

PROYECTO DE REFORMA

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA FÍSICA

Grado a otorgar

Maestro(a) en Ciencias en Ingeniería Física

Orientación del Programa

Investigación

Dependencia que presenta el Programa

Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas

"Mat. Luis Manuel Rivera Gutiérrez" Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento que Desarrolla el Programa

- 1.- Modelado
- 2.- Ciencia e Ingeniería de Materiales
- 3.- Estructura de la Materia
- 4.- Física Aplicada (Nueva)

Responsables

Dr. Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta

Director de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas

Dr. Gonzalo Viramontes Gamboa

Jefe de la División de Estudios de Posgrado

Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas

Dra. Mary Carmen y Monserrat Peña Gomar

Coordinadora de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Física

Dr. Jorge Isidro Aranda Sánchez

Coordinador del Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física

CONTENIDO

1. FUNDAMENTACIÓN DE LA REFORMA	4
1.1 ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA REFORMA	5
1.2 NORMAS DE OPERATIVIDAD DEL PROGRAMA	
1.3. ESTRUCTURA CURRICULAR Y LAS LGAC DEL PROGRAMA	
1.4. Programa de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Física	8
2. OBJETIVOS DEL PROGRAMA	10
2.1 Objetivo General	10
2.2 Objetivos Particulares	10
3. FUNDAMENTACIÓN DEL PROGRAMA	12
3.1 PERTINENCIA DEL PROGRAMA	12
3.1.1 Aspecto Social	12
3.1.2 Aspecto Institucional	
3.2 IMPACTO DEL PROGRAMA	
3.3 Demanda de Alumnos	
4. METAS	18
5. ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS	19
5.1 DURACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS	22
5.2 Estructura Curricular	
5.2 TOTAL DE CRÉDITOS A CUBRIR	
5.3. LÍNEAS DE GENERACIÓN Y APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO (LGAC)	
5.7 PERIODO DE LIQUIDACIÓN DEL PROGRAMA VIGENTE	
6. INFRAESTRUCTURA Y RECURSOS FINANCIEROS	
6.1 Espacios Físicos.	30
7. PERSONAL ACADÉMICO	37
7.1 CARACTERÍSTICAS DEL PERSONAL ACADÉMICO	42
8. PERFILES DE INGRESO Y EGRESO	43
8.1 Perfil de Ingreso	43
8.2. Perfil de Egreso.	44
9. NORMAS COMPLEMENTARIAS PARA LA OPERACIÓN DEL PRO	GRAMA
	45
9.1 Ingreso de estudiantes	47
9.2 PERMANENCIA Y SEGUIMIENTO DE ESTUDIANTES	50

9.2.1 Bajas temporales y definitivas	55
9.3 OBTENCIÓN DEL GRADO	56
9.4 PERTENENCIA Y PERMANENCIA EN EL NÚCLEO ACADÉMICO DEL PROGRAMA	59
9.4.1 El Núcleo Académico	59
9.4.2 Permanencia en el Núcleo Académico	60
9.4.3 Profesores Invitados	60
9.4.4 Derechos y obligaciones del Personal Académico del Programa	61
9.5 DIRECTOR DE TESIS, CODIRECTOR Y TUTOR	62
9.5.1 Comités Tutoriales	63
9.5.2 Codirección	63
9.6 FLEXIBILIDAD DEL PLAN DE ESTUDIOS	64
9.7 Investigación	64
9.8 Evaluación	64
9.8.1 Evaluación del personal del Núcleo Académico	64
9.8.2 Evaluación periódica del Programa	64
9.9 CASOS NO PREVISTOS	65
10. PLAN DE DESARROLLO DEL PROGRAMA	66
11. ANEXOS	73
11.1 Anexo A: Actas de Comisiones Evaluadoras	73
11.1.1 Acta del CIDEP-FCFM	
11.1.2. Acta de H. Consejo Técnico de la FCFM-UMSNH	
11.2 ANEXO B: CONTENIDO DE LAS ASIGNATURAS	
11.3 ANEXO C: REGLAMENTO DE PROTOCOLO DE TESIS Y AVANCE DE TESIS	149

1. FUNDAMENTACIÓN DE LA REFORMA

Las Ciencias Físico Matemáticas y la Ingeniería desempeñan un papel sumamente importante en el desarrollo de la tecnología actual, así como en la mayoría de las áreas del conocimiento científico relacionadas al avance y desarrollo tecnológico, como por ejemplo en las ciencias biológicas, de la salud, la ciencia de materiales, las telecomunicaciones, el desarrollo de energías alternas y sustentables, la nano y microelectrónica, entre muchas otras.

