>			
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas	
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		
Duración del programa	Semestral	Semana	Semestre
		Teóricas 4	Teóricas 64
		Prácticas 0	Prácticas 0
		Total 4	Total 64
Seriación			
Ninguna (X)			
Obligatoria ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			
Indicativa ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			

Objetivo general:  
El alumno obtendrá los principios fundamentales del fenómeno de difracción, haciendo énfasis en las características principales, geométricas y de simetría, de redes cristalinas. Discutir sus alcances como técnica de investigación en ciencia e ingeniería de materiales, especialmente en materiales cristalinos.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Principios básicos de interacción de radiación con la materia	14	0
2	Estructura de la materia	8	0
3	Métodos experimentales de difracción de rayos X	30	0
4	Programas de computación para difracción de rayos X	12	0
	Total	64	0

Suma total de horas		64
Contenido Temático		
Tema y subtemas		
1	Principios básicos de interacción de radiación con la materia 1. Principios básicos de interacción de radiación con la materia 1.1. Naturaleza y producción de rayos X. 1.2. Difracción de rayos X y de electrones: 1.2.1. Dispersión de Thompson. 1.2.2. Dispersión por electrones atómicos y por átomos individuales. 1.2.3. Difracción por cristales. 1.2.4. Análisis geométrico. 1.3. La ley de Bragg. 1.4. Condiciones de Laue. 1.5. Esfera de reflexión. 1.6. El espacio recíproco. 1.7. Simetrías en el espacio recíproco. 1.8. La ley de Friedel. 1.9. Ausencias sistemáticas. 1.10. Intensidades de difracción y detección de la radiación. 1.11. Factores que efectúan la intensidad de difracción: 1.11.1. Factor de polarización. 1.11.2. Factor de temperatura. 1.11.3. Factor de dispersión atómica. 1.11.4. Factor de estructura.	
2	Estructura de la materia 2.1. Índices de Miller. 2.2. Sistemas cristalinos. 2.3. Redes de Bravais. 2.4. Defectos.	
3	Métodos experimentales de difracción de rayos X 3.1. Identificación del sólido. 3.2. Archivos PDF (Powder Diffraction File) y JCPDS (Joint Committee of Powder Diffraction Standards). 3.3. Parámetros de red. 3.4. Polimorfos. 3.5. Orden-desorden. 3.6. Tamaño de cristal. 3.7. Esfuerzos. 3.8. Termodifracción. 3.9. Materiales no-cristalinos.	
4	Programas de computación para difracción de rayos X 4.1. PowderCell. 4.2. Rietveld. 4.3. FullProf. 4.4. Topas. 4.5. General Structure Analysis System (GSAS).	
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje
Exposición		Exámenes parciales
		X

Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Azároff L.V., <i>Elements of X-Ray Diffraction</i>, McGraw Hill, N.Y., 1974.</li> <li>2. Cowley J. M., <i>Diffraction Physics</i>, North Holland, 1975.</li> <li>3. Cullity B. D., <i>Elements of X-Ray Difrraction</i>, Addison-Wesley, Mass., 1956.</li> <li>4. Giacovazzo C., Monaco H.L., Viterbo D., Scordari F., Gilli G., Zanotti G., Catti M., <i>Fundamentals of Crystallography</i>, Oxford University Press, 1992.</li> <li>5. Klug H. P. and Alexander L. E., <i>X-Ray Diffraction Procedures (for Polycrystalline and Amorphous Materials)</i>, John Wiley and Sons, N.Y., 1974.</li> <li>6. Ladd M. F. C. and Palmer R.A., <i>Structure Determination by X-ray Crystallography</i>, Plenum Press, 1978.</li> <li>7. Wilson A. J. C., <i>Elements of X-Ray Crystallography</i>, Addison Wesley, 1970.</li> <li>8. Wormald J., <i>Diffraction Methods</i>, Claredon Press, 1973.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alexander L.E., <i>X-Ray Diffraction Methods in Polymer Science</i>, Wiley, N.Y., 1970.</li> <li>2. Baños L., <i>Preparación de especímenes para análisis por: difracción de rayos X y fluorescencia de rayos X</i> La ciencia de materiales y su impacto en la arqueología, editado por D. Mendoza, E. L. Brito, J. A. Arenas, Innovación Editorial Lagares de México, Naucalpan, México (2004).</li> <li>3. Bermúdez J., <i>Teoría y Práctica de la Espectroscopía de Rayos -X</i>, Exedra, México, 1975.</li> <li>4. Bertin E.P., <i>Principles and Practice of X-Ray Spectrometric Analysis</i>, Plenum Press., N. Y., 1975.</li> <li>5. Besoain E., <i>Mineralogía de arcillas de suelos</i>, Instituto interamericano de cooperación para la agricultura, Serie de libros y materiales educativos #60, San José, Costa Rica (1985).</li> <li>6. Bloss F. D., <i>Crystallography and Cystal Chemistry. An Introduction</i>, Holt, Rinchart and Winston, Inc., 1971.</li> <li>7. Bonse, B., <i>Characterization of Crystal Defects by X-Ray Methods</i>, Plenum, N.Y., 1980.</li> <li>8. Brown G., <i>X-ray identification and crystal structures of clay minerals</i>, 2nd Ed., Mineralogical Society, Londrés (1961).</li> </ol>			

9. Buerger M. J., *Elementary Crystallography an Introduction to the Fundamental Geometrical Features of Crystals*, John Wiley and Sons, Inc. N.Y., 1956.
10. Forwood C. T. and Larebrough L.M.C., *Electron Microscopy of Interfaces in Metals and Alloys*, Ed. Adam Hilger, 1991.
11. Fuentes Cobas L., *Introducción al método de Rietveld*, Escuela en Ciencia e Ingeniería de Materiales, 21-25 de junio de 2004, publicado por Sociedad Mexicana de Cristalografía A. C., México D.F., (2004).
12. Guinebrière R., *X-ray diffraction by polycrystalline materials*, ISTE Ltd, Londres, (2007).
13. Guinier A., *Théorie et technique de la radiocristallographie*, Dunod, Paris, (1964).
14. Moore D. M., Reynolds, Jr R. C., *X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals*, Oxford University Press, Oxford (1989).
15. Jenkins R. and De Vries L., *Practical X-Ray Spectroscopy 2*, McMillan, LTD London, 1973.
16. León López E.G., *Física de los Cristales*, Limusa,. México, 1984.
17. Van Meerssche M., Feneau-Dupont J., *Introduction à la Cristallographie et à la Chimie Structurale*, Vander éditeur, Lovaina (1973).
18. Warren B. E., *X-ray diffraction*, Addison-Wesley publishing company, Reading Massachussets (1969).
19. West A. R., *Basic solid state chemistry*, John Wiley and sons, Nueva York (1988).



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Métodos de Preparación de Materiales  
Cerámicos**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos
-------	---------------	---------------	---

Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T ( X ) P ( ) T/P ( )
-----------	-------------------------------------	------	-----------------------

Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas	
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		

Duración del programa	Semestral	Semana	Semestre
		Teóricas 4	Teóricas 64
		Prácticas 0	Prácticas 0
		Total 4	Total 64

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:  
El alumno conocerá y desarrollará habilidades en la preparación de materiales cerámicos utilizando diferentes técnicas y evaluará las ventajas y desventajas de cada uno de estos métodos.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Reacción en estado sólido	6	0
2	Métodos precursores	6	0
3	Química suave	14	0
4	Métodos alternativos	12	0
5	Métodos de alta presión e hidrotérmicos	6	0

6	Procesamiento de materiales por microondas	6	0
7	Sinterización	6	0
8	Cristalización	4	0
9	Crecimiento de cristales	4	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	Reacción en estado sólido		
2	Métodos precursores 2.1. La coprecipitación como un precursor		
3	Química suave 3.1. Sol gel 3.2. Intercambio iónico 3.3. Reacciones de intercalación		
4	Métodos alternativos 4.1. Métodos de transporte en fase de vapor 4.2. Preparación de películas delgadas 4.3. Métodos electroquímicos 4.4. Métodos físicos 4.5. Método de combustión		
5	Métodos de alta presión e hidrotérmicos		
6	Procesamiento de materiales por microondas		
7	Sinterización		
8	Cristalización 8.1. Soluciones 8.2. Vidrios		
9	Crecimiento de cristales 9.1. Método de Czochralsky 9.2. Métodos de Bridgman y Stockbarger 9.3. Zona de fusión 9.4. Precipitación: el método de flujo 9.5. Crecimiento epitaxial de películas delgadas 9.6. Método de Verneuil		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas		Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	



Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales	
Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	
Bibliografía básica:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Brinker C. J. and Scherer G. W., <i>Sol Gel Science. The Physics and Chemistry of Sol-gel Processing</i>, Academic Press, 1990.</li> <li>2. Cheetham A.K., and Day P., <i>Solid State Chemistry. Techniques</i>, Oxford University Press., 1987.</li> <li>3. Fernández Lozano J. F. y de Frutos Vaquerizo J., Editores. <i>Introducción a la Electrocerámica</i>. Editado por Fundación Rogelio Segovia para el Desarrollo de las Telecomunicaciones. Madrid, 2003.</li> <li>4. West A.R., <i>Solid State Chemistry and its Applications</i>, John Wiley &amp; Sons, 1984.</li> </ol>	
Bibliografía complementaria:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hagenmuller P., Editor, <i>Preparative Methods in Solid State Chemistry</i>, Academic Press, 1972.</li> <li>2. Rahaman M. N., <i>Ceramic Processing</i>. University of Missouri-Rolla, USA. CRC Press, 2007.</li> <li>3. Rahaman M. N., <i>Sintering of Ceramics</i>. University of Missouri-Rolla, USA, CRC Press, 2008.</li> <li>4. Segal D., <i>Chemical Synthesis of Advanced Ceramic Materials, Chemistry of Solid State Materials I</i>, Cambridge University Press 1991.</li> </ol>	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica <b>Técnicas Espectroscópicas y Térmicas</b>			
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas	
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		
Duración del programa	Semestral	Semana	Semestre
		Teóricas 4	Teóricas 64
		Prácticas 0	Prácticas 0
		Total 4	Total 64
Seriación			
Ninguna (X)			
Obligatoria ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			
Indicativa ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			

Objetivo general: El alumno analizará y discutirá los conceptos fundamentales de algunos métodos espectroscópicos y térmicos para su interpretación y aplicación en los materiales cerámicos.			
Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Espectroscopía infrarroja y Raman	24	0
2	Espectroscopía de absorción UV-visible	20	0
3	Análisis térmico	20	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			

Tema y subtemas			
1	Espectroscopía infrarroja y Raman 1.1. Introducción y teoría 1.2. Instrumentación 1.3. Manejo de las muestras 1.4. Interpretación de los espectros 1.5. Aplicaciones		
2	Espectroscopía de absorción UV-visible 2.1. Introducción y teoría 2.2. Manejo de muestras 2.3. Interpretación de los espectros 2.4. Aplicaciones		
3	Análisis térmico 3.1. Análisis termogravimétrico 3.2. Calorimetría diferencial de barrido 3.3. Análisis térmico diferencial 3.4. Aplicaciones		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. Nakamoto, K. <i>Spectra of Inorganic and Coordination Compounds</i> , Wiley & Sons, 1986.			
2. West A.R., <i>Solid State Chemistry and its Applications</i> , Wiley & Sons, 1984.			
Bibliografía complementaria:			
1. Pilkey W.D., <i>Mechanics of Structures: Variational and Computational</i> , CRC Press, 1994.			
2. Wunderlich B., <i>Thermal Analysis</i> , Academic Press Inc., 1990.			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES



Programa de la actividad académica				<b>Temas Selectos de Materiales Cerámicos</b>			
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos				
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )			Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )			Horas			
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )						
Duración del programa		Semestral		Semana		Semestre	
				Teóricas 4		Teóricas 64	
				Prácticas 0		Prácticas 0	
				Total 4		Total 64	
Seriación							
Ninguna (X)							
Obligatoria ( )							
Actividad académica anterior							
Actividad académica subsecuente							
Indicativa ( )							
Actividad académica anterior							
Actividad académica subsecuente							

Objetivo general:  
Como actividad académica optativa el alumno podrá cursar, previa aprobación de su comité tutor, algún tema selecto del campo de los materiales cerámicos, asociado a su proyecto de investigación.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Los temas se definirán cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto	64	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			

Tema y subtemas			
1	El contenido temático se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica: La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto.			
Bibliografía complementaria: La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto			

## CAMPO DE CONOCIMIENTO DE MATERIALES COMPLEJOS

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
	PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES	
	MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES	

Programa de la actividad académica <b>Termodinámica Estadística de los Materiales</b>			
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Complejos
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas	
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		
Duración del programa	Semestral	Semana	Semestre
		Teóricas 4	Teóricas 64
		Prácticas 0	Prácticas 0
		Total 4	Total 64

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

**Objetivo general:**  
 El alumno que ya cuenta con una buena base de termodinámica profundizará sus conocimientos tomando en cuenta el carácter microscópico de la materia. Conocerá del formalismo de la termodinámica considerando las ideas originales de Gibbs de ensembles y con base en el esquema postulador de Tisza. Igualmente, comprenderá aquellos temas que la termodinámica clásica no logra explicar de manera completa. Aplicará las herramientas de sistemas constituidos por partículas microscópicas a sistemas de relevancia a las ciencias de materiales, por encima de aquellas otras aplicaciones de las ciencias físicas básicas.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Formulación axiomática de la termodinámica de Tisza	12	0

	(Callen Cap. 12, Plischke & Bergersen Cap. 1; Chaikin & Lubensky Cap. 3)		
2	Fundamentos de Mecánica Estadística	24	0
3	Aplicaciones de mecánica estadística a los materiales (Callen Cap. 19, 20; Plischke & Bergersen Cap. 3, 4; Domb Caps. 1-4; Chaikin & Lubensky Cap. 4)	28	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	<p>Formulación axiomática de la termodinámica de Tisza (Callen Cap. 12, Plischke &amp; Bergersen Cap. 1; Chaikin &amp; Lubensky Cap. 3)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Descripción de sistemas termodinámicos en términos de variables extensivas</li> <li>1.2. La importancia de estados microscópicos en la descripción de los estados de equilibrio termodinámico</li> <li>1.3. Los postulados de Tisza para la termodinámica clásica</li> <li>1.4. La equivalencia de principios extremales para la entropía y la energía</li> <li>1.5. Las variables extensivas, la ecuación de Euler y la relación Gibbs-Duhem</li> <li>1.6. Las transformaciones de Legendre, los potenciales termodinámicos y las funciones de trabajo máximo.</li> <li>1.7. Las relaciones de Maxwell, funciones de respuesta y los diagramas mnémicos de Born</li> <li>1.8. Criterios de estabilidad termodinámica, reglas de coexistencia de fases y de Gibbs</li> <li>1.9. Puntos críticos, parámetros de orden, modelo de Landau, exponentes universales</li> </ol>		
2	<p>2. Fundamentos de Mecánica Estadística</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 El ensemble microcanónico (Callen Cap. 15, Plischke &amp; Bergersen Cap. 2) <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1.1. Los posibles estados de un sistema termodinámico cerrado</li> <li>2.1.2. Conocimiento y probabilidad</li> <li>2.1.3. Distribuciones de probabilidad, valores promedio y sus momentos</li> <li>2.1.4. Los postulados para la termoestadística de Tisza</li> <li>2.1.5. Estadística de grandes números y sistemas multidimensionales</li> <li>2.1.6. La entropía como función de los estados accesibles a un sistema cerrado</li> <li>2.1.7. El modelo de un sólido cristalino de Einstein y su capacidad calorífica a bajas temperaturas</li> <li>2.1.8. Un sistema clásico de dos estados y sin interacción. El caso de polarización magnética</li> <li>2.1.9. Los elastómeros y el modelo de Kuhn</li> </ol> </li> <li>2.2. El ensemble canónico: sistemas a temperatura constante. (Callen Cap. 16; Plischke &amp; Bergersen Cap. 1)</li> </ol>		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>2.2.1. La distribución canónica y la función canónica de partición de un gas simple</li> <li>2.2.2. La aditividad de las energías y la factorización de la función de partición</li> <li>2.2.3. Termostadística de pequeños ensembles, la densidad de estados orbitales</li> <li>2.2.4. Modelo para un sólido cristalino de Debye</li> <li>2.2.5. Radiación de cuerpo negro y ley de Stefan-Boltzmann</li> <li>2.2.6. La densidad clásica de estados y gas ideal clásico</li> <li>2.3. Entropía y desorden. Formulaciones canónicas generales y sistemas cuantizados (Callen Cap. 17, 18; Plischke &amp; Bergersen Cap. 2) <ul style="list-style-type: none"> <li>2.3.1. Distribuciones de máximo desorden</li> <li>2.3.2. Sistemas abiertos: El ensemble gran canónico</li> <li>2.3.3. Fermiones y bosones. Estadística cuántica y matriz de densidad</li> <li>2.3.4. Estadística de fermiones sin interacción</li> <li>2.3.5. Estadística de bosones sin interacción</li> <li>2.3.6. Distribuciones de máxima entropía en sistemas fermiónicos</li> <li>2.3.7. Estadística de defectos en un sólido de Schottky</li> <li>2.3.8. Fluidos fermiónicos: Proto-gas –con spin– y gas ideal de Fermi</li> <li>2.3.9. Energías de Fermi y capacidad calorífica de fermiones a bajas temperaturas</li> <li>2.3.10. Criterio cuántico y límite clásico</li> <li>2.3.11. Régimen cuántico fuerte: el caso de gases de electrones en metales</li> <li>2.3.12. Fluido ideal de Bose y radiación de cuerpo negro</li> <li>2.3.13. Condensación de Bose, energía y capacidad calorífica</li> </ul> </li> <li>2.4. Fluctuaciones y teoría de campo promedio (Callen Cap. 19, 20; Plischke &amp; Bergersen Cap. 3) <ul style="list-style-type: none"> <li>2.4.1. Funciones de distribución para fluctuaciones</li> <li>2.4.2. Los momentos y funciones de correlación de las fluctuaciones de energía</li> <li>2.4.3. Teoría de campo promedio, propiedades variacionales y métodos perturbativos</li> </ul> </li> </ul>
3	<p>Aplicaciones de mecánica estadística a los materiales (Callen Cap. 19, 20; Plischke &amp; Bergersen Cap. 3, 4; Domb Caps. 1-4; Chaikin &amp; Lubensky Cap. 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Campo promedio y teoría de Landau de transiciones críticas</li> <li>3.2 Modelo general de Ising. Modelos uni- y bidimensionales <ul style="list-style-type: none"> <li>3.2.1 Soluciones exactas para cadenas y redes 2D</li> </ul> </li> <li>3.3. Redes cristalinas de sistemas magnéticos</li> <li>1.4 Aproximaciones de Braggs-Williams y de Bethe</li> <li>3.5. Transiciones de orden-desorden <ul style="list-style-type: none"> <li>3.5.1. En sistemas metálicos binarios</li> <li>3.5.2. En cristales líquidos: transición isotrópica-nemática</li> </ul> </li> <li>3.6. Modelo de campo promedio para un gas de Van der Waals <ul style="list-style-type: none"> <li>3.6.1. Propiedades del punto crítico clásicas</li> </ul> </li> </ul>



Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Callen H. B., <i>Thermodynamics</i>, Wiley, New York, 1985.</li> <li>2. Chaikin P.M. &amp; Lubensky T. C., <i>Principles of Condensed Matter Physics</i>, Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK .2000.</li> <li>3. Domb C., <i>The Critical Point</i>, Taylor &amp; Francis, London, UK, 1996.</li> <li>4. Plischke M. &amp; Bergersen B., <i>Equilibrium Statistical Physics</i>, 3ra. Edición, World Scientific Publ. Co., Singapore, Singapore (2006).</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bowley R. and Sánchez M., <i>Introductory Statistical Mechanics</i>, Clarendon Press, Oxford, 1999.</li> <li>2. Carrington G., <i>Basic Thermodynamics</i>; Oxford University Press, Oxford (1994)</li> <li>3. L. H. &amp; Schreiber M., Eds., <i>Computational Statistical Physics</i>, Springer Verlag, Berlin, Ger., 2002.</li> <li>4. Pahtria, R. K. <i>Statistical Mechanics</i> 2a. Edición, Butterworth-Heinemann, Oxford, (1996).</li> <li>5. Reed R. D. and Roy R. R., <i>Statistical Physics for Students of Science and Engineering</i> Dover, New York, 1995.</li> </ol>			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Mecánica de Fluidos y Transferencia de Calor**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Complejos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas				
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )					
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64		
			Prácticas 0	Prácticas 0		
			Total 4	Total 64		
Seriación						
Ninguna (X)						
Obligatoria ( )						
Actividad académica anterior						
Actividad académica subsecuente						
Indicativa ( )						
Actividad académica anterior						
Actividad académica subsecuente						

Objetivo general:

El alumno:

- 1) Estudiará los fenómenos asociados con la transferencia de momento y calor fundamentalmente en sistemas con flujo laminar, así como las metodologías de tipo teórico para el estudio de fluidos.
- 2) Conocerá los fundamentos de la Mecánica de fluidos en el marco de la Mecánica del Medio Continuo y se obtienen las ecuaciones básicas del flujo.
- 3) Estudiará el flujo sin tomar en cuenta la viscosidad.
- 4) Conocerá los efectos de los flujos, estudiados en el curso, sobre la transferencia de calor.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Fundamentos	14	0

2	Flujos de fluidos no-viscosos	8	0
3	Flujos unidireccionales lineales. Soluciones exactas de flujos sin inercia	12	0
4	Flujos lentos	8	0
5	Capas límite	10	0
6	Transferencia de Calor	12	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	Fundamentos 1.1. Conservación de masa 1.2. Conservación de momento lineal y angular 1.3. Conservación de energía 1.4. Ecuaciones constitutivas. Fluidos newtoniano y no-newtonianos 1.5. Ecuaciones de Navier-Stokes 1.6. Condiciones de frontera		
2	Flujos de fluidos no-viscosos 2.1. Flujo potencial bidimensional 2.2. Flujo potencial tridimensional		
3	Flujos unidireccionales lineales. Soluciones exactas de flujos sin inercia 3.1. Escalas características y análisis dimensional 3.2. Flujo de Couette, Flujo de Poiseuille y Flujo de Couette-Poiseuille 3.3. Flujo con superficie libre por un plano inclinado 3.4. Soluciones de similitud. Problema de Rayleigh. Flujo en una pared oscilatoria 3.5. Flujos de Couette y de Poiseuille oscilatorios y su relacion con la capa limite 3.6. Flujo transitorio 3.7. Flujo en el interior de un cilindro y en cilindros concéntricos.		
4	Flujos lentos 4.1. Flujo lento lineal bidimensional 4.2. Soluciones en términos de la función de corriente 4.3. Soluciones por desarrollos de funciones propias		
5	Capas límite 5.1. Ecuación de flujo en la capa límite 5.2. Solución de Blasius 5.3. Solución de Falkner-Skan		
6	Transferencia de Calor 6.1. Transferencia de calor forzada. Generalidades 6.2. Análisis dimensional: Número de Peclet y número de Eckert 6.3. Transferencia de calor por conducción 6.4. Transferencia de calor en flujos: Couette, Poiseuille y Couette-Poiseuille. 6.5. Transferencia de Calor en capas límite. 6.6. Flujo alrededor de una esfera a pequeño Número de Reynolds		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	

Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. Currie, I. G., <i>Fundamental Mechanics of Fluids</i> , 3rd Edition, Marcel Dekker (2003), (Texto básico)			
2. Leal, G. L., <i>Laminar Flow and Convective Heat Transfer. Asymptotic Solutions and Applications</i> , Butterworth-Heinemann, Boston, 1992.			
3. Rogers D. F., <i>Laminar Flow Analysis</i> , Cambridge University Press, New York, 1992.			
Bibliografía complementaria:			
1. Barenblatt G.I., <i>Dimensional Analysis</i> , Gordon and Breach Sci. Pub., N.Y., 1987.			
2. Durst F., <i>Fluid mechanics: an introduction to the theory of fluid flows</i> , Springer, Berlin, 2008.			
3. Graebel, W. P., <i>Advanced Fluid Mechanics</i> , Academic Press Burlington, Massachusetts, 2007.			
4. Kambe, T., <i>Elementary Fluid Mechanics</i> , World Scientific New Jersey, 2007.			
5. Kundu, P. K. and Cohen, I. N., <i>Fluid Mechanics</i> , 4th ed., Academic Press, Amsterdam, 2008.			
6. Lighthill J., <i>An Informal Introduction to Theoretical Fluid Mechanics</i> , Clarendon Press, Oxford, 1986.			
7. Ockendon H., and Ockendon J.R., <i>Viscous Flow</i> , Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, 1995.			
8. Pozrikidis C., <i>Introduction to Theoretical Computational Fluid Dynamics</i> , Oxford Univ. Press, Oxford, UK Yamaguchi, H., <i>Engineering Fluid Mechanics</i> , Springer, Dordrecht, Paises Bajos, 2008.			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Mecánica de Sólidos**



Clave	Semestre	Créditos	Campo de conocimiento: Materiales Complejos			
	2	8				
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )		Horas			
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )					
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:			
El alumno conocerá y dominará los métodos de solución para determinar los estados de esfuerzos, deformaciones y campos de desplazamiento en: elementos mecánicos axisimétricos, en aquellos cuyas características geométricas permitan conceptualizar el estado de deformaciones como plano, así también analizará las soluciones para placas, columnas y membranas.			
Podrá determinar el comportamiento considerando tanto sólidos elásticos lineales isotrópicos como anisotrópicos, asimismo analizará el comportamiento bajo la consideración de no linealidad y grandes deformaciones en el sólido elástico.			
Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	El concepto de esfuerzo y deformación	8	0
2	Teoría de la elasticidad	8	0

3	Criterios de falla	4	0
4	Aplicaciones bajo condiciones de sólido elástico isotrópico	4	0
5	Métodos energéticos	4	0
6	Estabilidad Elástica	4	0
7	Placas y membranas	6	0
8	Comportamiento plástico de los materiales	8	0
9	Elasticidad bajo condiciones de grandes deformaciones	10	0
10	Método del elemento Finito	8	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	<p>El concepto de esfuerzo y deformación</p> <p>1.1. Descripción tensorial del estado de deformaciones.</p> <p>1.2. Descripción Lagrangiana y Euleriana del campo de desplazamientos. Gradiente de deformación.</p> <p>1.3. Teorema de descomposición polar.</p> <p>1.4. Tensor de Cauchy-Green por derecha. Tensor Lagrangiano de deformación. Tensor de deformación de Cauchy-Green por izquierda. Tensor Euleriano de deformación. Tensor Infinitesimal de deformación.</p> <p>1.5. El vector de esfuerzos. Componentes del tensor de esfuerzos. El tensor de esfuerzos de Cauchy. Primer tensor de esfuerzos de Piola-Kirchhoff. Segundo tensor de esfuerzos de Piola-Kirchhoff. Condiciones de aplicación de éstos. Representación del estado de esfuerzos y deformaciones en el círculo de Mohr.</p>		
2	<p>2. Teoría de la elasticidad</p> <p>2.1. Conceptos básicos.</p> <p>2.2. El sólido elástico homogéneo lineal e isotrópico. Ecuación constitutiva, relaciones entre las constantes elásticas.</p> <p>2.3. Teoría infinitesimal de la elasticidad.</p> <p>2.4. Análisis del estado de esfuerzos y deformaciones bajo condiciones simples. Carga uniaxial. Torsión en una barra de sección circular y no circular, flexión pura. Condiciones de esfuerzos planos y de deformación plana. Funciones de Airy. Problemas de deformación plana en coordenadas polares. Cilindro circular de pared gruesa bajo presión interna y externa. Flexión pura en una viga curvada. Concentración de esfuerzos debidos a la presencia de un barrenado pequeño de sección circular en una placa sometida a una condición uniaxial de carga. Esfera hueca sujeta a presiones internas y externas. El sólido elástico lineal y anisotrópico, sólido elástico lineal monotrópico, ortotrópico y transversalmente isotrópico. Sus ecuaciones constitutivas</p>		
3	<p>3. Criterios de falla</p> <p>3.1. Desarrollo histórico de los criterios de falla.</p> <p>3.2. Falla por fluencia</p> <p>3.3. Falla por fractura</p> <p>3.4. Criterios de fluencia y fractura.</p> <p>3.5. Criterio de Tresca o del esfuerzo cortante máximo</p> <p>3.6. Criterio de von Mises-Hencky o de la máxima energía de distorsión</p> <p>3.7. Cortante octaédrico</p> <p>3.8. Esfuerzo eficaz o de von Mises</p>		

	<p>3.9. Deformación eficaz</p> <p>3.10. Lugar geométrico de la fluencia. Efecto de la anisotropía y del endurecimiento por trabajo.</p> <p>3.11. Criterios de fatiga para falla de metales. Fatiga a bajo número de ciclos.</p> <p>3.12. Fatiga bajo cargas combinadas.</p> <p>3.13. Cargas dinámicas.</p> <p>3.14. Efecto térmico.</p>
4	<p>4. Aplicaciones bajo condiciones de sólido elástico isotrópico</p> <p>4.1. Flexión en vigas. Soluciones exactas. Soluciones aproximadas.</p> <p>4.2. Vigas curvadas</p> <p>4.3. Torsión en vigas. Elementos cargados axisimétricamente.</p> <p>4.4. Métodos numéricos.</p> <p>4.5. Vigas en cimentaciones elásticas.</p>
5	<p>5. Métodos energéticos</p> <p>5.1. Trabajo desarrollado durante la deformación. Teorema de reciprocidad. Teorema de Castigliano. Teorema de Crotti-Engesser.</p> <p>5.2. Sistemas estáticamente indeterminados.</p> <p>5.3. Principio de trabajo virtual.</p> <p>5.4. Método de Rayleigh-Ritz.</p>
6	<p>6. Estabilidad Elástica</p> <p>6.1. Cargas críticas.</p> <p>6.2. Pandeo en columnas.</p> <p>6.3. Solicitaciones críticas en columnas.</p> <p>6.4. Esfuerzos permisibles.</p> <p>6.5. Elementos inicialmente curvados.</p> <p>6.6. Elementos sometidos a cargas excéntricas.</p> <p>Métodos energéticos aplicados al pandeo de columnas</p>
7	<p>7. Placas y membranas</p> <p>7.1. Flexión en placas delgadas. Placas rectangulares con apoyo simple. Placas circulares axisimétricamente cargadas.</p> <p>7.2. Determinación de las deformaciones en placas rectangulares mediante el método de la energía.</p> <p>7.3. Esfuerzos en membranas.</p>
8	<p>8. Comportamiento plástico de los materiales</p> <p>8.1. La deformación plástica.</p> <p>8.2. Comportamiento esfuerzo-deformación en el rango plástico.</p> <p>8.3. Deformación permanente en vigas.</p> <p>8.4. Análisis bajo la consideración de sólido rígido-plástico</p> <p>8.5. Condiciones de colapso.</p> <p>8.6. Torsión elasto-plástica.</p> <p>8.7. Esfuerzos en discos rotatorios bajo condiciones elasto-plásticas.</p> <p>8.8. Relaciones esfuerzo-deformación en el rango plástico. Ecuaciones de Levy-Mises. Comportamiento elasto-plástico, las ecuaciones de Prandtl-Reuss. Teoría del potencial plástico.</p>
9	<p>9. Elasticidad bajo condiciones de grandes deformaciones</p> <p>9.1. Conceptos básicos.</p> <p>9.2. El sólido elástico isotrópico bajo grandes deformaciones.</p>

	9.3. Ecuación constitutiva. 9.4. Casos particulares: Deformación bajo una condición uniaxial de carga de un sólido elástico isotrópico e incompresible. Deformación por esfuerzos de corte. 9.5. Flexión en una barra de sección rectangular. 9.6. Carga uniaxial y torsión en una barra de sección circular.		
10	10. Método del elemento Finito 10.1. Principios fundamentales. 10.2. Aplicación del MEF en problemas elásticos uniaxiales. 10.3. Aplicación del MEF en problemas elásticos biaxiales.		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atanackovic T.M. &amp; Guran A., <i>Theory of elasticity for scientist and engineers</i>, Ed. Birkhäuser, Boston, 2000.</li> <li>2. Barber J.R., <i>Elasticity (Solid mechanics and its applications)</i>, Ed. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2002.</li> <li>3. Lay M. &amp; Rubin D., <i>Introduction to Continuum Mechanics</i>, Ed. Butterword Heinemann, Oxford, 1996.</li> <li>4. Ugural A.C. &amp; Fenster S.K., <i>Advanced Strength and Applied Elasticity</i>, Prentice Hall, New Jersey, USA, 2003.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Boresi A.P. &amp; Chong K.P., <i>Elasticity in engineering mechanics</i>, Ed. John Wiley &amp; sons, New York, 2000.</li> <li>2. Lurie A.I. &amp; Belyaev A.K., <i>Theory of elasticity (foundations of engineering mechanics)</i>, Ed. Springer, Berlin, 2005.</li> <li>3. Sadd M.H., <i>Elasticity Theory, applications and numerics</i>, Ed. Elsevier Academic Press, Oxford U.K., 2009.</li> </ol>			
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES 			
MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES			



Programa de la actividad académica <b>Reología</b>				
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Complejos	
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas		
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )			
Duración del programa	Semestral	Semana	Semestre	
		Teóricas 4	Teóricas 64	
		Prácticas 0	Prácticas 0	
		Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno adquirirá conocimientos y bases conceptuales sobre los procesos de deformación de la materia y sobre el flujo de materiales viscoelásticos.

El alumno deberá contar con conocimientos de Mecánica de Medios Continuos y Mecánica de Fluidos.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Fenómenos exhibidos por el flujo de líquidos poliméricos	12	0
2	Funciones materiales de los fluidos poliméricos	14	0
3	Viscoelasticidad lineal	12	0
4	Viscoelasticidad no lineal	14	0
5	Modelos moleculares	12	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	

Contenido Temático	
	Tema y subtemas
1	<p>Fenómenos exhibidos por el flujo de líquidos poliméricos</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Introducción</li> <li>1.2. Flujo Poiseuille</li> <li>1.3. Clasificación de los fluidos</li> <li>1.4. Efecto Weissenberg</li> <li>1.5. Flujo axial-anular</li> <li>1.6. Error en la medición por tomas de presión</li> <li>1.7. Flujo en la boquilla de un extrusor</li> <li>1.8. Flujos secundarios</li> <li>1.9. Flujo a través de contracciones</li> <li>1.10. Reducción de la fuerza de arrastre</li> </ol>
2	<p>Funciones materiales de los fluidos poliméricos</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. Introducción</li> <li>2.2. Clasificación de los tipos de flujos</li> <li>2.3. Funciones viscométricas en flujo cortante a régimen estacionario</li> <li>2.4. Funciones materiales en régimen transitorio</li> <li>2.5. Crecimiento del esfuerzo al comienzo de un flujo cortante</li> <li>2.6. Relajación</li> <li>2.7. Sistemas viscométricos: cono y placa</li> <li>2.8. Viscosímetro capilar</li> <li>2.9. Flujos elongacionales</li> </ol>
3	<p>Viscoelasticidad lineal</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Introducción</li> <li>3.2. Principio de superposición de Boltzmann</li> <li>3.3. El fluido de Maxwell</li> <li>3.4. Movimiento oscilatorio de pequeña amplitud</li> <li>3.5. Modelo generalizado de Maxwell</li> <li>3.6. El modelo de Jeffreys</li> </ol>
4	<p>Viscoelasticidad no lineal</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1. Introducción</li> <li>4.2. Movimiento del continuo y las derivadas de Oldroyd</li> <li>4.3. Modelos cuasilineales</li> <li>4.4. Modelo correlacional de Jeffeys</li> <li>4.5. Modelo de Goddard-Miller</li> <li>4.6. Modelo de Oldroyd "B"</li> <li>4.7. Modelos viscoelásticos no lineales</li> <li>4.8. Ecuaciones constitutivas aplicadas para pequeñas deformaciones</li> <li>4.9. Expansiones de las integrales de memoria</li> <li>4.10. Flujos dominados por la viscosidad cortante</li> </ol>
5	<p>Modelos moleculares</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1. El modelo de Rouse</li> <li>5.2. Modelo de Zimm</li> <li>5.3. Funciones materiales</li> <li>5.4. El modelo de la mancuerna (dumbbell)</li> <li>5.5. Ecuación de conservación de la función de distribución</li> </ol>

	5.6. Ecuación de difusión 5.7. Efectos anisotrópicos 5.8. Cálculo de las funciones materiales 5.9. Comparación con los experimentos 5.10. Comparación con las predicciones de los modelos continuos		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. Brummer R., <i>Rheology Essentials of Cosmetics and Food Emulsions</i> , Springer Verlag, Berlin, Ger. 2006. 2. Bird R.B., Curtiss C.F., Armstrong R.C. and Hassager O., <i>Dynamics of Polymeric Liquids, Vol. I &amp; II</i> , John Wiley & Sons, New York, 1987. 3. Boger D.V. and Walters K., <i>Rheological Phenomena in Focus</i> , Elsevier, Amsterdam. 4. Doi M. and Edwards S., <i>The Theory of Polymer Dynamics</i> , Oxford University Press, Oxford, U.K., 1986. 5. Larson R.G., <i>The Structure and Rheology of Complex Fluids</i> , Oxford University Press, Oxford, UK, 1999. 6. Macosko C.W., <i>Rheology. Principles, Measurements, and Applications</i> , Wiley-VCH, New York, USA, 1994			
Bibliografía complementaria:			
1. Fredrickson A.G., <i>Principles and Applications of Rheology</i> , Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1964. 2. Janeschitz-Kriegl H., <i>Polymer Melt Rheology and Flow Birefringence</i> , Springer Verlag, N.Y., 1983. 3. Larson R.G., <i>Constitutive Equations for Polymer Melts and Solutions</i> , Butterworths, Boston, 1988. 4. Schowalter W., <i>Mechanics of Non-Newtonian Fluids</i> , Pergamon Press, Oxford, 1978.			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES





MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica				<b>Temas Selectos de Materiales Complejos</b>			
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Complejos				
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )			Tipo	T (X )	P ( )	T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )			Horas			
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )						
Duración del programa		Semestral		Semana		Semestre	
				Teóricas 4		Teóricas 64	
				Prácticas 0		Prácticas 0	
				Total 4		Total 64	
Seriación							
Ninguna (X)							
Obligatoria ( )							
Actividad académica anterior							
Actividad académica subsecuente							
Indicativa ( )							
Actividad académica anterior							
Actividad académica subsecuente							

Objetivo general: Como actividad académica optativa el alumno podrá cursar, previa aprobación de su comité tutor, algún tema selecto del campo de los materiales complejos, asociado a su proyecto de investigación.			
Objetivos específicos: Se recomienda que el alumno acredite todas las actividades académicas relativas a cursos, en los dos primeros semestres de sus estudios de maestría.			
Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Los temas se definirán cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto	64	0
Total		64	0

Suma total de horas		64
Contenido Temático		
Tema y subtemas		
1	El contenido temático se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto	
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje
Exposición		Exámenes parciales
Trabajo en equipo		Examen final
Lecturas		Trabajos y tareas
Trabajo de investigación		Presentación de tema
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase
Prácticas de campo		Asistencia
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios
Casos de enseñanza		Listas de cotejo
Otras (especificar)		Otras (especificar)
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Perfil profesiográfico		
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales	
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales	
Otra característica		
Bibliografía básica: La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto.		
Bibliografía complementaria: La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto		

## CAMPO DE CONOCIMIENTO DE MATERIALES ELECTRÓNICOS

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES</b>		
<b>MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES</b>			
Programa de la actividad académica <b>Nanotecnología y Nanomateriales</b>			
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas	
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		
Duración del programa	Semestral	Semana	Semestre
		Teóricas 4	Teóricas 64
		Prácticas 0	Prácticas 0
		Total 4	Total 64
Seriación			
Ninguna (X)			
Obligatoria ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			
Indicativa ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			
<b>Objetivo general:</b> El alumno adquirirá los conceptos fundamentales de la física y las propiedades de los materiales cuando alguna de sus dimensiones características es menor a los 100 nm. Conocerá los diferentes fenómenos cuánticos que se presentan en los dispositivos electrónicos nanométricos, así como el impacto que tienen las dimensiones de los nanomateriales en propiedades, tales como el magnetismo, las propiedades ópticas, mecánicas, químicas y biológicas y su impacto en las tecnologías del futuro.			
Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas

1	Introducción a la nanotecnología	4	0
2	Conceptos básicos de la mecánica cuántica	4	0
3	Nanoestructuras cuánticas semiconductoras	8	0
4	Transporte electrónico y propiedades ópticas de nanoestructuras	8	0
5	Fenómenos a escala nanométrica	20	0
6	Nanomateriales	12	0
7	Nanoestructuras	8	0
8	Método de Enseñanza: Un coordinador de grupo y profesores invitados		0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	Introducción a la nanotecnología 1.1. ¿Qué es nanotecnología? 1.2. Nanotecnología, ¿por qué ahora? 1.3. Nanomateriales y nanotecnología 1.4. Nano versus miniaturización 1.5. Longitudes características.		
2	Conceptos básicos de la mecánica cuántica 2.1. Onda 2.2. Cuantización de la energía 2.3. Función de onda para el átomo de hidrógeno 2.4. Fenómenos cuánticos		
3	Nanoestructuras cuánticas semiconductoras 3.1. La física de semiconductores de baja dimensionalidad 3.2. Nanoestructuras cuánticas semiconductoras y superredes.		
4	Transporte electrónico y propiedades ópticas de nanoestructuras 4.1. Transporte en campos eléctricos en nanoestructuras 4.2. Transporte en campos magnéticos en nanoestructuras 4.3. Procesos optoelectrónicos en heteroestructuras cuánticas.		
5	Fenómenos a escala nanométrica 5.1. Magnetismo a escala nanométrica 5.2. Nanomecánica y nanotribología 5.3. Transporte térmico a la nanoescala y nanofluidos 5.4. Química a escala nanométrica 5.5. Biología y ciencias médicas a escala nanométrica		
6	Nanomateriales 6.1. Nanoestructuras metálicas 6.2. Nanoestructuras poliméricas 6.3. Nanocompositos 6.4. Nanoestructuras cerámicas		
7	Nanoestructuras 7.1. Quantum dots y superredes cuánticas 7.2. Cristales fotónicos 7.3. Nanoestructuras basadas en carbono		

	7.4. Nanocintas y nanoalambres 7.5. Nanoestructuras autoensambladas		
8	Método de Enseñanza: Un coordinador de grupo y profesores invitados		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. Matínez-Duart J.M., Martín-Palma R.J., and Agullo-Rueda F., <i>Nanotechnology for Microelectronics and Optoelectronics</i> , Elsevier, U.K., 2006.			
2. Morris D.G., <i>Mechanical Behaviour of Nanostructure Materials</i> , Trans. Tech. Publications Suiza, 1998.			
Bibliografía complementaria:			
1. Hari Singh Nalwa (Editor), <i>Magnetic Nanostructures</i> . American Scientific Publishers 2002.			
2. Wolf E.L., <i>Nanophysics and Nanotechnology: An introduction to modern concepts in Nanoscience</i> , Wiley-VCH Verlag, 2004.			