En general el desarrollo de una nación y de sus estados constituyentes requiere inevitablemente de ingenieros y científicos capacitados para resolver los problemas que su sociedad enfrenta en su día a día, México y el Estado de Michoacán de Ocampo no son la excepción a esta necesidad, por ello es de importancia fundamental que las Universidades nacionales, y en particular la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, contribuya al desarrollo de la nación mediante la formación y consolidación de grupos de investigación interdisciplinaria, así como la formación de recursos humanos de alto nivel en donde se conjugue la Físicas como ciencia fundamental para el desarrollo de tecnología y las diferentes disciplinas de la Ingeniería para así potenciar la solución adecuada y eficiente de los problemas inherentes de nuestra sociedad. Con este fin fue creado el Programa de Posgrado de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Física (MCIF) que se ofrece en la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (FCFM-UMSNH), así como su programa de continuación, el Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física.

La creación de este Programa de Posgrado a nivel Maestría fue aprobado por el H. Consejo Universitario de la UMSNH en el año 2009 y en junio del 2011 fue incluido dentro del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) otorgándole el nivel "Reciente Creación". Posteriormente, en los años 2015 y 2018, el programa fue evaluado por parte del PNPC-CONACyT con el nivel "En Desarrollo" en ambas evaluaciones. Desde su creación han egresado 14 generaciones con un total de 52 graduados al mes de marzo de 2021. En estricta concordancia con la eficiencia terminal dictada por el PNPC de CONACYT, nuestro Programa de Maestría tiene una media de eficiencia terminal del 75.6 % de estudiantes graduados dentro de los 2 ½ años considerados por el CONACyT. El porcentaje de estudiantes graduados después de 2.5 años es de 3.19 %, lo cual resulta en un porcentaje de eficiencia general del 78.79 %. Con esta base, se puede afirmar que los mecanismos de selección de aspirantes, de enseñanza académica, de asignación de proyectos de investigación y en general de seguimiento académico han llevado a un Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física exitoso, capaz de cumplir los estándares impuestos por el CONACyT en su corta edad. Actualmente se cuenta con una población estudiantil de 17 estudiantes de maestría inscritos al programa, 15 de ellos becados por el CONACyT. De la población total de estudiantes que han o están cursado la maestría, el 7 % son extranjeros. Por lo tanto se confirma que el Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física ha sido de interés tanto de estudiantes nacionales como de otros países.

El Plan de Estudios de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Física ha presentado dos reformas a lo largo de su historia. La primera de ellas fue realizada en el año 2015 y la segunda en el 2018. En ambas reformas se realizaron cambios que respondieron a las siguientes necesidades:

- i. Actualizar los contenidos y normativas académicas de los cursos.
- ii. Actualizar las normas de operación interna del programa.
- iii. Actualizar el programa de estudios a los nuevos reglamentos internos de la UMSNH, particularmente el Reglamento General para los Estudios de Posgrado, y a las nuevas actualizaciones para estudios de posgrado dictaminadas por la Secretaría de Educación Pública.
- iv. Atender todas y cada una de las recomendaciones emitidas en las evaluaciones que ha tenido el programa para su ingreso y permanencia dentro del PNPC-CONACYT.