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica				<b>Propiedades Electrónicas de Materiales</b>			
Clave	Semestre	Créditos	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos				
	2	8					
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )			Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )			Horas			
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )						
Duración del programa		Semestral		Semana		Semestre	
				Teóricas 4		Teóricas 64	
				Prácticas 0		Prácticas 0	
				Total 4		Total 64	
Seriación							
Ninguna (X)							
Obligatoria ( )							
Actividad académica antecedente							
Actividad académica subsecuente							
Indicativa ( )							
Actividad académica antecedente							
Actividad académica subsecuente							

Objetivo general:
El alumno:
1) Obtendrá un entendimiento general sobre las propiedades electrónicas, ópticas, magnéticas y térmicas de los materiales basados en los conceptos centrales de la física de estado sólido y la descripción cuántica de la estructura electrónica de los materiales.
2) Conocerá cómo la estructura electrónica de los materiales determina las propiedades ópticas, electrónicas y magnéticas de los materiales.
3) Revisará los conceptos de la mecánica cuántica y la descripción de los electrones en diferentes sistemas, así como la descripción de las propiedades electrónicas y ópticas de los semiconductores, incluyendo el cambio en sus propiedades al ser de baja dimensionalidad.
4) Conocerá la descripción de las propiedades que son controladas por el movimiento de los átomos alrededor de sus posiciones de equilibrio.
Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	6	0
2	Estructura de bandas de los sólidos	8	0
3	Estructura y defectos en semiconductores en bulto	8	0
4	Física y aplicaciones de estructuras semiconductoras de baja dimensionalidad	4	0
5	Propiedades ópticas*	8	0
6	Diamagnetismo y paramagnetismo	8	0
7	Ferromagnetismo y orden magnético	8	0
8	Superconductividad	8	0
9	Dinámica de los átomos en un cristal**	6	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	Introducción 1.1. Conceptos básicos de mecánica cuántica 1.2. Enlace en estado sólido		
2	Estructura de bandas de los sólidos 2.1. Introducción 2.2. Teorema de Bloch y estructura de bandas de un sólido periódico 2.3. El modelo de Kronig-Penney 2.4. El método de enlace fuerte 2.5. El método de electrón cuasi-libre 2.6. Estructura de bandas de semiconductores tetrahedrales 2.7. El uso de pseudo-potenciales		
3	Estructura y defectos en semiconductores en bulto 3.1. Introducción 3.2. Teoría k-p de semiconductores 3.3. Masa efectiva de electrones y agujeros 3.4. Tendencias en los semiconductores 3.5. Impurezas en semiconductores 3.6. Semiconductores amorfos		
4	Física y aplicaciones de estructuras semiconductoras de baja dimensionalidad 4.1. Introducción 4.2. Estados confinados en pozos de potencial, alambres y puntos cuánticos 4.3. Densidad de estados en pozos de potencial, alambres y puntos cuánticos 4.4. Dopaje modulado y hetero-uniones 4.5. Efecto Hall cuántico		

5	<p>Propiedades ópticas*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1. Reflexión</li> <li>5.2. Resumen de procesos de absorción</li> <li>5.3. Transiciones a través de la brecha energética</li> <li>5.4. Excitones</li> <li>5.5. Imperfecciones</li> <li>5.6. Portadores libres</li> <li>5.7. Absorción de resonancia del plasma</li> <li>5.8. Polarización de electrones ligados</li> <li>5.9. Efectos fotoeléctricos</li> <li>5.10. Espectro óptico</li> <li>5.11. Aplicaciones fotoeléctricas</li> </ul>
6	<p>Diamagnetismo y paramagnetismo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>6.1. Introducción</li> <li>6.2. Magnetización</li> <li>6.3. Momento magnético del electrón</li> <li>6.4. Diamagnetismo en átomos y sólidos</li> <li>6.5. Teoría de Langevin (clásica) del paramagnetismo</li> <li>6.6. Momentos magnéticos en átomos e iones aislados: reglas de Hund</li> <li>6.7. Teoría de Brillouin (mecánica cuántica) del paramagnetismo</li> <li>6.8. Paramagnetismo en metales</li> </ul>
7	<p>Ferromagnetismo y orden magnético</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>7.1. Introducción</li> <li>7.2. La interacción de intercambio</li> <li>7.3. Ferromagnetismo y la temperatura de Curie</li> <li>7.4. Magnetización espontánea</li> <li>7.5. Magnetización espontánea y la susceptibilidad de un antiferromagneto</li> <li>7.6. Ferromagnetismo</li> <li>7.7. Ondas de spin- excitaciones magnéticas elementales</li> <li>7.8. Dominios ferromagnéticos</li> <li>7.9. Imanes permanentes de alta calidad</li> <li>7.10. Ferromagnetismo itinerante</li> <li>7.11. Magnetoresistencia gigante</li> </ul>
8	<p>Superconductividad</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>8.1. Introducción</li> <li>8.2. Ocurrencia de la superconductividad</li> <li>8.3. Comportamiento magnético y efecto Meissner</li> <li>8.4. Superconductores tipo I y II</li> <li>8.5. Momento electromagnético y las ecuaciones de London</li> <li>8.6. El efecto Meissner</li> <li>8.7. Aplicaciones de la termodinámica</li> <li>8.8. Pares de Cooper y la teoría BCS</li> <li>8.9. Longitud de coherencia en la teoría BCS</li> <li>8.10. Corrientes persistentes y función de onda de la superconductividad</li> <li>8.11. Cuantización del flujo</li> <li>8.12. Tunelaje Josephson</li> <li>8.13. Efecto Josephson AC</li> <li>8.14. Superconductividad a alta temperatura</li> </ul>

9	Dinámica de los átomos en un cristal			
	9.1. Fonones			
	9.2. Dispersión			
	9.3. Propiedades térmicas:			
	9.3.1. Calor específico			
	9.3.2. Expansión térmica			
	9.3.3. Conductividad térmica			
	Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
	Exposición		Exámenes parciales	X
	Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X	
Trabajo de investigación		Presentación de tema		
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X	
Prácticas de campo		Asistencia		
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas		
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios		
Casos de enseñanza		Listas de cotejo		
Otras (especificar)		Otras (especificar)		
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales				
Perfil profesiográfico				
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Otra característica				
Bibliografía básica:				
1. Bube R., <i>Electrons in Solids*</i> , Academic Press Inc, USA, 1992.				
2. Ibach H., Luth H., <i>Solid State Physics; an Introduction to Principles of Materials Science**</i> , Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1995.				
3. O'Reilly E., <i>Quantum Theory of Solids</i> , Taylor & Francis, Great Britain, 2002.				
Bibliografía complementaria:				
1. Hummel R.E., <i>Electronic Properties of Materials</i> , Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1993.				
2. Kittel C., <i>Introduction to Solid State Physics</i> , John Wiley & Sons 8e, USA 2004.				
3. Kittel C., <i>Quantum Theory of Solid</i> , John Wiley & Sons 2nd, USA 1987.				
4. Richard M Martin, <i>Electronic Structure: Basic Theory and Practical Methods</i> , Cambridge University Press, Cambridge, 2004.				



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica <b>Dispositivos Electrónicos</b>			
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas	
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		
Duración del programa	Semestral	Semana	Semestre
		Teóricas 4	Teóricas 64
		Prácticas 0	Prácticas 0
		Total 4	Total 64
Seriación			
Ninguna (X)			
Obligatoria ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			
Indicativa ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			

Objetivo general:			
El alumno obtendrá un panorama general del desarrollo de la tecnología electrónica desde sus inicios, su estado actual y las tendencias a futuro y adquirirá un entendimiento de la física y la tecnología de los dispositivos electrónicos; es decir, que comprenda la estrecha relación que hay entre las técnicas de preparación de materiales en volumen y en película delgada y las propiedades y el desempeño de estos materiales dentro de un dispositivo electrónico.			
Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	4	0
2	Tecnología de crecimiento de cristales y preparación de sustratos	8	0

3	Tecnología de preparación películas delgadas semiconductoras y aislantes	20	0
4	Metalización	12	0
5	Preparación y funcionamiento de dispositivos optoelectrónicos	20	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	<p>Introducción</p> <p>1.1. Reseña histórica de dispositivos de estado sólido</p> <p>1.2. Tipos y clasificación de dispositivos de estado sólido</p> <p>1.3. Tendencias de tecnologías modernas</p>		
2	<p>Tecnología de crecimiento de cristales y preparación de substratos</p> <p>2.1. Producción de silicio y de otros semiconductores grado electrónico</p> <p>2.2. Método Czochralsky. Control de estructura, pureza y defectos</p> <p>2.3. Método de Bridgman</p> <p>2.4. Otros métodos de crecimiento de cristales</p> <p>2.5. Corte, pulido y limpieza de obleas y otros substratos</p>		
3	<p>Tecnología de preparación películas delgadas semiconductoras y aislantes</p> <p>3.1. Importancia de las películas delgadas</p> <p>3.2. Teoría sobre el proceso de crecimiento de películas delgadas</p> <p>3.3. Procesos de epitaxia. Epitaxia en fase líquida (LPE) y epitaxia en fase vapor (VPE)</p> <p>3.4. Técnicas PVD. Epitaxia de haz molecular (MBE) y de haz de iones (IBI) evaporación térmica y con haz de electrones, erosión catódica, ablación láser</p> <p>3.5. Técnicas CVD. CVD térmico, CVD asistido por plasma directo (PECVD) remoto (RPECVD)</p> <p>3.6. Técnicas de rocío pirolítico</p> <p>3.7. Otras técnicas</p> <p>3.8. Preparación de aislantes en película delgada, dióxido de silicio, nitruro de silicio</p>		
4	<p>Metalización</p> <p>4.1 Preparación de contactos metálicos por evaporación térmica, con haz de electrones y con haz de iones, erosión catódica, ablación láser</p> <p>4.2. Mascarillas y fotolitografía</p> <p>4.3. Contactos conductores transparentes</p>		
5	<p>Preparación y funcionamiento de dispositivos optoelectrónicos</p> <p>5.1. Sensores térmicos y fotodetectores</p> <p>5.2. Puntas Hall para medir campos magnéticos</p> <p>5.3. Diodos rectificadores y diodos emisores de luz. Láseres de estado sólido</p> <p>5.4. Transistores bipolares y de efecto campo</p> <p>5.5. Celdas solares</p> <p>5.6. Estructuras electroluminiscentes</p> <p>5.7. Intercambiadores de calor</p> <p>5.8. Guías de ondas</p> <p>5.9. Circuitos integrados. Tecnologías VLSI y LTLSI</p>		

5.10. Nuevos materiales y aplicaciones. Silicio poroso, pozos cuánticos, puntos cuánticos, nanoestructuras			
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Baklanov M., Maex K., and Green M. <i>Dielectric Films for Advanced Microelectronics</i>, Wiley Series in Materials for Electronic &amp; Optoelectronic Applications, 2007.</li> <li>2. Chopra and Kaur1, <i>Thin Film Device Applications</i>, Plenum Press, N.Y., 1983.</li> <li>3. Colclaser R. A. and Diehl-Nagle S., <i>Materials and Devices for Electrical Engineers and Physicists</i>, McGraw-Hill Book Co., N.Y., 1985.</li> <li>4. Sze S.M., <i>VLSI technology</i>, McGraw- Hill, 1988.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Green M. A., <i>Third Generation Photovoltaics: Advanced Solar Energy Conversion</i>, Springer Series in Photonics, 2003.</li> <li>2. Sze S.M., <i>Semiconductor Devices Physics and Technology</i>, John Wiley &amp; Sons, 1985.</li> <li>3. Sze S.M., <i>Physics of Semiconductor Devices</i>, 2nd. Edition, John Wiley &amp; Sons, 1981.</li> </ol>			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Fundamentos de Magnetismo**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )			Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )			Horas		
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )					
Duración del programa		Semestral		Semana	Semestre	
				Teóricas 4	Teóricas 64	
				Prácticas 0	Prácticas 0	
				Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:  
El alumno conocerá los aspectos teóricos y experimentales del magnetismo, enfatizando en ideas y conceptos modernos, de tal forma que pueda proveer el material y conocimientos suficientes para servir como puente hacia el estudio experimental o teórico en investigación científica en cualquier aspecto de los estudios modernos del magnetismo.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	2	0
2	Fenomenología de diversos procesos magnéticos	4	0
3	Variedades de orden magnético en materiales	4	0
4	Caracterización por medio de susceptibilidad y magnetización de tres procesos básicos: Paramagnetismo, Ferromagnetismo y Diamagnetismo	6	0



5	Descripción clásica y cuántica de los procesos magnéticos	4	0
6	Campo molecular descripción de procesos ferromagnéticos y antiferromagnéticos.	4	0
7	Magnetismo de electrones itinerantes	4	0
8	Superintercambio del tipo Ruderman-Kittel-Kasuya-Yosida	4	0
9	Taxonomía del comportamiento magnético	4	0
10	Técnicas experimentales y unidades en magnetismo	4	0
11	Procesos simples de comportamiento magnético: Paramagnetismo ideal, Diamagnetismo, ferromagnetismo, antiferromagnetismo y ferrimagnetismo	6	0
12	Procesos más complicados	6	0
13	Magnetismo molecular	4	0
14	Magnetismo, enlaces y ligaduras en procesos químicos	4	0
15	Nanomagnetismo	4	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	Introducción		
2	Fenomenología de diversos procesos magnéticos		
3	Variedades de orden magnético en materiales 3.1 Requerimientos físicos para la existencia de orden magnético		
4	Caracterización por medio de susceptibilidad y magnetización de tres procesos básicos: Paramagnetismo, Ferromagnetismo y Diamagnetismo 4.1 Modelo semicuántico: Langevin 4.2. Modelo cuántico: Brillouin 4.3. Extracción de los dos modelos de la ley de Curie y condiciones de validez 4.4 Proceso energético y rompimiento de la regeneración por medio de campos magnéticos. Efecto Zeeman		
5	Descripción clásica y cuántica de los procesos magnéticos 5.1 Diamagnetismo, momento dipolar, reglas de Hund, y función de Brillouin		
6	Campo molecular descripción de procesos ferromagnéticos y antiferromagnéticos. 6.1. Acoplamiento de Intercambio: interacciones directas e indirectas. 6.2. Superintercambio.		
7	Magnetismo de electrones itinerantes		
8	Superintercambio del tipo Ruderman-Kittel-Kasuya-Yosida		
9	Taxonomía del comportamiento magnético		
10	Técnicas experimentales y unidades en magnetismo		
11	Procesos simples de comportamiento magnético: Paramagnetismo ideal, Diamagnetismo, ferromagnetismo, antiferromagnetismo y ferrimagnetismo		

	11.1 Diversas contribuciones a la susceptibilidad magnética: medidas experimentales.		
12	Procesos más complicados 12.1 Metamagnetismo 12.2 Metamagnetismo itinerante electrónico 12.3 Ferromagnetismo incipiente, comportamiento ideal de vidrios de espín 12.4 Mictomagnetismo 12.5 Sperimagnetismo		
13	Magnetismo molecular		
14	Magnetismo, enlaces y ligaduras en procesos químicos		
15	Nanomagnetismo		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. Buschow. K. H. J. and F.R. De Boer. <i>Physics of magnetism and magnetic materials</i> . New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, C2003.			
2. Carlin R and A.J. van Duynveldt. <i>Magnetic properties of transition metal compound</i> . New York: Springer-Verlag, (Inorganic chemistry concepts; V.2.), c1977.			
3. Chikazumi S. <i>Physics of ferromagnetism</i> . 2 <sup>nd</sup> . Ed. Oxford: Clarendon Press; New York: Oxford University Press, (The international series of monographs on physics; 94)1997Hein R. A, T.L. Francavilla, and D. Liebenberg. Ed. <i>Magnetic susceptibility of superconductors and other spin systems</i> . New York, Plenum Press, c1991.			
4. Jiles D. <i>Introduction to magnetism and magnetic materials</i> . 2 <sup>nd</sup> Ed. New York, Chapman & Hall, 1997.			
5. Kittel, Charles. <i>Introduction to solid state physics</i> . Hoboken, NJ, Wiley, c2005.			
Bibliografía complementaria:			
1. Fischer K.H., J. A. Hertz. <i>Spin Glasses</i> . Cambridge; New York, NY, USA: Cambridge University Press, (Cambridge studies in magnetism: 1), 1991.			

2. Mattis.D. C. *The theory of Magnetism I and II*. Berlin; New York: Springer-Verlag, (Springer series in solid-state sciences; 17, 55), 1981-c1985.
3. Mydosh L. A. *Spin Glasses: an experimental introduction*. London; Washington, DC: Taylor & Francis, 1993
4. Yosida K. *Theory of magnetism*. Berlin; New York: Springer, (Springer series in solid-state sciences, 0171-1873; 122), 1998.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica <b>Superconductividad</b>			
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas	
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		
Duración del programa	Semestral		Semana
			Teóricas 4
			Prácticas 0
			Total 4
		Semestre	Teóricas 64
			Prácticas 0
			Total 64
Seriación			
Ninguna (X)			
Obligatoria ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			
Indicativa ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			

Objetivo general:  
El alumno adquirirá conocimientos básicos del fenómeno de la superconductividad, en aspectos tanto teóricos como experimentales y los modelos fenomenológicos y microscópicos de la superconductividad, los diferentes tipos de materiales superconductores, incluyendo los superconductores de alta temperatura crítica y se termina con las aplicaciones que se han dado a los materiales superconductores.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	El fenómeno de la Superconductividad	8	0
2	Propiedades termodinámicas	8	0
3	Teoría de London	8	0
4	Teoría de Ginzburg-Landau	12	0
5	Teoría BCS	12	0

6	Diversos tipos de materiales superconductores	8	0
7	Superconductores de alta temperatura crítica	4	0
8	Aplicaciones	4	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	El fenómeno de la Superconductividad 1.1. Resumen histórico. 1.2. Resistencia cero. Temperatura de transición superconductora, $T_c$ 1.3. Diamagnetismo perfecto. Campos dentro de un superconductor. Corriente de apantallamiento 1.4. Campo crítico y corriente crítica		
2	Propiedades termodinámicas 2.1. Calor específico de un superconductor 2.2. Termodinámica de un superconductor. Brecha superconductora. 2.3. Superconductor en un campo magnético 2.4. Calor específico en un campo magnético		
3	Teoría de London 3.1. Ecuaciones de London. Profundidad de penetración 3.2. Cuantización del flujo magnético		
4	Teoría de Ginzburg-Landau 4.1. Parámetro de orden y las ecuaciones de Ginzburg-Landau 4.2. Ecuaciones de Ginzburg-Landau normalizadas 4.3. Superconductores Tipo I y Tipo II 4.4. Campo crítico inferior y campo crítico superior		
5	Teoría BCS 5.1. Problema de Cooper 5.2. Modelo de BCS 5.3. Resultados de la teoría BCS 5.4. Tunelaje electrónico 5.5. Efecto Josephson 5.6. Comparación con resultados experimentales		
6	Diversos tipos de materiales superconductores 6.1. Elementos, compuestos y aleaciones 6.2. Aleaciones del tipo A15 6.3. Fases de Chevrel 6.4. Óxidos superconductores (antes de Cu-O) 6.5. Fermiones pesados 6.6. Superconductores orgánicos 6.7. Fullerenos		
7	Superconductores de alta temperatura crítica 7.1. El sistema de Bednorz y Müller : $\text{La}_2\text{CuO}_4$ 7.2. Superconductores del tipo $\text{R}_1\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ 7.3. Superconductores con base en bismuto y talio 7.4. Compuestos con mercurio 7.5. Diagrama de fases de sistemas superconductores de alta $T_c$ (tipo n y p) 7.6. Comportamiento magnético de los cupratos		