La presente reforma responde nuevamente a las observaciones y recomendaciones realizadas por la última evaluación del PNPC-CONACYT 2018. Además, como parte del Plan de Desarrollo del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física, está proyectado revisar al Programa cada cuatro años y se está llegando al tercer periodo de revisión. Por lo que es necesario implementar una reforma del programa, no solo con el fin de seguir el Plan de Desarrollo sino además para cumplir con otros objetivos tales como su reevaluación en el PNPC del CONACYT y su adecuación para conectarse sólidamente con el Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física que se desarrolla en la FCFM-UMSNH, el cual dio inicio en el año 2014, ingresando al PNPC en 2015 como "Reciente Creación" y actualmente pertenece al PNPC del CONACYT con el nivel "En Desarrollo", que le fue otorgado en su segunda evaluación en el año 2020.

La revisión del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física condujo de manera natural a un Proyecto de Reforma en el que se está planteando que el Programa se establezca firmemente como un Programa de Posgrado que prepare al egresado para poder incorporarse inmediatamente al mercado laboral si así lo desea o para continuar con sus estudios de doctorado en el Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física de la FCFM-UMSNH o en algún otro Programa de Doctorado afín.

1.1 Aspectos Fundamentales de la Reforma

La presente reforma se fundamenta en la necesidad de incluir, actualizar y reestructurar en el Programa de Estudios de la MCIF la siguiente información:

- i. Actualizar el plan de estudios
- ii. Atender todas y cada una de las observaciones que le fueron hechas al programa de la MCIF por parte de los evaluadores en su anterior evaluación del PNPC-CONACyT, realizada en el 2018, para que en su siguiente evaluación que se llevará a cabo el 2021, se cumpla con los indicadores para su continuación y permanencia.
 - a) Se ha incrementado sustancialmente el número de profesores del Núcleo Académico miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SNI).
 - b) Se crea una nueva Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento: Física Aplicada.
- iii. Mantener actualizado el Programa Reformado acorde a las nuevas normativas que en los últimos años han implementado tanto la Secretaria de Educación Pública como la misma UMSNH. Particularmente se ha incluido:
 - a) La normativa del acuerdo número 17/11/17 de la SEP, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 13 de noviembre de 2017, por el que se establecen los trámites y procedimientos relacionados con el reconocimiento de validez oficial de estudios del tipo superior.
 - b) Por parte de la UMSNH debe reformarse el programa en armonía con el Reglamento General de Estudios de Posgrado que entró en vigor el 27 de junio de 2017 y que fue publicado en la Gaceta Nicolaita, así como la Guía para la Elaboración y Presentación de los Proyectos de Creación y Reforma de Programas de Posgrado, publicada en diciembre de 2018.
- iv. Implementar normativas y directrices para asignar un Tutor de seguimiento no académico en la MCIF a los estudiantes, orientado a asegurar la atención y guía personalizada, individual y permanente al estudiante con el objetivo de disminuir las tazas de deserción escolar a nivel posgrado.
- v. Actualizar todos los cambios al plan de estudios y a las Reglas Internas de Operatividad de la MCIF que la comunidad de Profesores Investigadores que sustentan el Núcleo Académico ha considerado como convenientes y necesarias para mejorar la calidad académica de los recursos humanos formados en este programa.

- vi. Adecuar el programa de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Física para conectarse sólida y armoniosamente con el Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física que se desarrolla en la FCFM-UMSNH, el cual dio inicio en el año 2014, actualmente pertenece al PNPC del CONACYT con el nivel En Desarrollo y fue reformado recientemente, siendo aprobada su reforma por el H. Consejo Universitario en febrero de 2021. El programa de Doctorado ha sido creado y reformado como un programa de continuidad de la Maestría.
- vii. Se han implementado en la reglamentación interna mecanismos para incentivar la participación de los estudiantes en proyectos de aplicación industrial o estancias en centros de investigación o de desarrollo de tecnología, así como despachos de consultoría-investigación.
- viii. Se han implementado normas y reglamentos para fomentar acciones de vinculación tanto de los estudiantes como de su profesorado con otras instituciones tanto académicas como del sector productivo.
- ix. Se implementan mecanismos para asegurar el aumento idóneo de la matrícula cuidando el perfil de ingreso de los aspirantes.
- x. Preparar el programa para su siguiente evaluación para su permanencia en el PNPC-CONACyT

La Reforma al Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física gira alrededor de los siguientes tres ejes principales:

1.2 Normas de operatividad del Programa

Entre los cambios principales que se han hecho, podemos destacar lo siguiente:

- Se han armonizado las reglas para conformar y permanecer al Núcleo Académico de acuerdo con el nuevo Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UMSNH.
- Dando seguimiento a las observaciones hechas en la anterior evaluación del PNPC, se ha creado la nueva LGAC "Física Aplicada".
- Se han implementado y actualizado algunas normas de operación interna, exclusivas a este programa de posgrado, en relación con la forma en que se llevará a cabo la participación de los miembros del Núcleo Académico en las labores de Administración y Gestión Académica del programa.

1.3. Estructura curricular y las LGAC del programa

• Para tener mejor consistencia con la continuación natural del programa de Maestría hacia el Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física, se han agregado 2 asignaturas básicas y 3 asignaturas optativas nuevas. Estos cambios y actualizaciones

se realizaron con el objetivo de fortalecer la relación entre asignaturas básicas y optativas con las líneas de investigación contenidas en las LGAC que se desarrollan tanto en el Programa de Maestría como en el de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física.

- De acuerdo con la investigación desarrollada por el personal académico que participa en el Programa, se ha agregado a las ya existentes una nueva LGAC denominada "Física Aplicada". La nueva línea tiene como objetivo principal que en el posgrado se desarrollen trabajos de investigación y tesis directamente orientadas al desarrollo de nuevas tecnologías, quedando el conjunto de LGAC con la siguiente lista:
 - 1. Modelado
 - 2. Ciencia e Ingeniería de Materiales
 - 3. Estructura de la Materia
 - 4. Física Aplicada

1.4. Programa de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Física

Como puede verse de la discusión previa, los tres ejes están cercanamente relacionados entre sí y cada uno por si solo puede justificar la reforma planteada. Con el objetivo de comparar los cambios que se tienen en el presente proyecto reformado con respecto al Programa vigente presentamos el cuadro comparativo de la Tabla 1.1:

Tabla 1.1 Cuadro comparativo.

Aspecto	Programa vigente	Nuevo Programa	
Líneas de Generación y	Contiene tres	Cuatro líneas (Se	
Aplicación del Conocimiento		incluye una línea nueva)	
		llamada Física Aplicada.	
Estructura del Plan de	El número de	La estructura curricular	
Estudios	asignaturas son 34 en	se modifica. Se agregan	
	total. 8 asignaturas	dos asignaturas Básicas	
	Básicas y 26 Optativas.	y 3 asignaturas	
		Optativas.	
		Las asignaturas Básicas	
		que se integran son:	
		que se integran son.	
		1. Introducción a la	
		Ingeniería Física.	
		2. Métodos	
		Numéricos.	
		Las materias Optativas	
		que se incluyen en el	
		programa son:	
		1. Óptica	
		Optica Electromagnética.	
		2. Síntesis de	
		2. Sintesis de Películas	
		Delgadas.	

		3. Tecnología de Plasmas y vacío.
Personal Académico	No. de profesores: 19 El porcentaje de profesores del NAB miembros del SNI fue del 84%, cuya distribución en niveles fue la siguiente: 11% con Nivel 3, 26% con Nivel 2, 42 % con Nivel 1 y 5 % con Nivel Candidato.	El personal académico que participa creció a 20 profesores miembros del NAB, los cuales desarrollan al menos una de las LGAC del Programa. El porcentaje de profesores del NAB miembros del SNI es del 85%, cuya distribución en niveles es la siguiente: 10% con Nivel 3, 25% con Nivel 2, 45% con Nivel 1 y 5% con Nivel Candidato.
Normas Complementarias de Operatividad del Programa	Algunas obsoletas. Existen, pero deben ser reacondicionadas.	Se mejoran y se agregan varias. Se establecen con mayor claridad las reglas para pertenecer al Núcleo Académico Básico y para ser Coordinador del Programa.