	7.7. Características anómalas de los cupratos y sus diferencias con respecto metales normales		
	7.8. Modelos teóricos intentando explicar la superconductividad en los superconductores de alta temperatura crítica		
8	Aplicaciones		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. Burns G., <i>High Temperature Superconductivity an Introduction</i> . Academic Press 1992			
2. Gennes P.G., <i>Superconductivity of Metals and Alloys</i> , W.A. Benjamin, N.Y., 1989.			
3. Fujita S. and Godoy S., <i>Quantum Statistical Theory of Superconductivity</i> , Plenum, N.Y. 1996.			
4. Ibach H. and Lüth H., <i>Solid State Physics (An Introduction to the Theory and Experiment)</i> Springer-Verlag, Berlin, 1990.			
5. Poole Jr. C.P., Farach H.A. and Creswich R.J., <i>Superconductivity</i> , Academic Press Inc., San Diego CA, 1995.			
6. Rose-Innes A.C. and Rhoderick E.H., <i>Introduction to Superconductivity</i> , Pergamon Press Oxford, 1969.			
7. Tinkham M., <i>Introduction to Superconductivity</i> , 2nd. Ed. McGraw-Hill, N.Y., 1995.			
Bibliografía complementaria:			
1. Lynn J.W., <i>High Temperature Superconductivity</i> , Springer Verlag, N.Y., 1990.			
2. Navarro Chávez O., Baquero Parra R., <i>Ideas Fundamentales de la Superconductividad</i> Universidad Nacional Autónoma de México, 2007.			
3. Parks R.D. Editor, <i>Superconductivity Vol. I and Vol. II</i> , Marcel Dekker, Inc.			
4. Schrieffer J. R., <i>Theory of Superconductivity</i> , Addison-Wesley, Co., 1988.			
5. Taylor P.L., <i>A Quantum Approach to the Solid State</i> , Prentice-Hall Inc., N.Y., 1970. Till D.R. and Tilley J. <i>Superfluidity and Superconductivity</i> , 3rd. Ed., Adam Hilger, 1990.			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Materiales Desordenados**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos
-------	---------------	---------------	--

Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
-----------	-------------------------------------	------	---------------------

Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas	
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		

Duración del programa	Semestral	Semana	Semestre
		Teóricas 4	Teóricas 64
		Prácticas 0	Prácticas 0
		Total 4	Total 64

Seriación

Ninguna (X)

Obligatoria ( )

Actividad académica anterior	
---------------------------------	--

Actividad académica subsecuente	
------------------------------------	--

Indicativa ( )

Actividad académica anterior	
---------------------------------	--

Actividad académica subsecuente	
------------------------------------	--

Objetivo general:

El alumno conocerá diferentes aspectos de los materiales desordenados, tanto de su arreglo atómico, su preparación y caracterización como de sus propiedades.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Sistemas no cristalinos	6	0
2	Preparación y caracterización de materiales amorfos	8	0
3	Técnicas y modelos	14	0
4	Excitaciones en redes desordenadas	14	0
5	Materiales amorfos	14	0
6	Aplicaciones	8	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	

Contenido Temático			
		Tema y subtemas	
1	Sistemas no cristalinos 1.1. Desorden estructural 1.2. Desorden sustitucional 1.3. Desorden magnético 1.4. Orden de corto y largo alcance 1.5. Orden cuasicristalino 1.6. Sistemas porosos 1.7. Nanoestructuras		
2	Preparación y caracterización de materiales amorfos 2.1. Método de enfriamiento rápido 2.2. Método de espurreo y vaporización 2.3. Difracción de rayos-X, de neutrones y de electrones 2.4. Estructura fina de la absorción de rayos-X extendida (EXAFS) 2.5. Espectroscopía de infrarrojo y Raman		
3	Técnicas y modelos 3.1. Función de distribución radial 3.2. Modelo de empaquetamiento aleatorio denso de esferas duras 3.3. Método de amarre fuerte 3.4. Redes de Bethe 3.5. Aproximación de cristal virtual (VCA) 3.6. Aproximación de potencial coherente (CPA) 3.7. Procesos computacionales: el proceso “melt and quench” y el proceso “undermelt-quench”		
4	Excitaciones en redes desordenadas 4.1. Localización de Anderson 4.2. Bordos de movilidad 4.3. Pseudobrechas de energía 4.4. Conducción por saltos 4.5. Transición de Mott 4.6. Fonones		
5	Materiales amorfos 5.1. Metales amorfos 5.2. Semiconductores amorfos 5.3. Estructuras magnéticas desordenadas 5.4. Superconductores amorfos		
6	Aplicaciones 6.1. Celdas solares 6.2. Vidrios metálicos		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas		X	Trabajos y tareas
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X



Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. Mott N.F. and Davis E.A., <i>Electronic Processes in Non-Crystalline Materials</i> , Oxford University Press, 2nd. Edition, 1979.			
2. Waseda Y., <i>The Structure of Non-Crystalline Materials, Liquids and Amorphous Solids</i> , McGraw-Hill, 1980.			
Bibliografía complementaria:			
1. Mott N.F., <i>Conduction in Non-Crystalline Materials</i> , Oxford University Press, 1987.			
2. Ziman J.M., <i>Models of disorder</i> , Cambridge University Press, 1979.			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica <b>Óptica de Semiconductores</b>			
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas	
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		
Duración del programa	Semestral	Semana	Semestre
		Teóricas 4	Teóricas 64
		Prácticas 0	Prácticas 0
		Total 4	Total 64
Seriación			
Ninguna (X)			
Obligatoria ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			
Indicativa ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			

Objetivo general:  
El alumno conocerá las propiedades ópticas de los semiconductores como: los espectros de reflexión, transmisión y luminescencia, o de la función dieléctrica compleja en el infrarrojo, visible y ultravioleta. Así como, las técnicas experimentales espectrales usadas en la caracterización óptica de los semiconductores.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	2	0
2	Ecuaciones de Maxwell y los fotones	6	0
3	Interacción de la luz con la materia	18	0
4	Conjunto de osciladores desacoplados	5	0
5	El concepto de polariton	4	0

6	Relaciones de dispersión	4	0
7	Vibraciones de la red y fonones	5	0
8	Electrones en una red cristalina periódica	6	0
9	Excitones	5	0
10	Propiedades ópticas de excitones intrínsecas	5	0
11	Espectroscopías ópticas	4	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	<p>Introducción</p> <p>1.1. Objetivos y conceptos</p> <p>1.2. Nociones generales</p>		
2	<p>Ecuaciones de Maxwell y los fotones</p> <p>2.1. Ecuaciones de Maxwell</p> <p>2.2. Radiación electromagnética en el vacío</p> <p>2.3. Radiación electromagnética en la materia</p> <p>2.4. Óptica lineal</p> <p>2.5. Ondas longitudinales y transversales</p> <p>2.6. Fotones y algunos aspectos de la mecánica cuántica</p> <p>2.7. Función dieléctrica</p> <p>2.8. Teoría microscópica de la función dieléctrica</p> <p>2.9. Problemas</p>		
3	<p>Interacción de la luz con la materia</p> <p>3.1. Aspectos macroscópicos de los sólidos</p> <p>3.2. Condiciones a la frontera</p> <p>3.3. Leyes de la reflexión y refracción</p> <p>3.4. Reflexión y transmisión en una interfase</p> <p>3.5. Extinción y absorción de luz</p> <p>3.6. Absorción estimulada y emisión espontánea</p> <p>3.7. Procesos de absorción óptica</p> <p>3.7.1. Portadores libres</p> <p>3.7.2. Absorción por la red</p> <p>3.7.3. Absorción intrínseca</p> <p>3.7.4. Por excitones</p> <p>3.7.5. Absorción extrínseca</p> <p>3.8. Transiciones interbanda</p> <p>3.8.1. Transiciones directas permitidas</p> <p>3.8.2. Transiciones directas prohibidas</p> <p>3.8.3. Transiciones indirectas</p> <p>3.9. Problemas</p>		
4	<p>Conjunto de osciladores desacoplados</p> <p>4.1. Ecuaciones de movimiento y la función dieléctrica</p> <p>4.2. Correcciones por mecánica cuántica</p> <p>4.3. Espectro de la función dieléctrica</p> <p>4.4. Espectros de reflexión y transmisión</p> <p>4.5. Problemas</p>		

5	El concepto de polariton 5.1. Polaariton una nueva cuasi partícula 5.2. La relación de dispersión de polaritones 5.3. Problemas		
6	Relaciones de dispersión 6.1. Relaciones de Kramer-Croning 6.2. Relaciones entre constantes ópticas 6.3. Problemas		
7	Vibraciones de la red y fonones 7.1. Aproximación adiabática 7.2. Redes en el espacio real y en el reciproco 7.3. Cuantización en vibraciones de la red 7.4. Problemas		
8	Electrones en una red cristalina periódica 8.1. Teorema de Bloch 8.2. Metales, aisladores y semiconductores 8.3. Electrones y huecos en un cristal		
9	Exitotes 9.1. Excitones de Waier y Frenkel 9.2. Correcciones al modelo del exciton simple 9.3. Influencia de la dimensionalidad 9.4. El fonon-polariton como un ejemplo 9.5. Espectro de reflexión, dispersión Raman y de Brillouin 9.6. Problemas		
10	Propiedades ópticas de excitones intrínsecas 10.1. Acoplamiento exciton-foton 10.2. Espectros de reflexión, transmisión y luminiscencia 10.3. Exciton ligado y multiexcitones 10.4. Pares donador-aceptor y transiciones relacionadas 10.5. Problemas		
11	Espectroscopías ópticas 11.1. Ultravioleta-visible 11.2. Infrarrojo 11.3. Raman 11.4. Fotoluminiscencia 11.5. Ejercicio teórico-experimental final		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas		Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales	
Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	
Bibliografía básica:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bube R.H., <i>Electronic Properties of Crystalline Solids (An Introduction to Fundamentals)</i>, Academic Press, N.Y., 1974.</li> <li>2. Claus Klingshirn, <i>Semiconductor Optics, Springer Study edition, N Y 1997.</i></li> <li>3. Chuang S.L., <i>Physics of Optoelectronic Devices</i>, Wiley Series in Pure and Applied Optics, 1995.</li> <li>4. H. Kalt and M. Hetterich, <i>Series in Solid State Sciences</i>, 146, 2004.</li> <li>5. Klingshirn K.F., <i>Semiconductor Optics</i>, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1995.</li> <li>6. Wooten F., <i>Optical Properties of Solids</i>, Academic Press, N.Y., 1972.</li> </ol>	
Bibliografía complementaria:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pankove J.I., <i>Optical Processes In Semiconductors</i>, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1971.</li> <li>2. Ropp R.C., <i>Luminescence and the Solid State, Studies in Inorganic Chemistry</i>, Elsevier Science Pub., Amsterdam, 1991.</li> <li>3. S. Nudelaman and S.S. Mitra eds. , <i>NATO ASI series, Plenum Press</i> New York 1969</li> <li>4. Yu P.Y. and Cardona M., <i>Fundamentals Of Semiconductors</i>, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1996.</li> <li>5. W. Schafer and M. Wegener, <i>Semiconductor optics and transport Phenomena</i>, Springer, Berlin, 2002.</li> <li>6. Y. Toyosawa, <i>Optical processes in solids</i>, Cambridge, Universiti Press, Cambrige, 2003</li> </ol>	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Propiedades Magnéticas de Materiales**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos
-------	---------------	---------------	--

Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
-----------	-------------------------------------	------	---------------------

Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas	
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		

Duración del programa	Semestral	Semana	Semestre
		Teóricas 4	Teóricas 64
		Prácticas 0	Prácticas 0
		Total 4	Total 64

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:  
El alumno conocerá las propiedades magnéticas de los materiales, desde sus aspectos fundamentales, las técnicas experimentales más usadas en los laboratorios de investigación y los diversos tipos de materiales magnéticos, su fenomenología asociada y sus aplicaciones.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	5	0
2	Origen atómico del momento magnético	6	0
3	Diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo	12	0
4	La interacción de intercambio	8	0
5	Anisotropía magnética	8	0

6	Dominios magnéticos y pared de dominio	3	0
7	Mecanismos de magnetización	4	0
8	Técnicas experimentales	8	0
9	Materiales magnéticos	10	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	<p>Introducción</p> <p>1.1. Perspectiva histórica.</p> <p>1.2. Conceptos básicos y magnetostática.</p> <p>1.3. Corriente eléctrica y campo magnético. Ley de Ampere. Ley de Biot Savart. Momento magnético, inducción magnética, flujo magnético magnetización, permeabilidad y susceptibilidad magnética.</p> <p>1.4. Clasificación de materiales por susceptibilidad magnética. El campo de desmagnetización, factores de desmagnetización, energía agnetostática.</p> <p>1.5. Unidades magnéticas: sistemas cgs, SI.</p>		
2	<p>Origen atómico del momento magnético</p> <p>2.1. Átomo de hidrógeno y números cuánticos.</p> <p>2.2. Efecto Zeeman, espin electrónico, principio de exclusión de Pauli, acoplamiento Russell-Saunders, reglas de Hund.</p> <p>2.3. Modelo vectorial del átomo</p>		
3	<p>Diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo</p> <p>3.1. Efecto diamagnético, susceptibilidad diamagnética, superconductores y efecto Meissner.</p> <p>3.2. Teoría de Langevin del paramagnetismo, ley de Curie, paramagnetismo de Pauli.</p> <p>3.3. Teoría del campo molecular del ferromagnetismo, Ley de Curie-Weiss, magnetización espontánea, curva de Slater-Pauling, magnetismo de electrones itinerantes. Antiferromagnetismo, ferrimagnetismo</p>		
4	<p>La interacción de intercambio</p> <p>2.1. Intercambio directo. El hamiltoniano de Heisenberg, curva de Bethe-Slater.</p> <p>2.2. Intercambio indirecto. Doble intercambio, superintercambio, interacción RKKY.</p> <p>2.3. El modelo de Ising</p> <p>4.4 Ondas de espin</p>		
5	<p>Anisotropía magnética</p> <p>5.1. Anisotropía magnetocristalina. El campo cristalino. Energía de anisotropía: simetría cúbica y uniaxial. Magnetostricción.</p> <p>5.2. Modelo de un solo ión: anisotropía de átomos 3d y 4f.</p> <p>5.3. Anisotropía de forma.</p> <p>5.4. Anisotropía inducida</p>		
6	<p>Dominios magnéticos y pared de dominio</p> <p>6.1. Formación de dominios magnéticos.</p> <p>6.2. Pared de dominio magnético: estructuras, energía, ancho.</p> <p>6.3. Técnicas de observación de dominios magnéticos.</p>		
7	Mecanismos de magnetización		

	7.1. Partículas monodominio. Teoría de Stoner-Wohlfarth. 7.2. Movilidad de pared de dominio. Deformación reversible, desplazamiento irreversible, anclaje de pared. Rotación de espín. 7.3. Histéresis		
8	Técnicas experimentales 8.1. Magnetometría de muestra vibrante 8.2. Magnetómetro SQUID 8.3. Espectroscopía de inductancias 8.4. Métodos inductivos 8.5. Temperatura de Curie: curvas de magnetización-temperatura, DSC, TGA		
9	Materiales magnéticos 9.1. Clasificación de materiales magnéticos basados en el campo coercitivo 9.2. Materiales magnéticos suaves. Aleaciones cristalinas (preparación, composición, propiedades). Aleaciones amorfas (preparación, composición, propiedades). Ferritas (preparación, composición, propiedades). Aplicaciones. 9.3. Materiales magnéticos duros. Aleaciones cristalinas (preparación, composición, propiedades). Ferritas (preparación, composición, propiedades). Superimanes (preparación, composición, propiedades). Aplicaciones. 9.4. Materiales para grabación magnética. Películas delgadas y multicapas (preparación, composición, propiedades). Magnetoresistencia y válvulas de espín.		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. Buschow K.H.J., De Boer F.R., <i>Physics of Magnetism and Magnetic Materials</i> , Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 2003. 2. O'Handley R.C., <i>Modern Magnetic Materials</i> , John Wiley & Sons, New York, 2000.			



3. Valenzuela R., *Magnetic Ceramics*, Cambridge University Press, Cambridge, 2004.

Bibliografía complementaria:

1. Betancourt I., Editor, *Magnetic materials: Current topics in amorphous wires, hard magnetic alloys, ceramics, characterization and modeling*, Research SignPost, Kerala, 2007.
2. Chikazumi S., *Physics of ferromagnetism*, Oxford: Clarendon Press, New York, 1997.
3. Cullity B.D., *Introduction to magnetic materials*, Addison-Wesley, Massachusetts, 1972.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Semiconductores**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X)	P ( ) T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )		Horas		
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )				
Duración del programa		Semestral	Semana		Semestre
			Teóricas 4		Teóricas 64
			Prácticas 0		Prácticas 0
			Total 4		Total 64

Seriación

Ninguna (X)

Obligatoria ( )

Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno conocerá los fundamentos teóricos que le permitan comprender el origen de las propiedades electrónicas y ópticas de los materiales semiconductores, así como sus aplicaciones y algunas de las principales técnicas para su fabricación.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	4	0
2	Estructura, composición y preparación de semiconductores	4	0
3	Teoría de bandas de semiconductores cristalinos	16	0
4	Niveles de energía en semiconductores extrínsecos	10	0

5	Propiedades eléctricas y ópticas de semiconductores cristalinos	16	0
6	Aplicaciones electrónicas y optoelectrónicas de los semiconductores	14	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	<p>Introducción</p> <p>1.1. Características básicas y definición de un semiconductor</p> <p>1.2. Importancia práctica y científica de los semiconductores</p> <p>1.3. Tipos, aplicaciones y usos de los semiconductores</p>		
2	<p>Estructura, composición y preparación de semiconductores</p> <p>2.1 Enlaces en los semiconductores. Clasificación de los semiconductores según su estructura</p> <p>2.2. Métodos de preparación de semiconductores en forma volumétrica</p> <p>2.3. Técnicas de fabricación de materiales semiconductores en película delgada</p>		
3	<p>Teoría de bandas de semiconductores cristalinos</p> <p>3.1. Resumen de la descripción de materiales cristalinos: red cristalina y red recíproca, periodicidad y simetrías, celda unitaria en el espacio real y primera zona de Brillouin</p> <p>3.2. Niveles de energía para las componentes de un cristal. Análisis intuitivo</p> <p>3.3. Ecuación de Schrodinger para un cristal</p> <p>3.4. Aproximaciones de: electrones de valencia, de iones, adiabática o de Born Oppenheimer</p> <p>3.5. Funciones de Bloch y funciones de Wannier</p> <p>3.6. Aproximación del campo efectivo o del electrón independiente Hamiltoniano de un solo electrón</p> <p>3.7. Condiciones a la frontera o Bom-von Karman</p> <p>3.8. Estructura de bandas de energía en conductores, aislantes y semiconductores</p> <p>3.9. Estructura electrónica de semiconductores intrínsecos. Transiciones electrónicas, bandas directas y bandas indirectas</p> <p>3.10. Aproximación de la masa efectiva. Concepto de hueco y bandas parabólicas</p> <p>3.11. Densidad de estados en la banda de conducción y de valencia de un semiconductor intrínseco</p> <p>3.12. Distribución electrónica y concentración de electrones en la banda de conducción y de huecos en la banda de valencia</p> <p>3.13. Neutralidad y ley de acción de masas</p> <p>3.14. Energía de Fermi en un semiconductor intrínseco</p>		
4	<p>Niveles de energía en semiconductores extrínsecos</p> <p>4.1. Impurezas y otros defectos en semiconductores cristalinos</p> <p>4.2. Impurezas hidrogénicas o poco profundas</p>		

	<p>4.3. Niveles de energía de impurezas hidrogénicas donadoras. Semiconductor tipo-n</p> <p>4.4. Niveles de energía de impurezas hidrogénicas aceptoras. Semiconductor tipo-p</p> <p>4.5. Neutralidad, concentración de portadores de carga y nivel de Fermi en semiconductores extrínsecos tipo-n y tipo-p</p>		
5	<p>Propiedades eléctricas y ópticas de semiconductores cristalinos</p> <p>5.1. Transporte de portadores de carga en un semiconductor fuera de equilibrio</p> <p>5.2. Arrastre y Difusión. Relaciones de Einstein</p> <p>5.3. Movilidad de portadores de carga</p> <p>5.4. Conductividad eléctrica en un semiconductor intrínseco y su comportamiento con la temperatura</p> <p>5.5. Efectos de la impurificación en la conductividad eléctrica de un semiconductor</p> <p>5.6. Tipo de conductividad y Efecto Hall</p> <p>5.7. Procesos de generación y recombinación de portadores de carga</p> <p>5.8. Fenómeno de fotoconductividad</p> <p>5.9. Efectos termoeléctricos</p> <p>5.10. Procesos de absorción y emisión radiativa en semiconductores. Absorción y emisión de luz</p> <p>5.11. Propiedades eléctricas y ópticas de semiconductores policristalinos y amorfos</p> <p>5.12. Fenómenos de transporte, generación y recombinación de portadores de carga en semiconductores</p>		
6	<p>Aplicaciones electrónicas y optoelectrónicas de los semiconductores</p> <p>6.1. Sensores térmicos y fotodetectores</p> <p>6.2. Puntas Hall para medir campos magnéticos</p> <p>6.3. Diodos rectificadores y diodos emisores de luz. Láseres de estado sólido</p> <p>6.4. Transistores bipolares y de efecto campo</p> <p>6.5. Celdas solares</p> <p>6.6. Estructuras electroluminiscentes</p> <p>6.7. Intercambiadores de calor</p> <p>6.8. Circuitos integrados</p> <p>6.9. Otras aplicaciones</p>		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	
Bibliografía básica:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ashcroft N.W. and Mermin N.D. Solid State Physics, Holt-Saunders International Edit., Londres, 1976.</li> <li>2. Kittel C., Introduction to Solid State Physics, 7th Edition, John Wiley and Sons, N.Y., 1996 Neamen Donald A. Semiconductors Physics and Devices, Basic Principles Irwin Inc, 1992.</li> <li>3. Cardona M. and Yu P.Y., Fundamentals of Semiconductors: Physics and Materials Properties, Springer, Berlin Heildelberg, 1996.</li> <li>4. Mckelvey J.P., Física del Estado Sólido y de los Semiconductores, Limusa, México, 1980.</li> </ol>	
Bibliografía complementaria:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pankove J.I Optical Processes in semiconductors Dover Publications, Inc N.Y. 1971.</li> <li>2. Roy A. Colclaser and Sherra Diehl-Nagle, Materials and Devices for Electrical Engineers and Physicists, McGraw-Hill Book Company, 1985.</li> <li>3. Sze S.M., Semiconductor Devices Physics and Technology, John Wiley &amp; Sons, 1985.</li> <li>4. Sze S.M., Physics of Semiconductor Devices, 2nd. Edition, John Wiley &amp; Sons, 1981.</li> </ol>	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES





MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica				<b>Temas Selectos de Materiales Electrónicos</b>			
Clave	Semestre	Créditos	Campo de conocimiento: Materiales Electrónicos				
	2	8					
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )			Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )			Horas			
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )						
Duración del programa		Semestral		Semana		Semestre	
				Teóricas 4		Teóricas 64	
				Prácticas 0		Prácticas 0	
				Total 4		Total 64	
Seriación							
Ninguna (X)							
Obligatoria ( )							
Actividad académica antecedente							
Actividad académica subsecuente							
Indicativa ( )							
Actividad académica antecedente							
Actividad académica subsecuente							

Objetivo general: Como actividad académica optativa el alumno podrá cursar, previa aprobación de su comité tutor, algún tema selecto del campo de los materiales electrónicos, asociado a su proyecto de investigación.			
Objetivos específicos: Se recomienda que el alumno acredite todas las actividades académicas relativas a cursos, en los dos primeros semestres de sus estudios de maestría.			
Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Los temas se definirán cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto	64	0

		Total	64	0
		Suma total de horas	64	
Contenido Temático				
Tema y subtemas				
1	El contenido temático se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto			
Estrategias didácticas			Evaluación del aprendizaje	
Exposición			Exámenes parciales	
Trabajo en equipo			Examen final	
Lecturas			Trabajos y tareas	
Trabajo de investigación			Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)			Participación en clase	
Prácticas de campo			Asistencia	
Aprendizaje por proyectos			Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas			Portafolios	
Casos de enseñanza			Listas de cotejo	
Otras (especificar)			Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales				
Perfil profesiográfico				
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Otra característica				
Bibliografía básica: La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto.				
Bibliografía complementaria: La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto				

## CAMPO DE CONOCIMIENTO MATERIALES METÁLICOS

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES  MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES	
---	--	---

Programa de la actividad académica <b>Fundamentos de Metalurgia Física</b>			
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Metálicos
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas	
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		
Duración del programa	Semestral	Semana	Semestre
		Teóricas 4	Teóricas 64
		Prácticas 0	Prácticas 0
		Total 4	Total 64

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

**Objetivo general:**  
 El alumno será capaz de entender, desde un punto de vista físico y químico, de los procesos que ocurren a nivel microscópico durante la elaboración y conformado de los metales.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Conceptos básicos	8	0
2	Dislocaciones y deformación plástica	8	0
3	Fronteras de grano	6	0
4	Diagramas de fase	8	0
5	Fenómenos de difusión	4	0



6	Solidificación en metales	6	0
7	Aleaciones ferrosas	10	0
8	Aleaciones no ferrosas	10	0
9	Temas selectos	4	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	Conceptos básicos 1.1. La estructura de los metales 1.2. Enlaces cristalinos 1.3. Defectos cristalinos		
2	Dislocaciones y deformación plástica 2.1. El generador de dislocaciones de Frank-Read 2.2. Nucleación de dislocaciones 2.3. Sistemas de deslizamiento 2.4. Relaciones entre densidad de dislocaciones y esfuerzo 2.5. Relación de Taylor		
3	Fronteras de grano 3.1. Definición 3.2. Campo de esfuerzos en una frontera de grano 3.3. Energía de una frontera de grano 3.4. Las relaciones de Ranganathan 3.5. Recristalización		
4	Diagramas de fase 4.1. Soluciones sólidas 4.2. La regla de las fases 4.3. Curvas de enfriamiento 4.4. Transformaciones eutécticos y eutectoides 4.5. Transformaciones peritéticas y peritectoides 4.6. Otras transformaciones		
5	Fenómenos de difusión 5.1. Estado estacionario (1° ley de Fick) 5.2. Estado no estacionario (2° ley de Fick)		
6	Solidificación en metales 6.1. Nucleación y fase líquida 6.2. La interface liquido sólido 6.3. Crecimiento dendrítico 6.4. Fenómenos de segregación y homogeneización		
7	Aleaciones ferrosas 7.1. Diagrama de fases Fe-C 7.2. Estudio de las microestructuras características 7.3. Las curvas TTT 7.4. Procesos de endurecimiento en el acero		
8	Aleaciones no ferrosas 8.1. Al y sus aleaciones 8.2. Cu y sus aleaciones		

	8.3. Ti y sus aleaciones		
	8.4. Ni y sus aleaciones		
9	Temas selectos		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hosford I. F., Physical Metallurgy, Taylor and Francis Group, Washington, 2005.</li> <li>2. Reed-Hill R.E. and Abbaschian R., Physical Metallurgy Principles, 3rd. Edition, PWS Publishing Company, Boston, 1994.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gaskell D.R., Introduction to Thermodynamics of Materials, Taylor and Francis, Washington, 1995.</li> <li>2. Haasen P. and Cahn R.W., Physical Metallurgy, 3rd. Edition, North Holland Physics Publishing, Amsterdam, 1983.</li> <li>3. Porter D.A. and Easterling K.E., Phase Transformations in Metals and Alloys, Van Nostrand Reinhold, New York, 1984.</li> <li>4. Smallman R.E., Modern Physical Metallurgy, 4rd. Edition, Butterworths, London, 1985.</li> </ol>			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica <b>Fundamentos de Solidificación</b>			
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Metálicos
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas	
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		
Duración del programa	Semestral		Semana
			Teóricas 4
			Prácticas 0
			Total 4
		Semestre	Teóricas 64
			Prácticas 0
			Total 64
Seriación			
Ninguna (X)			
Obligatoria ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			
Indicativa ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			

Objetivo general:  
El alumno conocerá los mecanismos de nucleación y crecimiento, los cuales definen las diferentes microestructuras y fenómenos que suceden durante la solidificación de los metales y aleaciones.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	4	0
2	Nucleación	8	0
3	Solidificación de metales puros	8	0
4	Solidificación de aleaciones	10	0
5	Solidificación de eutécticos y peritéticos	4	0
6	Crecimiento dendrítico	10	0
7	Segregación	10	0

8	Estructura de piezas coladas	10	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	Introducción		
2	Nucleación 2.1. Aspectos termodinámicos 2.2. Nucleación homogénea 2.3. Nucleación heterogénea		
3	Solidificación de metales puros 3.1. Distribución de temperaturas 3.2. Estabilidad de la interfase pura 3.3. Crecimiento de la interfase sólido-líquido		
4	Solidificación de aleaciones 4.1. Solidificación al equilibrio 4.2. Solidificación normal 4.3. Solidificación real 4.4. Distribución de soluto 4.5. Estabilidad de la interfase líquido- sólido		
5	Solidificación de eutécticos y peritéticos		
6	Crecimiento dendrítico 6.1. Crecimiento de dendritas 6.2. Crecimiento dendrítico equiaxial 6.3. Crecimiento dendrítico columnar		
7	Segregación 7.1. Microsegregación 7.2. Macrosegregación		
8	Estructura de piezas coladas 8.1. Macroestructura 8.2. Variables que afectan la microestructura 8.3. Teorías de formación 8.4. Control de estructuras		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas		Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			

Perfil profesiográfico	
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Otra característica	
Bibliografía básica:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Flemmings M.C., <i>Solidification Processing</i>, McGraw Hill, 1974.</li> <li>2. Minkoff I., <i>Solidification and Cast Estructure</i>, John Wiley &amp; Sons, 1986.</li> </ol>	
Bibliografía complementaria:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atsumi O., <i>Solidification, the Separation Theory and its Applications</i>, Springer Verlag, 1987.</li> <li>2. Chalmers B., Editor, <i>Principles of Solidification</i>, John Wiley, &amp; Sons New York, 1964.</li> <li>3. Kurz W. and Fisher D.J., <i>Fundamentals of Solidification</i>, Trans. Tech. Publications, 1984.</li> </ol>	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA



E INGENIERÍA DE MATERIALES

MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica <b>Materiales Compuestos</b>			
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Metálicos
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas	
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		
Duración del programa	Semestral	Semana	Semestre
		Teóricas 4	Teóricas 64
		Prácticas 0	Prácticas 0
		Total 4	Total 64
Seriación			
Ninguna (X)			
Obligatoria ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			
Indicativa ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			

Objetivo general:			
El alumno comprenderá y manejará el formalismo tensorial de la teoría de la elasticidad y lo aplicará a los “composites” formados por fibras unidireccionales, arreglos laminares y fibras cortas. Asimismo estudiará los mecanismos más característicos de falla de estos materiales, así como el control de la interface metal-cerámico que regula en gran parte su comportamiento mecánico y conocerá casos prácticos de aplicación de estos materiales.			
Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	4	0
2	Materiales constituyentes y propiedades	16	0
3	La región interfacial	8	0
4	Materiales compuestos continuos (fibras largas)	16	0

5	Materiales compuestos discontinuos, (fibras cortas y partículas)	10	0
6	Mecanismos de fallas en materiales compuestos	10	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	<p>Introducción</p> <p>1.1. El mercado de los materiales compuestos</p> <p>1.2. Tipos y clasificación de materiales compuestos</p>		
2	<p>Materiales constituyentes y propiedades</p> <p>2.1. El concepto de transferencia de carga</p> <p>2.2. Refuerzos</p> <p>2.2.1. Descripción de las fibras comerciales</p> <p>2.2.2. Discusión comparativa de propiedades mecánicas</p> <p>2.3. Matrices</p> <p>2.3.1. Descripción de las matrices metálicas comerciales</p> <p>2.3.2. Discusión comparativa de propiedades mecánicas</p>		
3	<p>La región interfacial</p> <p>3.1. Mecanismos de enlace entre refuerzo y matriz</p> <p>3.2. Métodos experimentales de medición de la fuerza de enlace</p> <p>3.3. Propiedades mecánicas y su correlación con la calidad de la interface</p>		
4	<p>Materiales compuestos continuos (fibras largas)</p> <p>4.1. Métodos de fabricación</p> <p>4.2. Calculo de resistencia y módulo específico</p> <p>4.3. Tensor esfuerzo-deformación caso general y casos particulares de interés</p> <p>4.4. Cálculo de constantes elásticas de sistemas anisotrópicos</p> <p>4.5. Transformación de coordenadas y constantes elásticas (formalismo general)</p> <p>4.6. Cálculo de constantes ingenieriles</p> <p>4.7. Compuestos unidireccionales</p> <p>4.8. Compuestos laminares</p> <p>4.9. Aplicaciones</p>		
5	<p>Materiales compuestos discontinuos, (fibras cortas y partículas)</p> <p>5.1. Métodos de fabricación</p> <p>5.2. Distribución de esfuerzos y deformaciones dentro del material</p> <p>5.3. Modelos micromecánicos</p> <p>5.4. Aplicaciones</p>		
6	<p>Mecanismos de fallas en materiales compuestos</p> <p>6.1. Fallas en esfuerzo uniaxial</p> <p>6.2. Fallas en esfuerzo transversal</p> <p>6.3. Fallas en esfuerzo de corte</p>		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	

Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Daniels I.M. and Ishai O., Engineering Mechanical of Composites Materials, Oxford University Press, 1994.</li> <li>2. Hull D. and Clyne T.W., An Introduction to Composites Materials, Cambridge Solid State Science Series. Cambridge University Press, 2nd. Edition, 1996.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ashbee K., Fundamental Principles of Fiber Reinforced Composites, Technomic Publishing Co., 1993.</li> <li>2. Everett R.K. and Arsenault R.J., Editors, Metal Matrix Composites, Academic Press, 1991 Paipetis S.A. Editor, Engineering Applications of New Composites, Omega Scientific, 1988.</li> <li>3. Suresh S., Mortensen A. and Needleman A., Fundamentals of Metal Matrix Composites, Butterworth-Heinemann, 1993.</li> </ol>			





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Procesos Cinéticos en Metalurgia Física**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Metálicos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )			Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )			Horas		
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )					
Duración del programa		Semestral		Semana	Semestre	
				Teóricas 4	Teóricas 64	
				Prácticas 0	Prácticas 0	
				Total 4	Total 64	

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno profundizará en tres aspectos básicos en el desarrollo de las transformaciones de fase en el estado sólido: difusión, cinética de nucleación y crecimiento e interfaces.

Asimismo analizará las ecuaciones básicas de diferentes modelos para conocer algunas formas de determinar difusividades y utilizar la raíz cuadrada de la difusividad que se usa en aleaciones ternarias o de más elementos.

Reconocerá los procesos difusionales de los subordinados al movimiento de la interfaz y en el rubro de interfaces, analizará la dependencia de la energía de superficie en la morfología y cinética de las transformaciones, asimismo conocerá algunas técnicas para determinar energías de superficie en sólidos.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Difusión	24	0
2	Cinética de nucleación y crecimiento	20	0
3	Interfaces	20	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	Difusión 1.1. 1a y 2a leyes de Fick. 1.2. Modelo atómico y estadístico de la difusión. Movilidad atómica, potencial químico, difusión contrasentido, difusión multifase 1.3. Difusión sustitucional. Efecto Kirkendall. Interdifusividad y difusividad intrínseca. Metodo de Matano para determinación de difusividades. Difusividad intersticial. Efecto Snoek 1.4. Introducción al estudio de la difusividad: caso multicomponente. Raíz cuadrada de la difusividad 1.5. Movimientos no difusionales: maclado		
2	Cinética de nucleación y crecimiento 2.1. Clasificación de las transformaciones 2.2. Nucleación. Teorías clásicas: Volmer Weber, Becker Doring. Velocidad de nucleación 2.3. Nucleación heterogénea. Nucleación homogénea y heterogénea en sólidos 2.4. Crecimiento difusional. Crecimiento regido por la interfaz 2,5. Cinética total. Ecuación de Avrami y Johnson-Mehl. Diagramas TTT		
3	Interfaces 3.1. Energía libre de superficie (20 horas) 3.2. Clasificación de interfaces. Geometría de interfaces 3.3. Medición de la energía libre de superficie en sólidos. Movimiento de borde de grano 3.4. Fuerza motriz y movilidad de bordes		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	

Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Porter D.A. and Easterling K.E., Phase Transformations in Metals and Alloys, Van Nostrand Reinhold, New York, 1984.</li> <li>2. Shewmon P.G., Transformations in Metals, McGraw Hill, 1969.</li> <li>3. Shewmon P.G., Diffusion in Solids, McGraw Hill, 1996.</li> <li>4. Verhoeven J.D., Principles of Physical Metallurgy, John Wiley &amp; Sons, 1974.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cahn R.N. and Haasen P., Physical Metallurgy, 4rd. Edition, Elsevier, 1996.</li> <li>2. Christian J.W., The Theory of Transformations in Metals and Alloys, 2nd Edition. Pergammon Press, 1975.</li> <li>3. Doremus R.H., Rates of Phase Transformations, Academic Press, 1985.</li> <li>4. Reed-Hill R.E. and Abbaschian R., Physical Metallurgy Principles, 3rd. Edition, PWS Publishing Company, Boston, 1994</li> <li>5. Sinha A.K., Ferrous Physical Metallurgy, 4th Edition, Butterworths, London, 1985.</li> <li>6. Smallman R.E., Modern Physical Metallurgy, 4rd. Edition, Butterworths, London, 1997.</li> </ol>			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica <b>Solidificación</b>			
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Metálicos
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas	
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		
Duración del programa	Semestral	Semana	Semestre
		Teóricas 4	Teóricas 64
		Prácticas 0	Prácticas 0
		Total 4	Total 64
Seriación			
Ninguna (X)			
Obligatoria ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			
Indicativa ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			

Objetivo general:  
El alumno conocerá los mecanismos de nucleación y crecimiento, el origen de las diferentes microestructuras que resultan de la solidificación rápida, y el efecto que tiene la solidificación sobre la distribución de un soluto.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	2	0
2	Estabilidad morfológica de la interface plana	12	0
3	Inestabilidad morfológica de una interface plana	20	0
4	Crecimiento dendrítico	12	0
5	Fenomenología en la punta de la dendrita	12	0
6	Microsegregación	6	0

		Total	64	0
		Suma total de horas	64	
Contenido Temático				
	Tema y subtemas			
1	Introducción 1.1. Estructuras características de la solidificación			
2	Estabilidad morfológica de la interface plana 2.1. Análisis lineal de la estabilidad 2.2. La condición de igualdad 2.3. El criterio de estabilidad 2.4. Análisis no lineal de la estabilidad 2.5. Estabilidad morfológica bajo condiciones fuera de equilibrio 2.6. La transición de la interfase plana a celular o dendrítica			
3	Inestabilidad morfológica de una interface plana 3.1. Inestabilidad de la interface plana en sustancias puras 3.2. Apilamiento de soluto en la interface plana 3.3. Inestabilidad de la interface plana en aleaciones 3.4. El análisis de la perturbación 3.5. Equilibrio local de la interface plana 3.6. Efectos de capilaridad			
4	Crecimiento dendrítico 4.1. Celdas 4.2. Crecimiento dendrítico en el rango $V_{cs} < V < V_{ab}$ 4.3. Crecimiento dendrítico equiaxiado 4.4. Crecimiento de dendritas 4.5. Grupos adimensionales 4.6. Teoría del crecimiento dendrítico 4.7. Modelos de crecimiento dendrítico			
5	Fenomenología en la punta de la dendrita 5.1. Radio de la punta de la dendrita 5.2. Campo térmico en la punta de la dendrita 5.3. Campo difusional en la punta de la dendrita 5.4. Espaciamiento dendrítico primario 5.5. Espaciamiento dendrítico secundario			
6	Microsegregación 6.1. Segregación de soluto durante la solidificación 6.2. Atrapamiento de soluto en condiciones fuera de equilibrio 6.3. Mecanismos para la formación de estructuras libres de segregación			
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje		
Exposición		Exámenes parciales		X
Trabajo en equipo		Examen final		X
Lecturas		X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema		
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase		X
Prácticas de campo		Asistencia		
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas		

Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aziz M. J., <i>J. Appl. Phys.</i>, <u>53</u> (1982) 115.</li> <li>2. Cahn R.W., Haasen P. and Kramer E.J., <i>Processing of Metals and Alloys</i>, Vol. 15, Materials Science and Technology, 1991.</li> <li>3. Chalmers B., Editor, <i>Principles of Solidification</i>, Wiley, New York, 1964.</li> <li>4. Fleegs M.C., <i>Solidification Processing</i>, McGraw-Hill, New York, 1974.</li> <li>5. Jones H., <i>Rapid Solidification of Metals and Alloys</i>, London, Institute of Metals, 1982.</li> <li>6. Kurz W. and Fisher D.J., <i>Fundamentals of Solidification</i>, Trans Tech Publications, 1984.</li> <li>7. Kurz W., Giovanola B. and Trivedi R., <i>Acta Metall.</i>, <u>34</u> (1986) 823.</li> <li>8. Papapetrou A., Krist Z., <i>A92</i> (1953) 89</li> <li>9. Scheil E. Z., <i>Metallk.</i>, <u>34</u> (1942) 70.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Carslaw H.S. and Jaeger J.C., <i>Conduction of Heat in Solids</i>, 2nd Ed., Oxford University Press, London.</li> <li>2. Geiger G.H. and Poirier D.R., <i>Transport Phenomena in Metallurgy</i>, Addison-Wesley, 1973.</li> <li>3. Jackson K.A., <i>Solidification</i>, American Society for Metals, Trans. Tech. Publications, 1984.</li> <li>4. Szekely J. and Tuemelis N.J., <i>Rate Phenomena in Process Metallurgy</i>, Wiley-Interscience, N.Y., 1971.</li> </ol>			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica <b>Superplasticidad</b>			
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Metálicos
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas	
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		
Duración del programa	Semestral		Semana
			Teóricas 4
			Prácticas 0
			Total 4
		Semestre	Teóricas 64
			Prácticas 0
			Total 64
Seriación			
Ninguna (X)			
Obligatoria ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			
Indicativa ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			

Objetivo general:			
El alumno conocerá otros mecanismos que tiene la materia para deformarse, reconociendo que los sistemas clásicos de deformación por dislocaciones se intercambian por procesos de deformación por deslizamiento de granos, originando deformaciones en los metales semejantes a los presentados por los polímeros.			
Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Concepto de superplasticidad y origen histórico	4	0
2	Tipos de superplasticidad	6	0
3	Mecanismos de deformación a alta temperatura y relaciones fenomenológicas para superplasticidad por granos finos	8	0