2. OBJETIVOS DEL PROGRAMA

2.1 Objetivo General

Formar recursos humanos que desarrollen labores de investigación haciendo uso del modelado, la experimentación, el análisis y la síntesis de resultados; con facultades para proponer aplicaciones tecnológicas, para ofrecer soluciones a problemas de ingeniería o para continuar sus estudios de doctorado en un área afín.

2.2 Objetivos Particulares

- 1. Impactar tanto a nivel regional como nacional en la solución a los problemas relacionados con desarrollos tecnológicos y científicos que puedan surgir tanto en la ciencia y la industria como en la sociedad en general. También se busca que los egresados del Programa lleguen a incidir en la solución de problemas mediante propuestas innovadoras en donde la interdisciplinariedad es un requisito indispensable.
- 2. Que la Universidad Michoacana incremente su vinculación con los sectores productivos y de servicios para alcanzar un mayor impacto social.
- 3. Formar maestros con conocimientos especializados, habilitados para la aplicación y para la solución de problemas en Ciencia e Ingeniería y para la innovación en alguna de las siguientes áreas:
- a) Modelado
- b) Ciencia e Ingeniería de Materiales
- c) Estructura de la Materia
- d) Física Aplicada
- 4. Formar científicos especializados que puedan incorporarse al mercado laboral y a instituciones de investigación y de enseñanza superior, capaces de generar nuevos conocimientos y de transmitirlos.
- 5. Formar maestros en ciencias cuyo desempeño contribuya al desarrollo social, tecnológico, industrial o ambiental de su entorno mediante el desarrollo de proyectos interdisciplinarios y/o vinculados con la industria del país.

3. FUNDAMENTACIÓN DEL PROGRAMA

El Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física cumplirá once años de operación en septiembre de 2021, al año de iniciar sus actividades obtuvo la distinción de pertenencia al PNPC-CONACYT. Como ya se mencionó antes, este Programa de Posgrado ostenta la categoría de Programa en Desarrollo, sin embargo, buscamos, con base en argumentos sólidos, que nuestro Programa acceda al siguiente nivel que sería Consolidado. Entre los principales argumentos que se tienen citamos los siguientes:

- i. El Programa a marzo de 2021 tiene en su historia la formación de 52 Maestros en Ciencias en Ingeniería Física (estudiantes graduados de acuerdo con el estándar de PNPC-CONACYT).
- ii. El Programa ostenta una eficiencia terminal promedio del 75.6 % (en estricta concordancia con los estándares del PNPC-CONACYT).
- iii. El 95 % de los egresados de nuestro programa de maestría se encuentran trabajando en el sector académico o están realizando estudios de doctorado en diferentes instituciones del país o del extranjero.
- iv. Todos los miembros del NAB del Programa poseen el grado de Doctor en Ciencias, el 85 % de los miembros del NAB pertenecen al SNI, de los cuales el 10 % son Nivel III, el 25 % son Nivel II, el 45 % son Nivel I y el 5 % es Nivel Candidato.
- v. La UMSNH ofrece la formación integral a nivel posgrado en Ingeniería Física, pues el presente programa de maestría esta complementado con el de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física, ofreciendo la formación completa en esta área del conocimiento.
- vi. Se cuenta con una infraestructura material y humana completa e integral, que incluye aulas, laboratorios, personal administrativo, de apoyo y académico capacitado para la adecuada formación de los Maestros en Ingeniería Física formados en el programa.