4	Cristalografía de la estructura de granos finos	12	0
5	Cerámicas superplásticas	8	0
6	Superplasticidad en compuestos intermetálicos	8	0
7	Superplasticidad a alta rapidez de deformación	4	0
8	Ductilidad y fractura de materiales superplásticos	6	0
9	Conformado superplástico y soldadura por difusión	4	0
10	Ejemplos comerciales de productos superplásticos	4	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	Concepto de superplasticidad y origen histórico		
2	Tipos de superplasticidad 2.1. Superplasticidad por granos finos 2.2. Superplasticidad por transformación de fase		
3	Mecanismos de deformación a alta temperatura y relaciones fenomenológicas para superplasticidad por granos finos 3.1. Mecanismos de fluencia lenta 3.2. Mecanismos por deslizamiento de granos		
4	Cristalografía de la estructura de granos finos 4.1. Aleaciones basadas en aluminio 4.2. Aleaciones basadas en magnesio 4.3. Aceros superplásticos 4.4. Aleaciones basadas en titanio 4.5. Aleaciones basadas en níquel 4.6. Aleaciones basadas en cinc		
5	Cerámicas superplásticas 5.1. Cerámicas basadas en óxido de circonio tetragonal 5.2. Cerámicas basadas en alúmina 5.3. Superplasticidad en materiales geológicos		
6	Superplasticidad en compuestos intermetálicos 6.1. Intermetálicos del níquel 6.2. Intermetálicos con titanio 6.3. Intermetálicos con hierro		
7	Superplasticidad a alta rapidez de deformación		
8	Ductilidad y fractura de materiales superplásticos 8.1. Comportamiento de los superplásticos en tensión 8.2. Cavitación		
9	Conformado superplástico y soldadura por difusión		
10	Ejemplos comerciales de productos superplásticos		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas		X	Trabajos y tareas
Trabajo de investigación			Presentación de tema



Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Actividades			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Chokshi A.H., Superplasticity in Advanced Materials, ICSAM-97, Trans. Tech. Publications, Switzerland, 1997.</li> <li>2. Mayo M.J., Kobayashi M., and Wadsworth J., Superplasticity in Metals, Ceramics and Intermetallics. MRS V. 196, 1990.</li> <li>3. Padmanabhan K.A., The Physics of the Superplasticity, Springer Verlag, Berlin, 1985.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nieh T.G., Wadsworth J., and Sherby O., Superplasticity in Metal and Ceramics, Cambridge, Solid State Science Series, 1996.</li> </ol>			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES





MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica				<b>Temas Selectos de Materiales Metálicos</b>			
Clave	Semestre	Créditos	Campo de conocimiento: Materiales Metálicos				
	2	8					
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )		
Carácter	Obligatorio ( )	Optativo ( X )	64 Horas				
	Obligatorio E ( )	Optativo E ( )					
Duración del programa		Semestral	Semana		Semestre		
			Teóricas 4		Teóricas 64		
			Prácticas 0		Prácticas 0		
			Total 4		Total 64		
Seriación							
Ninguna (X)							
Obligatoria ( )							
Actividad académica antecedente							
Actividad académica subsecuente							
Indicativa ( )							
Actividad académica antecedente							
Actividad académica subsecuente							

Objetivo general: Como actividad académica optativa el alumno podrá cursar, previa aprobación de su comité tutor, algún tema selecto del campo de los materiales metálicos, asociado a su proyecto de investigación.			
Objetivos específicos: Se recomienda que el alumno acredite todas las actividades académicas relativas a cursos, en los dos primeros semestres de sus estudios de maestría.			
Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Los temas se definirán cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto	64	0

		Total	64	0
		Suma total de horas	64	
Contenido Temático				
Tema y subtemas				
1	El contenido temático se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto			
Estrategias didácticas			Evaluación del aprendizaje	
Exposición			Exámenes parciales	
Trabajo en equipo			Examen final	
Lecturas			Trabajos y tareas	
Trabajo de investigación			Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)			Participación en clase	
Prácticas de campo			Asistencia	
Aprendizaje por proyectos			Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas			Portafolios	
Casos de enseñanza			Listas de cotejo	
Otras (especificar)			Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales				
Perfil profesiográfico				
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Otra característica				
Bibliografía básica: La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto.				
Bibliografía complementaria: La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto.				

## CAMPO DE CONOCIMIENTO DE MATERIALES POLIMÉRICOS

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES  MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES		
Programa de la actividad académica <b>Reciclaje de Materiales Poliméricos y Compuestos</b>			
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Poliméricos
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	64 Horas	
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		
Duración del programa		Semestral	
		Semana	Semestre
		Teóricas 4	Teóricas 64
		Prácticas 0	Prácticas 0
		Total 4	Total 64
Seriación			
Ninguna ( X )			
Obligatoria ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			
Indicativa ( )			
Actividad académica anterior			
Actividad académica subsecuente			
Objetivo general: El alumno conocerá los aspectos de reciclaje de los polímeros, materiales a base de los polímeros y materiales compuestos.  El alumno deberá contar con conocimientos de química inorgánica y orgánica, ingeniería química, química física, química y procesamiento de polímeros.			
Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	4	0
2	Polímeros alrededor de nosotros	10	0

3	Estrategias generales de reciclaje de los polímeros	6	0
4	Preparación de los polímeros para reciclaje	12	0
5	Esquemas de reciclaje de los principales polímeros producidos en grande escala	16	0
6	Polímeros producidos en pequeña escala	2	0
7	Reciclaje de las materias primas	6	0
8	Descomposición, incineración y oxidación supercrítica de los polímeros	2	0
9	Terraplén	2	0
10	Aplicación de los polímeros reciclados	2	0
11	Eficacia ecológica de las tecnologías modernas y dirección general de reciclaje de residuos poliméricos	2	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	<p>Introducción</p> <p>1.1. Sociedad humana en siglo post-industrial: progreso y problemas.</p> <p>1.2. Reporte de estado de los residuos urbanos e industriales.</p> <p>1.3. Materiales poliméricos como parte dominante de los residuos.</p>		
2	<p>Polímeros alrededor de nosotros</p> <p>2.1. ¿Qué es un polímero?</p> <p>2.2. Principios básicos de la síntesis polimérica.</p> <p>2.3. Estructura química y topología de los polímeros.</p> <p>2.4. Morfología de los polímeros.</p> <p>2.5. Clases principales de los polímeros.</p> <p>2.6. Polímeros producidos en la industria.</p> <p>2.7. Procesamiento de los polímeros y sus aplicaciones.</p>		
3	<p>Estrategias generales de reciclaje de los polímeros</p> <p>3.1. Reciclaje mecánico y de materias primas.</p> <p>3.2. Recuperación de los productos en el área de la petroquímica y la energética.</p> <p>3.3. Incineración.</p> <p>3.4. Decomposición.</p> <p>3.5. Terraplén.</p>		
4	<p>Preparación de los polímeros para reciclaje</p> <p>4.1. Colección de los polímeros.</p> <p>4.2. Clasificación y separación de los polímeros.</p> <p>4.3. Métodos instrumentales del análisis de las mezclas poliméricas.</p> <p>4.4. Reducción del tamaño de los polímeros.</p>		
5	<p>Esquemas de reciclaje de los principales polímeros producidos en grande escala</p> <p>5.1. Poliolefinas (polietileno, polipropileno, copolímeros de baja y alta densidad)</p> <p>5.2. Cloruro de polivinilo y sus copolímeros,</p> <p>5.3. Poliestereno y sus copolímeros,</p> <p>5.4. Tereftalatos de polietileno- y polibutileno,</p>		

	5.5. Termoplásticos, 5.6. Nylons, 5.7. Acrílicos, 5.8. Poliuretanos, 5.9. Composites poliméricos y plásticos termoendurecidos, 5.10. Hules, elastómeros, llantas, 5.11. Polímeros biodegradables.		
6	Polímeros producidos en pequeña escala Polímeros con grupos fluoro, amino, siliconas, epóxidos, polisulfuros		
7	Reciclaje de las materias primas 7.1. Pirólisis, 7.2. Hidrogenación, 7.3. Gasificación.		
8	Descomposición, incineración y oxidación supercrítica de los polímeros		
9	Terraplén		
10	Aplicación de los polímeros reciclados		
11	Eficacia ecológica de las tecnologías modernas y dirección general de reciclaje de residuos poliméricos		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. G. Akovali, C. Bernanrdo, J. Leidner, L. A. Utracki, M. Xanthos, Eds. <i>Frontiers in t Science and Technology of Polymer Recycling</i> . NATO ASI Series, Series E: Appli Sciences. V. 351. Kluwer Academic Publishers, 1998.			
2. H .G Elias. <i>An introduction to plastics</i> . VCH Publishers, New York, 1993.			
3. John Scheirs. <i>Polymer Recycling</i> . Wiley Seies in Polymer Science, Wiley & Sons, Ne York, 1998.			
4. K. D. Sadhan, A. Isayev, K. Khait, Eds. <i>Rubber Recycling</i> . CRC Press, 2005.K. J. Saunde <i>Organic polymer chemistry</i> , Chapman & Hall, Second edition, New York, 1988.			

Bibliografía complementaria:

1. Ehrig, R. J. Ed. *Plastic Recycling*. Hanser Publishers, Munich, 1992.
2. Feldman, D. and A. Barbalata, Eds., *Synthetic polymers*, Chapman & Hall, New York, 1996.
3. Kahovec, J. Ed. *Recycling of Polymers. Macromolecular Symposia*, v.135, 1998.
4. Muccio, E. *Plastic processing technology*. ASM International, 1994.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica				<b>Física de Polímeros</b>			
Clave	Semestre	Créditos	Campo de conocimiento: Materiales Poliméricos				
	2	8					
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )			Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )			Horas			
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )						
Duración del programa		Semestral		Semana		Semestre	
				Teóricas 4		Teóricas 64	
				Prácticas 0		Prácticas 0	
				Total 4		Total 64	
Seriación							
Ninguna (X)							
Obligatoria ( )							
Actividad académica antecedente							
Actividad académica subsecuente							
Indicativa ( )							
Actividad académica antecedente							
Actividad académica subsecuente							

Objetivo general:  
El alumno adquirirá conocimientos sobre la física de los polímeros, orientado al entendimiento de la relación estructura-propiedad. Asimismo, conocerá las interrelaciones entre la estructura física y química de las moléculas, así como el comportamiento de los materiales poliméricos en sus diferentes estados condensados.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Estructura de los polímeros	8	0
2	Comportamiento de los polímeros	6	0
3	El estado cristalino	7	0
4	El estado vítreo	7	0
5	El estado elastomérico	9	0



6	Estado cristal-líquido	5	0
7	Teoría del comportamiento viscoelástico	9	0
8	Teoría estadística de cadenas poliméricas	8	0
9	Teorías moleculares de la relajación de esfuerzos	5	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	Estructura de los polímeros 1.1. Polimerización 1.2. Conformación de cadenas poliméricas 1.3. Estados configuracionales de polímeros 1.4. Distribución de pesos moleculares.		
2	Comportamiento de los polímeros 2.1. Sistemas poliméricos y diferentes estados condensados 2.2. Estructura y propiedades 2.3. Las cinco regiones del comportamiento viscoelástico 2.4. Movilidad molecular y relajación		
3	El estado cristalino 3.1. Estructura y morfología de polímeros cristalinos 3.2. Mecanismos de cristalización 3.3. En bulto (masa) y por deformación 3.4. Deformación de polímeros cristalinos 3.5. Cinética de cristalización. Teoría de Avrami 3.6. Propiedades y estructuras química y física		
4	El estado vítreo 4.1. Estructura de polímero vítreos 4.2. Conformación y dinámica molecular 4.3. La temperatura de transición vítrea 4.4. Propiedades y estructura química		
5	El estado elastomérico 5.1. Entrecruzamiento químico y físico, modelos 5.2. Procesos de relajación 5.3. Elasticidad de hules 5.4. Principio de superposición tiempo-temperatura 5.5. Curvas maestras y factor de corrimiento logarítmico. 5.6. Modelos de volumen libre 5.7. Efecto de las estructuras química y física		
6	Estado cristal-líquido 6.1. Estructura de mesofases 6.2. Termodinámica y diagramas de fases 6.3. Formación de cristales líquidos 6.4. Efectos de las estructuras química y física		
7	Teoría del comportamiento viscoelástico 7.1. Principio de superposición de Boltzmann 7.2. Módulos de relajación y de compliansa 7.3. Modelos viscoelásticos		

	7.4. Modelos viscoelásticos de Maxwell, Voigt y Zener. 7.5. Módulos complejos y comportamiento periódico 7.6. Espectros de relajación y de retardación		
8	Teoría estadística de cadenas poliméricas 8.1. Descripción Gaussiana de un conjunto de macromoléculas 8.2. Ecuación de estado de una cadena polimérica 8.3. Contribuciones energéticas en la elasticidad de hules 8.4. Factores que afectan la elasticidad de los hules 8.5. Grado de entrecruzamiento, hinchamiento, cargas y cristalización		
9	Teorías moleculares de la relajación de esfuerzos 9.1. Modelo de Rouse 9.2. Modelo de Zimm 9.3. Modelo de reptación		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
Estructura de los polímeros			
1. Gedde. U.W., <i>Polymer Physics</i> , Chapman Hall, London, 1994.			
2. Kumar, A., Gupta R. K., <i>Fundamentals of Polymer Engineering</i> , Ed. Marcel Dekker, 2003.			
3. Odian, G., <i>Principles of polymerization</i> , Wiley & Sons, 2004.			
Comportamiento de los polímeros.			
4. Munk P., <i>Introduction of Macromolecular Science</i> , Wiley-Interscience, N.Y., 1989.			
5. Sperling L.H., <i>Introduction to Physical Polymer Science</i> , 2nd. Edition, Wiley-Interscience, N.Y., 1992.			
El estado cristalino.			
6. Billmeyer F.W., Jr., <i>Textbook of Polymer Science</i> , 3rd. Ed., Wiley, N.Y., 1984.			
7. Sedlacek B., Editor, <i>Morphology of Polymers</i> , de Gruyter, Berlín, 1986.			
8. Woodward A.E., <i>Atlas of Polymer Morphology</i> , Hanser, Pub., N.Y., 1989.			

El estado vítreo.

9. Ferry J.D., *Viscoelastic Properties of Polymers*, 3rd. Ed., Wiley, N.Y., 1981.
10. Perepechko I.I., *An Introduction to Polymer Physics*, Mir, Moscow, 1981.

El estado elastomérico.

11. Rosen H., *Fundamental Principles of Polymeric Materials*, 2nd. Ed., SPE, Wiley Interscience, N.Y., 1993.
12. Tager A., *Physical Chemistry of Polymers*, 2nd. Ed., Mir, Moscow, 1978.

Estado cristal-líquido.

13. Sperling L.H., *Introduction to Physical Polymer Science*, 2nd. Edition, Wiley Interscience, N.Y., 1992.

Teoría del comportamiento viscoelástico.

14. Ferry J.D., *Viscoelastic Properties of Polymers*, 3th. Ed., Wiley, N.Y., 1981.
15. Billmeyer F.W. Jr., *Textbook of Polymer Science*, 3th. Ed. Wiley, N.Y., 1984.

Teoría estadística de cadenas poliméricas.

16. Aklonis J.J., and Macknight W.J., *Introduction to Polymer Viscoelasticity*, 2nd. Ed. Wiley, N.Y., 1983.
17. Mark J.E. and Erman B., *Rubberlike Elasticity, a Molecular Primer*, Wiley Interscience Pub., N.Y., 1988.
18. Ward I.M., *Mechanical Properties of Solid Polymers*, 2nd. Ed., Wiley, London, 1980.

Teorías moleculares de la relajación de esfuerzos.

19. Boyd R.H., and Phillips P.J., *The Science of Polymer Molecules*, Cambridge University Press, Camb., UK, 1993.
20. Doi M., and Edwards S., *The Theory of Polymer Dynamics*, Oxford Univ. Press, Oxford U.K., 1986.

Bibliografía complementaria:

1. Brandrup J. and Immergut E.H., Editors, *Polymer Handbook*, Wiley, N.Y., 1986.
2. Bird R.B., Curtis F., Armstrong R.C., and Hassager O., *Dynamics of Polymeric Liquids, Kinetic Theory*, Wiley, N.Y., 1987.
3. *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*, Wiley, N.Y., 1985.
4. Mark J.E., Eisenberg A., Graessley W.W. and Mandelkern L., *Physical Properties of Polymers*, 2nd. Ed., ACS Professional Ref. Book, Washington D.C., 1993.
5. Young R.J. and Lovell P.A., *Introduction to Polymers*, Chapman and Hall, 1991.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



## MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Fisicoquímica y Caracterización de Polímeros**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Poliméricos		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )		Horas		
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )				
Duración del programa		Semestral	Semana		Semestre
			Teóricas 4		Teóricas 64
			Prácticas 0		Prácticas 0
			Total 4		Total 64

### Seriación

Ninguna (X)

Obligatoria ( )

Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

### Objetivo general:

El alumno estudiará las propiedades fisicoquímicas de los polímeros y su correlación con su estructura molecular y morfológica por medio de diferentes metodologías de caracterización de los materiales. Asimismo desarrollará habilidades para la selección de técnicas para medir las propiedades fisicoquímicas de los polímeros y la relacionen con la estructura de los polímeros.

### Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Macromoléculas en solución	8	0
2	Gelación y vulcanización	8	0
3	Peso molecular y su distribución	12	0
4	Determinación de la microestructura de los polímeros	10	0
5	Propiedades térmicas	10	0
6	Propiedades eléctricas	8	0
7	Propiedades ópticas	8	0

		Total	64	0
		Suma total de horas	64	
Contenido Temático				
	Tema y subtemas			
1	Macromoléculas en solución 1.1. Propiedades termodinámicas de soluciones poliméricas. Teorías de soluciones poliméricas 1.2. Conformación de los polímeros en solución y en estado sólido. Concepto de volumen excluido 1.3. Parámetros de solubilidad y equilibrio de fases			
2	Gelación y vulcanización 2.1. Teoría de Flory-Stockmayer 2.2. Teoría de percolación 2.3. Teoría dinámica de formación del gel.			
3	Peso molecular y su distribución 3.1. Sistemas polidispersos. Funciones de distribución. Momentos de la distribución 3.2. Masa molecular relativa y momentos estadísticos ( $M_n$ , $M_w$ , $M_z$ , $M_v$ ) 3.3. Métodos experimentales para su determinación: 3.3.1. Métodos químicos 3.3.2. Osmometría: vapor, membrana 3.3.3. Ultracentrifugación. Sedimentación 3.3.4. Cromatografía de permeación en gel 3.3.5. Dispersión de luz 3.3.6. Viscosimetría			
4	Determinación de la microestructura de los polímeros 4.1. Análisis experimental 4.2. Técnicas de separación y purificación 4.3. Cromatografías 4.4. Espectroscopías infrarrojo y ultravioleta 4.5. Resonancia magnética nuclear 4.6. Rayos X 4.7. Microscopía electrónica			
5	Propiedades térmicas 5.1. Estado cristalino y amorfo. Factores que afectan la cristalinidad 5.2. Mecanismos y cinética de cristalización 5.3. Efectos de la variación de la temperatura. Fusión, descomposición 5.4. Transmisiones térmicas. Temperatura de transición vítrea 5.5. Análisis térmico diferencial (DSC y TGA)			
6	Propiedades eléctricas 6.1. Polarizabilidad 6.2. Propiedades dieléctricas 6.3. Conductividad iónica 6.4. Conductividad electrónica 6.5. Comportamiento del material en un campo eléctrico alternante			
7	Propiedades ópticas 7.1. Birrefringencia			

7.2. Propiedades ópticas no lineales			
7.3. Fotoluminiscencia			
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<b>1. Introduction to Physical Polymer Science 4th Edition</b>			
Author(s): <a href="#">L. H. Sperling</a>			
4th Edition			
Publisher: <i>Wiley-Interscience</i> ; 4 edition (December 7, 2005)			
ISBN-13: 978-0471706069 / ISBN-10: 047170606X			
<b>Principles of Polymers-An Advanced Book</b>			
Editor: Dibyendu S. Bag			
1st Edition, January 2013			
DOI: 10.13140/2.1.4193.4402			
Publisher: Nova Science Publishers, Inc., New York,			
ISBN: 978-1-62081-408-6			
<b>2.Fundamentals of Polymer Science for Engineers</b>			
Author(s): <a href="#">Stoyko Fakirov</a>			
First published: 25 July 2017			
Print ISBN: 9783527341313  Online ISBN:9783527802180			
DOI:10.1002/9783527802180			
Copyright © 2017 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.			
<b>3.Analytical Methods for Polymer Characterization</b>			
Author(s): Rui Yang			
January 10, 2018 by CRC Press			
ISBN 9781482233544 - CAT# K22956			
<b>4.Handbook of Polymer Solution Thermodynamics</b>			

Authors: Ronald P. Danner, Martin S. High

**Wiley, 2010**

ISBN: 978-0-470-93823-2

**5.Principles of Polymer Systems, Sixth Edition**

Ferdinand Rodriguez, Claude Cohen, Christopher K. Ober, Lynden Archer

December 9, 2014 by CRC Press

ISBN 9781482223781 - CAT# K22345

**6.Thermodynamics of polymer solutions: phase equilibria and critical phenomena**

Author(s): Kenji Kamide.

Imprint: Amsterdam; New York: Elsevier, 1990.