3.1 Pertinencia del Programa

3.1.1 Aspecto Social

El desarrollo científico y de la sociedad misma en las últimas décadas ha sido testigo de grandes cambios y nuevas tendencias en lo que se refiere a la evolución en el desarrollo de tecnología derivado de la aplicación del conocimiento científico interdisciplinario aplicado a la solución de problemas de impacto social a corto, mediano y largo plazo. En este sentido, el Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física busca contribuir al desarrollo social en el corto, mediano y largo plazo a través del estudio de diversos tópicos, en los que los estudiantes ya graduados han desarrollado sus tesis, tales como:

- i. El crecimiento y estudio de recubrimientos para el desarrollo de dispositivos fotovoltaicos.
- ii. El comportamiento de dinámica poblacional y los factores que la modifican o determinan.
- iii. El estudio, entendimiento y caracterización tanto teórica como experimental de las propiedades físicas de diversos materiales y sus aplicaciones.
- iv. El monitoreo de procesos físicos, químicos y biológicos a través de dispositivos ópticos y sus aplicaciones.
- v. Aplicaciones de sistemas dinámicos y caos en sistemas biológicos.
- vi. El estudio de la interacción de radiación con la materia orientado a las aplicaciones biomédicas.
- vii. El estudio fenomenológico de las estructuras fundamentales de la materia mediante física computacional (simulaciones numéricas) y sus posibles aplicaciones en ingeniería o medicina.
- viii. El estudio numérico y por simulación computacional de materiales avanzados.
- ix. El estudio fisicoquímico de fluidos e interfaces aplicado al desarrollo de procesos metalúrgicos.
- x. La caracterización y estudio numérico de líquidos iónicos.

La experiencia acumulada en los 11 años de operación del programa de maestría, muestran que un número considerable de estudiantes provenientes de diversas licenciaturas en ingenierías, así como ciencias básicas, buscan una alternativa para encausar sus inquietudes de superación académica para especializarse en la aplicación de sus conocimientos adquiridos con el objeto de coadyuvar a la solución de problemas como los anteriormente planteados. Desafortunadamente, hasta el año 2009 no existía en Michoacán, ni en el occidente de México, una maestría que cubriese sus expectativas. Esto obligaba a que algunos de ellos emigrasen o, peor aún, interrumpían su crecimiento académico, trayendo como consecuencia la falta de recursos humanos adecuadamente preparados y la consiguiente necesidad de importarlos. Esta necesidad llevó a la creación del programa de Maestría, que gradualmente se está consolidando, incrementando su infraestructura material, incrementando el número de investigadores activos que la sustentan, e incrementando gradualmente el número de tesis y proyectos realizados hacía las aplicaciones y solución de problemas que atañen a la Física aplicada.

La UMSNH, como parte integrante de nuestra sociedad, no es ajena a las transformaciones que ella experimenta, más aún, es responsable de estar en permanente alerta a estos cambios con el fin de formar cuadros especializados, capaces de enfrentarlos y aprovecharlos en beneficio de la mayor cantidad de gente posible. Para esto, se ha hecho necesaria la creación de posgrados como el Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física.

La Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la UMSNH ya ha dedicado buena parte de sus recursos al desarrollo y aplicación de la ciencia y la tecnología con este posgrado desde el año 2010, pues a través de este Programa de Maestría se han generado recursos con proyectos de ciencia básica o de innovación tecnológica y con programas de mejora institucional, los cuales han logrado impactar en las actividades científicas, académicas, sociales y económicas del país.

Es indudable que esta maestría permite a nuestra Universidad incrementar su calidad académica y su vinculación (extensión universitaria) y, en general, tener un mayor impacto social y una más amplia proyección hacia el futuro.

Horizonte laboral del egresado

El egresado podría laborar en empresas como la Comisión Nacional del Agua, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, la Comisión Federal de Electricidad (CFE), Petróleos Mexicanos (PEMEX), el Instituto de Investigaciones Eléctricas, el Instituto Mexicano del Petróleo, Industrias Metal-Mecánicas, así como en Empresas Prestadoras de Servicios, incluso trabajando desde la parte académica para seguir fomentando la formación de recursos humanos de alta calidad junto con la solución de problemas en donde la ingeniería y la física puedan ser un factor determinante para el entendimiento de los mismos.

El egresado también podrá impartir cursos en el área de su formación en cualquier institución de educación superior. Una de las fortalezas que tiene el presente Proyecto de Reforma es que el Programa dará al egresado una formación sólida para continuar, si así lo desea, en el Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física o en Posgrados afines, o incorporarse a proyectos de investigación ya existentes. Se distinguirá sustancialmente por su formación académica orientada a las aplicaciones. Cabe resaltar que alrededor del 95 % de los estudiantes graduados de este Programa continúan desarrollando sus estudios de doctorado en instituciones mexicanas o extranjeras.