Series: [Polymer Science Library](#) 9

Bibliografía complementaria:

1. Kurata M., Thermodynamics of Polymers Solutions, Hardwood, Ac. Pub., Blythe R., Electrical Properties of Polymer, Cambridge Univ. Press, 1979.
2. Rodríguez F., Principles of Polymer Systems, McGraw-Hill, 2002.
3. Sperling L.H., Introduction to Physical Polymer Science, 2nd. Edition, Wiley-Interscience, N.Y., 2004.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica				<b>Procesamiento de Materiales Poliméricos</b>			
Clave	Semestre	Créditos	Campo de conocimiento: Materiales Poliméricos				
	2	8					
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )			Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )			Horas			
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )						
Duración del programa		Semestral		Semana		Semestre	
				Teóricas 4		Teóricas 64	
				Prácticas 0		Prácticas 0	
				Total 4		Total 64	
Seriación							
Ninguna (X)							
Obligatoria ( )							
Actividad académica antecedente							
Actividad académica subsecuente							
Indicativa ( )							
Actividad académica antecedente							
Actividad académica subsecuente							

Objetivo general:

El alumno conocerá la metodología que permite el establecimiento de las ecuaciones que relacionan cuantitativamente las variables operativas de los principales sistemas de procesamiento de polímeros; esta capacitación deberá permitirle al estudiante proponer recomendaciones operativas científicamente fundamentadas, aplicables a sistemas industriales actualmente en operación.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	8	0
2	Extrusión	12	0
3	Inyección	14	0
4	Soplado	5	0



5	Compresión	3	0
6	Moldeo por Transferencia	3	0
7	Termoformado	3	0
8	Calandrado	3	0
9	Moldeo Rotacional	4	0
10	Fibras	5	0
11	Recubrimientos	4	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	<p>Introducción</p> <p>1.1. Generalidades al respecto de las técnicas de procesdamiento de los materiales poliméricos.</p> <p>1.2. Propiedades reológicas de los fundidos poliméricos.</p> <p>1.3. Flujo de fundidos poliméricos a trvaés de líneas de conducción con geometrías simples.</p> <p>1.3.1. Flujo bajo presión.</p> <p>1.3.2. Flujo de arrastre.</p> <p>1.4. Selección de una metodología de procesamiento adecuada al material y al producto final deseado.</p>		
2	<p>Extrusión</p> <p>2.1. Introducción a la tecnología de la extrusión.</p> <p>2.2. Extrusores de husillo simple.</p> <p>2.3. Extrusores de doble husillo.</p> <p>2.3.1. Extrusores corrotatorios.</p> <p>2.3.2. Extrusores contrarrotatorios.</p> <p>2.4. Coextrusión (láminas y películas multicapas)</p> <p>2.5. Generalidades para la operación de extrusores.</p> <p>2.6. Características del material e inestabilidades en extrusión.</p> <p>2.7. Tópicos selectos en extrusión.</p>		
3	<p>Inyección</p> <p>3.1. Introducción a la tecnología de la inyección.</p> <p>3.2. Moldes y ductos en sistemas de inyección.</p> <p>3.2.1. Diseño geométrico de los sistemas de llenado.</p> <p>3.2.2. Sistemas de enfriamiento.</p> <p>3.2.3. Generalidaes al respecto del diseño mecánico y construcción.</p> <p>3.3. Moldeo por inyección de termoplásticos.</p> <p>3.4. Moldeo por inyección de termofijos.</p> <p>3.5. Corrección de fallas durante el moldeado.</p> <p>3.6. Introducción al moldeo por inyección reactiva.</p> <p>3.6.1. Mpoldeo por inyección reactiva de poliuretanos.</p> <p>3.6.2. Moldeo por inyección reactiva en sistemas que no incluyen uretanos.</p> <p>3.7. Tópicos selectos en inyección.</p>		
4	<p>Soplado</p> <p>4.1. Introducción a la tecnología del moldeo por soplado.</p> <p>4.2. Moldeo por inyección-soplado.</p>		

	<p>4.3. Moldeo por extrusión-soplado.  4.4. Introducción a la tecnología del soplado de películas tubulares.  4.5. Soplado de películas tubulares.  4.6. Aplicaciones del moldeo por soplado.</p>
5	<p>Compresión  5.1. Introducción a la tecnología del moldeo por compresión.  5.2. Moldeo por compresión.  5.3. Desarrollos actuales en moldeo por compresión.  Compresión</p>
6	<p>Moldeo por Transferencia  6.1. Introducción a la tecnología del moldeo por transferencia.  6.2. Moldeo por transferencia de termoplásticos.  6.3. Moldeo por transferencia de termifijos.  6.4. Aplicaciones el moldeo por transferencia.</p>
7	<p>Termoformado  7.1. Introducción a la tecnología del termoformado.  7.2. Esfuerzos y orientación en el material.  7.3. Aplicaciones del termoformado.</p>
8	<p>Calandrado  8.1. Introducción a la tecnología del calandrado.  8.2. El modelo Newtoniano del calandrado.  8.3. El modelo de la ley de la potencia en calandrado.  8.4. Esfuerzos normales y viscoelasticidad en el calandrado.  8.5. Aplicaciones en el calandrado.</p>
9	<p>Moldeo Rotacional  9.1. Introducción a la tecnología del moleo rotacional.  9.2. Moldeo en hueco con PVC.  9.3. Polímeros en polvo.  9.4. Comparación entre el moldeo rotacional y moldeo por inyección.  9.5. Aplicaciones el moleo rotacional.  9.6. Tópicos selectos en moldeo rotacional.</p>
10	<p>Fibras  10.1. Introducción a la tecnología de la producción de fibras.  10.2. Estiramiento del fundido newtoniano isotérmico para la formación de fibras.  10.3. Estiramiento de fundido isotérmico que cumple la ley de la potencia para la formación de fibras.  10.4. Estiramiento de fundido viscoelástico para la formación de fibras.  10.5. Formación de fibras compuestas in situ.  10.5.1. Introducción a la formación de fibras compuestas in situ.  10.5.2. Revisión de los fenómenos que ocurren durante la formación de las fi compuestas in situ.  10.5.3. Formación de fibras compuestas a partir de mezclas extruídas.  10.5.4. Estiramiento uniaxial de mezclas poliméricas</p>
11	<p>Recubrimientos  11.1. Recubrimientos con rodillos.  11.2. Recubrimiento con cuchillas.  11.3. Recubrimientos libres.</p>

11.4. Tópicos selectos en tecnología de recubrimientos plásticos			
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Chabot J.F. Jr., <i>The development of plastics processing machinery and methods</i>, John Wiley &amp; Sons Inc., New York, 1992.</li> <li>2. Cogswell F.N., <i>Polymer melt reology. A guide for industrial practice</i>, John Wiley &amp; Sons Inc., New York, 1981.</li> <li>3. Dealy J.M., <i>Rheometers for molten. Plastics practical guide and property measurement</i>, Van Nostrand Reinhold Co., New York, 1982.</li> <li>4. Fohes M.J. y Hope P.S., <i>Polymer blends and alloys</i>, Blackie Academic &amp; Professional Chapman Hall, London, 1993.</li> <li>5. Kresta J.E., <i>Reaction inyección molding</i>, Washington D. C., ACS Symp, 270, 1985</li> <li>6. Morton-Jones D.H., <i>Procesamiento de plásticos. Inyección de moldeo, hule, PVC</i>, Limusa, México, 1993.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Martinelli F.G., <i>Twin-Screw Extruders a basic understanding</i>, Van Nostrand Reinhold Co., New York, 1983.</li> <li>2. McCrom, N.G., Buckley C.P., Bucknall C.B. et al., <i>Principles of polymer engineering</i>, Oxford University Press, New York, 1988.</li> <li>3. Menges-Mohren, <i>Moldes para inyección de plásticos</i>, Calypso S. A., México, 1983.</li> <li>4. Middleman, S., <i>Fundamentals of Polymer Processing</i>, Mc Graw-Hill Co., New York, 1977.</li> <li>5. Ramos-de Valle, <i>Principios básicos de extrusión de plásticos</i>, Limusa, México, 1993.</li> <li>6. Rubin I.I., <i>Injection molding. Theory and practice</i>, John Wiley &amp; Sons Inc., New York, 1972.</li> </ol>			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Síntesis de Polímeros**

Clave	Semestre 2	Créditos	Campo de conocimiento: Materiales Poliméricos			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas				
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )					
Duración del programa		Semestral	Semana		Semestre	
			Teóricas 4		Teóricas 64	
			Prácticas 0		Prácticas 0	
			Total 4		Total 64	
Seriación						
Ninguna (X)						
Obligatoria ( )						
Actividad académica anterior						
Actividad académica subsecuente						
Indicativa ( )						
Actividad académica anterior						
Actividad académica subsecuente						

Objetivo general:

El alumno obtendrá conocimientos sobre la química relacionada con la síntesis de polímeros a nivel de laboratorio.

El alumno deberá contar con conocimientos de los mecanismos de química orgánica y de cinética de reacción.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	8	0
2	Polimerización por pasos	28	0
3	Polimerización por adición/en cadena	22	0

4	Polimerización iónica	4	0
5	Copolimerización	2	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	<p>Introducción</p> <p>1.1. Estructura macromolecular; Tipos de polímeros; Propiedades típicas</p> <p>1.2. Propiedades mecánicas; Estado viscoelástico</p> <p>1.3. Pesos moleculares, polidispersidad; sus métodos de determinación</p>		
2	<p>2. Polimerización por pasos (28 horas)</p> <p>2.1. Principios; Consideración teórica</p> <p>2.2. Polímeros lineales, ramificados e intercrossados</p> <p>2.3. Distribución de pesos moleculares</p> <p>2.4. Punto de gelación; Aproximaciones de Carothers y Flory</p> <p>2.5. Polímeros intercrossados; Tecnología de intercrossamiento</p> <p>2.5.1. Poliésteres</p> <p>2.5.2. Resinas fenólicas</p> <p>2.5.3. Resinas epoxidas</p> <p>2.5.4. Plásticos Amino</p> <p>2.6. Ciclización vs polimerización lineal; Cinética</p> <p>2.7. Poliésteres y policarbonatos; Mecanismos &amp; Procesos Industriales</p> <p>2.8. Poliamidas alifáticas; Mecanismo &amp; Proceso Industrial</p> <p>2.9. Poliuretanos</p> <p>2.10. Polímeros de alto rendimiento</p>		
3	<p>3. Polimerización por adición/en cadena.</p> <p>3.1. Polimerización por radicales libres</p> <p>3.1.1. Relación de estructura – reactividad; Etapas elementales</p> <p>3.1.2. Iniciación; Tipos de Iniciadores</p> <p>3.1.3. Transferencia de Cadena; Inhibición y retardación</p> <p>3.1.4. Cinética; Autoaceleración</p> <p>3.1.5. Métodos de polimerización; Condiciones generales</p> <p>3.1.6. Polimerización en emulsión &amp; suspensión</p> <p>3.1.7. Principales polímeros comerciales</p> <p>3.1.8. Polimerización “viviente”</p> <p>3.2. Polimerización iónica</p> <p>3.2.1. Polimerización iónica vs radicalica; Polimerización “viviente”</p> <p>3.2.2. Polimerización catiónica</p> <p>3.2.3. Polimerización aniónica.</p> <p>3.2.4. Copolímeros en bloque</p> <p>3.3. Copolimerización</p> <p>3.3.1. Estereoquímica de polimerización</p> <p>3.3.2. Tipos de estereoisomerismo; Polímeros estereorregulares</p> <p>3.3.3. Polimerización de alquenos en catalizadores de Ziegler-Natta</p> <p>3.3.4. Polimerización de alquenos en metalícenos</p>		
4	<p>Polimerización iónica</p> <p>4.1. Tipos de monómeros; Características generales</p>		

	4.2. Polimerización iónica; Mecanismo		
	4.3. Otros tipos de polimerización de monómeros cíclicos		
5	Copolimerización		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. Mijis W.J., Editor, New methods for Polymer Synthesis, Plenum Press, New York and London, 1992.			
2. Odian G., Principles of Polymerization, 3rd. Edition, Weiley Interscience, N.Y., 1991 (se recomienda como libro de texto).			
Bibliografía complementaria:			
1. Ravve A., Principles of Polymer Chemistry, Plenum Press, New York and London, 1995.			
2. Sandler S.R. and Kano W., Polymer Synthesis, Vol. 1, 2nd. Edition, Academic Press, San Diego, 1992.			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Temas Selectos de Materiales Poliméricos**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Poliméricos
-------	---------------	---------------	---

Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
-----------	-------------------------------------	------	---------------------

Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas	
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		

Duración del programa	Semestral	Semana	Semestre
		Teóricas 4	Teóricas 64
		Prácticas 0	Prácticas 0
		Total 4	Total 64

Seriación

Ninguna (X)

Obligatoria ( )

Actividad académica anterior	
---------------------------------	--

Actividad académica subsecuente	
------------------------------------	--

Indicativa ( )

Actividad académica anterior	
---------------------------------	--

Actividad académica subsecuente	
------------------------------------	--

Objetivo general:  
Como actividad académica optativa el alumno podrá cursar, previa aprobación de su comité tutor, algún tema selecto del campo de conocimiento de Materiales Poliméricos, asociado a su proyecto de investigación.

Objetivos específicos:  
Se recomienda que el alumno acredite todas las actividades académicas relativas a cursos, en los dos primeros semestres de sus estudios de maestría.



Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Los temas se definirán cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto	64	0
Total		64	0

Suma total de horas		64
Contenido Temático		
Tema y subtemas		
1	El contenido temático se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto	
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje
Exposición		Exámenes parciales
Trabajo en equipo		Examen final
Lecturas		Trabajos y tareas
Trabajo de investigación		Presentación de tema
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase
Prácticas de campo		Asistencia
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios
Casos de enseñanza		Listas de cotejo
Otras (especificar)		Otras (especificar)
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Perfil profesiográfico		
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales	
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales	
Otra característica		
Bibliografía básica: La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto.		
Bibliografía complementaria: La Bibliografía se definirá cuando el Comité Académico apruebe el programa para el tema selecto		



COMUNES A LOS CAMPOS DE CONOCIMIENTO

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
	PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES	
MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES		

Programa de la actividad académica		<b>Algoritmos y Métodos Computacionales</b>	
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos, Materiales Complejos, Materiales Electrónicos, Materiales Metálicos y Materiales Poliméricos.
Modalidad	Curso (X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas	
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		
Duración del programa		Semestral	
		Semana	Semestre
		Teóricas 4	Teóricas 64
		Prácticas 0	Prácticas 0
		Total 4	Total 64

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

**Objetivo general:**  
El alumno:

- 1) Obtendrá conocimientos de algoritmos y técnicas de programación avanzadas, útiles para el estudio de sistemas complejos, así como técnicas numéricas, computacionales y de programación. Utilizando un lenguaje de programación científico de alto nivel, poniendo énfasis en las técnicas de procesamiento, supercómputo y algoritmos computacionales de alto rendimiento.
- 2) Aplicará el uso de metodologías modernas de programación a la solución de problemas científicos complejos, con herramientas adecuadas a computadoras de multiprocesadores.

3) Deberá mostrar su competencia en la solución de un problema de actualidad en las ciencias computacionales aplicadas a ciencia de materiales.

El alumno deberá contar con conocimientos de Fundamentos de Matemáticas para Materiales.

Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción al Unix	16	0
2	Lenguajes (FORTRAN 90 ó C)	16	0
3	Métodos Numéricos	32	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	Introducción al Unix 1.1. Breve historia 1.2. Estructura del Unix 1.2.1. Sistema operativo 1.2.2. Sistema de archivos 1.2.3. Directorios, archivos e inodos 1.3. Inicio de sesión 1.3.1. Sumas 1.3.2. Tipo de terminal 1.3.3. Passwords 1.3.4. Fin de sesión 1.4. Estructura de la línea de comandos 1.4.1. Teclas de control 1.4.2. Control de la terminal-stty 1.4.3. Obteniendo Ayuda 1.5. Comandos de navegación y control 1.5.1. pwd, cd, medir, rmdir, ls 1.6. Comandos de mantenimiento de archivos 1.6.1. cp, mv, rm, ln, cat 1.6.2. Permisos de archivos 1.6.3. chmod, chown, chgrp 1.7. Comandos de despliegue 1.7.1. Echo 1.7.2. more, less, pg 1.7.3. head, tail 1.8. Comandos de control del sistema e impresión 1.8.1. df, du, ps, kill, who, whereis, which, time 1.8.2. hostname, uname 1.8.3. script 1.8.4. date 1.8.5. lp, lpr, lpstat, lpq, cancel, lprm, pr 1.8.6. tar, uuencode, uudecode, dd		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.9. Shells <ul style="list-style-type: none"> <li>1.9.1. Variables de Entorno</li> <li>1.9.2. Bourne shell</li> <li>1.9.3. C shell</li> <li>1.9.4. Control de procesos</li> <li>1.9.5. Redirección de salida/entrada</li> </ul> </li> <li>1.10. Procesamiento de texto <ul style="list-style-type: none"> <li>1.10.1. grep, sed, awk, vi, ex</li> </ul> </li> <li>1.11. Trabajando con archivos <ul style="list-style-type: none"> <li>1.11.1. cmp, dic, cut, paste, touch, wc, sort, tee, strings, tr, file, find</li> </ul> </li> <li>1.12. Trabajo en red <ul style="list-style-type: none"> <li>1.12.1. telnet, ssh, ftp, sftp, rsh, rcp</li> </ul> </li> <li>1.13. Programando en Unix <ul style="list-style-type: none"> <li>1.13.1. Valores de parámetros, quoting, variables, substitución parámetros, entrada, comandos de control</li> <li>1.13.2. Funciones</li> </ul> </li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>2. Lenguajes (FORTRAN 90 ó C) <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1. Estructura de un programa <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1.1. C shell</li> <li>2.1.2. Estructura</li> <li>2.1.3. Representación de números y caracteres</li> <li>2.1.4. Variables y constantes</li> <li>2.1.5. Caracteres especiales</li> <li>2.1.6. Compilación y enlace</li> </ul> </li> <li>2.2. Aritmética <ul style="list-style-type: none"> <li>2.2.1. Operadores aritméticos</li> <li>2.2.2. Operadores lógicos</li> <li>2.2.3. Operadores relacionales</li> <li>2.2.4. Truncado y redondeo</li> </ul> </li> <li>2.3. Declaraciones que modifican el flujo <ul style="list-style-type: none"> <li>2.3.1. DO, while, if then else elseif, case, goto</li> </ul> </li> <li>2.4. Funciones y subrutinas</li> <li>2.5. Entrada y salida</li> <li>2.6. Arreglos y apuntadores</li> </ul> </li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>3. Métodos Numéricos <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1. Polinomios de Taylor <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1.1. El error en los polinomios de Taylor</li> <li>3.1.2. Evaluación polinomio</li> </ul> </li> <li>3.2. Representación de números en una computadora <ul style="list-style-type: none"> <li>3.2.1. El sistema binario</li> <li>3.2.2. Números de punto flotante</li> </ul> </li> <li>3.3. Error <ul style="list-style-type: none"> <li>3.3.1. Magnetismo</li> <li>3.3.2. Definición, fuentes y ejemplos</li> <li>3.3.3. Propagación de errores</li> <li>3.3.4. Sumas</li> </ul> </li> <li>3.4. Búsqueda de raíces</li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>3.4.1. Método de bisección</li> <li>3.4.2. Método de Newton</li> <li>3.4.3. Método de secantes</li> <li>3.4.4. Iteración de punto fijo</li> <li>3.4.5. Problemas de búsqueda de raíces mal comportadas</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>3.5. Interpolación <ul style="list-style-type: none"> <li>3.5.1. Interpolación polinomio</li> <li>3.5.2. Diferencias divididas</li> <li>3.5.3. Error en la interpolación polinomio</li> <li>3.5.4. Interpolación por medio de funciones Spline</li> </ul> </li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>3.6. Aproximación de funciones <ul style="list-style-type: none"> <li>3.6.1. El problema mejor aproximado</li> <li>3.6.2. Polinomios de Chebyshev</li> <li>3.6.3. Método de aproximación cercano-mínimax</li> </ul> </li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>3.7. Integración y diferenciación numérica <ul style="list-style-type: none"> <li>3.7.1. Reglas del trapecoide y Simpson</li> <li>3.7.2. Fórmulas de error</li> <li>3.7.3. Integración Gaussiana numérica</li> <li>3.7.4. Diferenciación numérica</li> </ul> </li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>3.8. Solución de sistemas de ecuaciones lineales <ul style="list-style-type: none"> <li>3.8.1. Sistemas de ecuaciones lineales</li> <li>3.8.2. Eliminación Gaussiana</li> <li>3.8.3. Aritmética de matrices</li> <li>3.8.4. Factorización LU</li> <li>3.8.5. Error al resolver sistemas lineales</li> <li>3.8.6. Ajuste de mínimos cuadrados</li> <li>3.8.7. Problemas de eigenvalores</li> <li>3.8.8. Métodos iterativos</li> <li>3.8.9. Sistemas no lineales</li> </ul> </li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>3.9. Solución numérica de ecuaciones diferenciales <ul style="list-style-type: none"> <li>3.9.1. Sumas</li> <li>3.9.2. Teoría de ecuaciones diferenciales</li> <li>3.9.3. Método de Euler</li> <li>3.9.4. Análisis de convergencia del método de Euler</li> <li>3.9.5. Métodos Taylor y Runge-Kutta</li> <li>3.9.6. Métodos "multistep" o multi-pasos</li> <li>3.9.7. Estabilidad de los métodos numéricos</li> <li>3.9.8. Sistemas de ecuaciones diferenciales</li> </ul> </li> </ul>		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	

Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesional			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Abrahams P. W., Larson B. R., <i>Unix for the Impatient</i>, Addison-Wesley, 1992.</li> <li>2. Atkinson K. E., <i>Elementary Numerical Analysis</i>, John Wiley and Sons, Inc, 1992.</li> <li>3. Dongarra J. J., Duff D. C., Sorensen D. C. and van der Vost H. A., <i>Numerical Linear Algebra for High-Performance Computers</i>, Siam, Philadelphia, PA, 1988.</li> <li>4. Fiamingo F. G., DeBula L., Condron L., <i>Introduction to Unix</i>, University Technology Services, The Ohio State University.</li> <li>5. Flowers B. H., <i>An Introduction to Numerical Methods in C++</i>, Oxford University Press, Oxford, UK, 2000.</li> <li>6. Griffiths D. V. and Smith I. M., <i>Numerical Methods for Engineers, 2nd. Ed.</i> Chapman &amp; Hall/RC, Boca Raton, FL, 2006.</li> <li>7. Kernighan B.W., Pike R., <i>The Unix Programming Environment</i>, Prentice Hall, 1984.</li> <li>8. Kernighan B. &amp; Ritchie D., <i>The C Programming Language</i>, Prentice Hall / PTR.</li> <li>9. Press W. H., Teukolsky S. A., Vetterling W. T., Flannery B. P., <i>Numerical Recipes in Fortran or C</i>, Cambridge U. Press, 1992.</li> <li>10. Ralston A. and Rabinowitz P. A, <i>First Course in Numerical Analysis</i>, Mc Graw-Hill College, 2001.</li> <li>11. Rice J. R., <i>Numerical Methods, Software and Analysis</i>, Academic Press, Inc, 1993.</li> <li>12. Severance C. and Dowd K., <i>High Performance Computing</i>, 2nd. Ed, O'Reilly, Beffing, UK, 1998.</li> <li>13. Skiba Y. N., <i>Introducción a los Métodos Numéricos</i>, UNAM 2001.</li> <li>14. Smith I.M., <i>Programing in FORTRAN 90</i>, John Wiley &amp; Sons, 1995.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>EISPACK, Fortran Subroutines for Computing the Eigenvalues end Eigenvectors</i> 1973. <a href="http://www.netlib.org/eispack">www.netlib.org/eispack</a> Koonin S. E., Meredith D. C., <i>Computational Physics</i>, Addison Wesley Publishing Co, 1990.</li> <li>2. <i>LINPACK, Fortran 77 Routines for solving common Problems in Numerical Linear Algebra</i>, 1979. <a href="http://www.cisl.ucar.edu/softlib/LINPACK.html">www.cisl.ucar.edu/softlib/LINPACK.html</a>.</li> <li>3. <i>LAPACK, Lybrary of Fortran 77 Routines for Solving Common Problems in Numerical Linear Algebra</i>, 1990. <a href="http://www.cisl.ucar.edu/softlib/LAPACK">www.cisl.ucar.edu/softlib/LAPACK</a>, html</li> </ol>			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Matemáticas Aplicadas a Materiales II**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos, Materiales Complejos, Materiales Electrónicos, Materiales Metálicos y Materiales Poliméricos.
-------	---------------	---------------	--

Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
-----------	-------------------------------------	------	---------------------

Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )	

Duración del programa	Semestral	Semana	Semestre
		Teóricas 4	Teóricas 64
		Prácticas 0	Prácticas 0
		Total 4	Total 64

Seriación	
Ninguna (X)	
Obligatoria ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica antecedente	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno conocerá algunas herramientas matemáticas avanzadas para el estudio de materiales complejos. Se enfoca en la aplicación de metodologías analíticas y aproximadas, útiles en el estudio de sistemas no-lineales. Asimismo el análisis teórico-práctico de variables complejas y del álgebra lineal para la solución de problemas afines a la ciencia e ingeniería de materiales.

El alumno deberá contar con conocimientos básicos de Matemáticas Aplicadas a Materiales.

Índice temático		
	Tema	Horas semestre
		Teóricas   Prácticas

1	Ecuaciones Diferenciales No-Lineales [Referencia 1, capítulo 1 y Referencia 2, capítulo 18]	12	0
2	Cálculo de Variaciones [Referencia 3, capítulo 10 y Referencia 2, capítulo 17]	16	0
3	Cálculo Avanzado de Variable Compleja [Referencia 3, capítulos 11 a 16]	12	0
4	Algebra Lineal Numérica [Referencia 4, capítulos 1 a 4]	24	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
	Tema y subtemas		
1	Ecuaciones Diferenciales No-Lineales [Referencia 1, capítulo 1 y Referencia 2, capítulo 18] 1.1. Sistemas dinámicos 1.2. Mapas de Poincaré o Bifurcaciones en sistemas dinámicos		
2	Cálculo de Variaciones [Referencia 3, capítulo 10 y Referencia 2, capítulo 17] 2.1. Mapas de Poincaré 2.2. Sistemas de ecuaciones de Euler y Lagrange 2.3. Valores extremos de integrales		
3	Cálculo Avanzado de Variable Compleja [Referencia 3, capítulos 11 a 16] 3.1. Funciones de variable compleja 3.2. Integrales en el campo complejo 3.3. Series complejas 3.4. Mapeos conformes		
4	Algebra Lineal Numérica [Referencia 4, capítulos 1 a 4] 4.1. Fundamentos de álgebra lineal 4.1.1. Ideas básicas de álgebra lineal 4.1.2. Multiplicación de matrices 4.1.3. Estructuras matriciales especiales. Matrices de bloque y matrices poco densas 4.1.4. Paquetes de software simbólico 4.1.5. Computación vectorial 4.2. Sensibilidad de sistemas de ecuaciones 4.2.1. Normas de matrices 4.2.2. Precisión en cómputo matricial 4.2.3. Ortogonalidad y descomposición singular (SVD) 4.2.4. Sensibilidad de sistemas de ecuaciones 4.3. Sistemas de ecuaciones lineales 4.3.1. Sistemas triangulares y eliminación Gaussiana; Factorización LU 4.3.2. Técnicas de pivoteo y análisis de precisión 4.3.3. Sistemas positivos definidos		

4.3.4. Factorización de Cholesky 4.3.5. Sistemas en bandas o en bloques; eliminación Gaussiana para matrices poco densas 4.4. Mínimos cuadrados y ortogonalización 4.4.1. Descomposición QR vía transformaciones de Householder, Gram Schmidt modificado y Givens 4.4.2. El problema de mínimos cuadrados 4.4.3. Ecuaciones normales y el problema de mínimos cuadrados de rango completo 4.5. Problemas de valores propios 4.5.1. Propiedades y descomposiciones unitarias 4.5.2. Aproximación y teoría de perturbaciones 4.5.3. Método de iteración de potencias 4.5.4. Algoritmo QR 4.5.5. Cociente de Rayleigh para sistemas simétricos			
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
1. Arfken G. and Weber H., <i>Mathematical Methods for Physicists</i> , 5th. Ed., Harcourt/Academic Press, SD, 2001. 2. Greenberg M.D., <i>Foundations of Applied Mathematics</i> , Prentice-Hall, N.J., 1987. 3. Watkins D.S., <i>Fundamentals of Matrix Computations</i> , John Wiley & Sons, N.Y., 1991. 4. Wiggins S., <i>Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos</i> , Springer-Verlag, NY, 1990.			
Bibliografía complementaria:			
1. Heinrici P., <i>Applied and Computational Complex Analysis: Power Series, Integration, Contour Mapping</i> , John Wiley & Sons, New York, 1988. 2. Jones Gareth A. and Singerman D., <i>Complex Functions. An algebraic and Geometric Viewpoint</i> , Cambridge Univ. Press, Cambridge, GB, 1987. 3. Wolfram S., <i>The Mathematica Book</i> , 3th. Ed., Cambridge Univ. Press, Cambridge, GB, 1996.			





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica <b>Modelado Numérico I</b>			
Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos, Materiales Complejos, Materiales Electrónicos, Materiales Metálicos y Materiales Poliméricos.
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas	
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		
Duración del programa	Semestral	Semana	Semestre
		Teóricas 4	Teóricas 64
		Prácticas 0	Prácticas 0
		Total 4	Total 64
Seriación			
Ninguna (X)			
Obligatoria ( )			
Actividad académica antecedente			
Actividad académica subsecuente			
Indicativa ( )			
Actividad académica antecedente			
Actividad académica subsecuente			

Objetivo general: El alumno conocerá los conceptos de mecánica de medios continuo, los fundamentos de las técnicas numéricas y soluciones de sistemas en estados estacionarios.			
El alumno deberá contar con los conocimientos equivalentes a los cursos Métodos de Matemáticas Aplicadas I y II y el curso básico de Mecánica de Medios Continuo, así como el manejo de un lenguaje avanzado de programación equivalente al curso Algoritmos y Métodos Computacionales.			
Índice temático			
	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Ecuaciones de sistemas macroscópicos	10	0

2	Métodos numéricos	26	0
3	Sistemas en estados estacionarios	28	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	Ecuaciones de sistemas macroscópicos 1.1. El concepto del continuo 1.2. Deformaciones y esfuerzos 1.3. Ecuaciones de balance 1.4. Ecuaciones constitutivas de fluidos y sólidos		
2	Métodos numéricos 2.1. Ecuaciones diferenciales parciales 2.2. Condiciones iniciales y de frontera 2.3. Aproximación de funciones por polinomios 2.4. Aproximación polinomial en varias dimensiones 2.5. Soluciones por diferencias finitas 2.6. Estimación de errores por diferencias finitas 2.7. Consistencia y estabilidad de las diferencias finitas 2.8. Método de residuos ponderados 2.9. Método de elementos finitos de Galerkin 2.10. Método de elementos finitos de Galerkin para 2 dimensiones 2.11. Cotas en el error en elementos finitos 2.12. Método de colocación 2.13. Cotas de error en el método de colocación 2.14. Método de integración de fronteras		
3	Sistemas en estados estacionarios 3.1. La ecuación de Laplace 3.2. Problemas de frontera bien definidos 3.3. Propiedades generales del operador de Laplace 3.4. Principios variacionales 3.5. Principios maximales 3.6. Invariancia bajo translaciones 3.7. Teoremas para representaciones integrales 3.8. Aproximaciones por diferencias finitas 3.9. Condiciones de frontera mediante diferencias finitas 3.10. Forma matricial de las ecuaciones por diferencias finitas 3.11. Métodos directos de solución 3.12. Métodos iterativos 3.13. Métodos de convergencia y temas afines 3.14. Métodos por elementos finitos 3.15. Métodos por integración de fronteras		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas		Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	

Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Iserles A., <i>Numerical Analysis of Differential Equations</i>, Cambridge U. Press, Cambridge UK, 2009.</li> <li>2. LeVeque R.J., <i>Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Equations</i>, Siam, Philadelphia, PA, 2007.</li> <li>3. Morton K.W. and Mayers D.F., <i>Numerical Solution of Partial Differential Equations</i>, Cambridge U. Press, Cambridge UK, 2008.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Quarteroni A., Vali A., <i>Numerical Approximation of Partial Differential Equations</i>, Springer-Verlag. Berlin, 2008.</li> <li>2. Thomas J.W., <i>Numerical Partial Differential Equations: Finite Difference Methods</i>, Springer-Verlag, NY, 1995.</li> </ol>			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica <b>Modelado Numérico II</b>				
Clave	Semestre	Créditos	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos, Materiales Complejos, Materiales Electrónicos, Materiales Metálicos y Materiales Poliméricos.	
	2	8		
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Tipo	T (X) P ( ) T/P ( )
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )		Horas	
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )			
Duración del programa		Semestral	Semana	Semestre
			Teóricas 4	Teóricas 64
			Prácticas 0	Prácticas 0
			Total 4	Total 64
Seriación				
Ninguna (X)				
Obligatoria ( )				
Actividad académica antecedente				
Actividad académica subsecuente				
Indicativa ( )				
Actividad académica antecedente				
Actividad académica subsecuente				

Objetivo general:			
El alumno conocerá las ideas, conceptos y técnicas necesarias para la simulación y modelado de procesos macroscópicos en sistemas complejos a nivel avanzado, como el necesario para el trabajo teórico-numérico en Ciencias e Ingeniería de Materiales.			
El alumno deberá contar con los conocimientos previos de modelado Numérico I.			
Índice temático			
	Tema		Horas semestre
			Teóricas    Prácticas
1	Sistemas disipativos		20      0
2	Sistemas no disipativos		24      0
3	Ecuaciones de orden superior, no-lineales o sistemas acoplados		20      0

		Total	64	0
		Suma total de horas	64	
Contenido Temático				
	Tema y subtemas			
1	Sistemas disipativos 1.1. Introducción 1.2. La ecuación de calor 1.3. Métodos por diferencias finitas 1.4. Métodos por elementos finitos			
2	Sistemas no disipativos 2.1. Problemas bien definidos 2.2. Propiedades generales de ecuaciones no-lineales 2.3. Métodos de diferencias finitas para problemas lineales 2.4. Métodos de diferencias finitas para sistemas no-lineales 2.5. Elementos finitos para ecuaciones hiperbólicas			
3	Ecuaciones de orden superior, no-lineales o sistemas acoplados 3.1. Ecuación bi-armónica 3.2. Problemas no-lineales 3.3. Simulación de deformaciones de sólidos 3.4. Modelado de reservorios petroleros			
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje		
Exposición		Exámenes parciales	X	
Trabajo en equipo		Examen final	X	
Lecturas	X	Trabajos y tareas	X	
Trabajo de investigación		Presentación de tema		
Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X	
Prácticas de campo		Asistencia		
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas		
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios		
Casos de enseñanza		Listas de cotejo		
Otras (especificar)		Otras (especificar)		
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales				
Perfil profesiográfico				
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Otra característica				
Bibliografía básica:				
1. Chorin A. J. and Marsden J. E., <i>A Mathematical Introduction to Fluid Mechanics</i> , Springer-Verlag, NY, 1993.				
2. Dafermos C. M., <i>Hyperbolic Conservation Laws in Continuum Physics</i> , Springer-Verlag, Berlin, 2005.				

3. Hesthaven J. S. and Warburton T., *Nodal Discontinuous Galerkin Methods: Algorithms, Analysis and Applications*, Springer Science+Business Media LLC., NY, 2008.
4. Grossman C., Ross H. and Stynes M., *Numerical Treatment of Partial Differential Equations*, Springer, Berlin, 2005.
5. Karniadakis G. E. and Sherwin S., *Spectral/hp Element Methods for Computational Fluid Dynamics*, Oxford University Press, Oxford, UK, 2005.
6. Kulikovskii A. G., Pogorelov N.V. and Semenov A. Y., *Mathematical Aspects of Numerical Solutions of Hyperbolic Systems*, Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, FL, 2001.
7. Leveque R. J., *Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems*, Cambridge University Press, Cambridge UK., 2002.
8. Thomas J. W., *Numerical Partial Differential Equations: Conservative Laws and Elliptic Equations*, Springer-Verlag, N. Y., 1995.
9. Wriggers P., *Nonlinear Finite Element Methods*, Springer-Verlag, Berlin, 2008

**Bibliografía complementaria:**

1. Aliabadi M. H. and Rooke D. P., *Numerical Fracture Mechanics*, Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, 2008.
2. Brebbia C. A. and Mammoli A. A., Eds. *Computational Methods and Experiments in Material Characterisation*, Wit Press, New Forest, UK, 2009.
3. *MODFLOW and Related Programs*, U. S. Geological Survey, Denver, CO, <<http://water.usgs.gov/nrp/gwsoftware/modflow.html>>
4. Chung T. J., *Computational Fluid Dynamics*, Cambridge U. Press, Cambridge UK., 2004
5. Crisfield M. A., *Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures: Volume 2*, John Wiley & Sons, Inc., Baffins Lane, UK, 2001.
6. Ji J., *The Finite Element Method in Electromagnetics*, John Wiley & Sons, Inc., NY, 2002.
7. Landau L. D. and Lifshitz E. M., *Theory of Elasticity*, Reed Educational and Professional Publishing Ltd., Oxford, UK, 1986.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIA  
E INGENIERÍA DE MATERIALES



MAESTRÍA EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Programa de la actividad académica **Teoría de Grupos**

Clave	Semestre 2	Créditos 8	Campo de conocimiento: Materiales Cerámicos, Materiales Complejos, Materiales Electrónicos, Materiales Metálicos y Materiales Poliméricos.			
Modalidad	Curso(X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )	Tipo	T (X)	P ( )	T/P ( )	
Carácter	Obligatorio ( ) Optativo ( X )	Horas				
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )					
Duración del programa	Semestral		Semana		Semestre	
			Teóricas 4	Teóricas 64		
			Prácticas 0	Prácticas 0		
			Total 4	Total 64		

Seriación

Ninguna (X)

Obligatoria ( )

Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	
Indicativa ( )	
Actividad académica anterior	
Actividad académica subsecuente	

Objetivo general:

El alumno aprenderá el uso de la teoría de grupos en la Ciencia e Ingeniería de Materiales, comenzando con una presentación de las bases matemáticas de la teoría de grupos y después avanzando a su uso en diversas áreas de esta disciplina.

Índice temático

	Tema	Horas semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	2	0
2	Simetría molecular y grupos de simetría	9	0
3	Representaciones de los grupos de simetría	9	0
4	La Mecánica Cuántica y la teoría de grupos	7	0
5	Combinaciones lineales	7	0

6	Teoría de Orbitales Moleculares	7	0
7	Ligand Field Theory	7	0
8	Simetría en cristalografía	8	0
9	Teoría de bandas usando teoría de grupos	8	0
Total		64	0
Suma total de horas		64	
Contenido Temático			
Tema y subtemas			
1	Introducción 1.1. Propiedades de los grupos 1.2. Subgrupos y clases		
2	Simetría molecular y grupos de simetría 2.1. Elementos y operaciones de simetría 2.2. Planos y reflexiones 2.3. Centros de inversión 2.4. Ejes y rotaciones propias e impropias 2.5. Productos de operaciones de simetría 2.6. Relaciones generales entre los elementos y las operaciones de simetría 2.7. Isomerismo óptico 2.8. Grupos puntuales 2.9. Clases de las operaciones de simetría 2.10. Procedimiento sistemático para la clasificación de la simetría de una molécula		
3	Representaciones de los grupos de simetría 3.1. Representaciones de los grupos 3.2. Gran teorema de la ortogonalidad 3.3. Tablas de caracteres 3.4. Representaciones de grupos cíclicos		
4	La Mecánica Cuántica y la teoría de grupos 4.1. Funciones de onda como bases de las representaciones irreducibles 4.2. Producto directo y su uso 4.3. Propiedades de los elementos de matriz y probabilidades de transiciones espectrales		
5	Combinaciones lineales 5.1. Operadores de proyección completos 5.2. Operadores de proyección incompletos 5.3. Construcción de combinaciones lineales de orbitales adaptadas a la simetría en una, dos y tres dimensiones y en sistemas cíclicos		
6	Teoría de Orbitales Moleculares		
7	Ligand Field Theory		
8	Simetría en cristalografía		
9	Teoría de bandas usando teoría de grupos		
Estrategias didácticas		Evaluación del aprendizaje	
Exposición		Exámenes parciales	X
Trabajo en equipo		Examen final	X
Lecturas		Trabajos y tareas	X
Trabajo de investigación		Presentación de tema	



Prácticas (taller o laboratorio)		Participación en clase	X
Prácticas de campo		Asistencia	
Aprendizaje por proyectos		Rúbricas	
Aprendizaje basado en problemas		Portafolios	
Casos de enseñanza		Listas de cotejo	
Otras (especificar)		Otras (especificar)	
Línea de investigación: Ciencia e Ingeniería de Materiales			
Perfil profesiográfico			
Grado	Maestro en Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Experiencia docente	Conocimiento en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales		
Otra característica			
Bibliografía básica:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Altman S.L., Band Theory of Solids: An Introduction from the Point of View of Symmetry, Clarendon Press, Oxford, 1991.</li> <li>2. Cotton A., Chemical Applications of Group Theory, John Wiley, 1990.</li> <li>3. Prince E., Mathematical Techniques in Crystallography and Materials Science, Springer-Verlag, 1994.</li> </ol>			
Bibliografía complementaria:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cornwell J.F., Group Theory in Physics, Vol. I, Academic Press, 1989.</li> <li>2. Cornwell J.F., Group Theory and Electronic Energy Bands in Solids, Amsterdam: North Holland, 1969.</li> <li>3. Hamermesh M., Group Theory and its Application to Physical Problems, New-York: Academic Press, 1963-1975.</li> <li>4. Nowick A.S., Crystal Properties via Group Theory, Cambridge University Press, 1995.</li> <li>5. Nussbaum A., Teoría de Grupos Aplicada para Químicos, Físicos e Ingenieros, Editorial Reverté, S.A., México, 1975.</li> <li>6. Sternberg S., Group Theory and Physics, Cambridge University Press, 1994.</li> </ol>			