3.1.2 Aspecto Institucional

En los últimos 30 años, la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo ha logrado consolidar programas de licenciatura, como Físico-Matemáticas (actualmente acreditado por el CAPEF), Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Química, Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica y Biología, algunos de los cuales están considerados como de excelencia. Esto se demuestra con la aceptación de los egresados a posgrados en otras instituciones, nacionales e internacionales o en su incorporación a instituciones de otra índole, tales como la industria o el sector gobierno. Algunos de los egresados, al concluir sus posgrados, se han colocado como profesores o investigadores en instituciones de prestigio, tanto en universidades como en instituciones de los sectores público o privado en México y en el extranjero. En el período

mencionado, la planta docente de las dependencias mencionadas y otras, han conformado grupos de investigación en las áreas de Ingeniería, Física, Matemáticas Aplicadas y Biotecnología. La madurez académica de los profesores-investigadores que conforman estos grupos permite y demanda la existencia de un programa de posgrado cuya finalidad sea la de formar recursos humanos especializados. Las condiciones para darle continuidad a esta maestría son adecuadas y apropiadas, pues se cuenta con el número de profesores-investigadores suficiente, así como con la infraestructura adecuada, tal como se muestra en los capítulos 6 y 7 de este documento.

Con respecto a la existencia de otros posgrados similares, podemos decir que en los estados de Michoacán, Guanajuato, Jalisco, Colima, Guerrero y Estado de México no existe un programa de posgrado que sea similar al que tenemos. A la fecha sólo se ofrecen licenciaturas en Ingeniería Física en Guanajuato, San Luis Potosí, Ciudad de México, Yucatán y Chihuahua. De los posgrados existentes, ninguno tiene la estructura planteada en este proyecto. El programa de posgrado más cercano o similar al presente lo ofrece la Universidad Autónoma de Nuevo León: Maestría y Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física Industrial.

3.2 Impacto del Programa

El Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física ha tenido un impacto social importante debido, principalmente, a que un buen número de estudiantes egresados del Programa de Licenciatura en Ciencias Físico Matemáticas de la FCFM-UMSNH ha ingresado de manera constante a dicha maestría. Es naturalmente un Programa con una conexión importante respecto a dicho Programa de Licenciatura, el cual está acreditado por el CAPEF desde noviembre de 2017. Sin embargo, no sólo recibimos estudiantes de la FCFM-UMSNH sino también estudiantes egresados de distintas carreras de ingeniería tanto del país como del extranjero. Prácticamente todos nuestros estudiantes egresados han conseguido trabajo en el ámbito académico o están realizando estudios de doctorado en programas de posgrado afines, diferentes al Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física, siendo aceptados sin ningún problema, y pudiéndose desarrollar en igualdad de condiciones con otros estudiantes del país y del extranjero.

Las tesis de maestría que se han desarrollado en la Maestría en Ciencias en Ingeniería Física han impactado primordialmente en la implementación o búsqueda de aplicaciones en base a la generación de conocimiento original. Los ámbitos cubiertos por estas van desde la caracterización de materiales, el estudio de propiedades físicas de materiales, el modelado de distintos procesos para resolver problemas sociales, el desarrollo de algoritmos computacionales para simulación de procesos físicos a escalas macroscópicas y microscópicas, la adaptación de algoritmos computacionales, el estudio de rayos X y rayos

Gamma para caracterización de estructuras y sus posibles aplicaciones a medicina, el desarrollo e implementación numérica como puesta a prueba de modelos teóricos de física molecular, el estudio de metamateriales, el estudio físicoquímico de interfaces aplicado al desarrollo de procesos metalúrgicos, etc. Todo esto ha abierto una nueva senda de estudio para estudiantes de ingeniería, de física y de matemáticas con inquietudes de profundizar en el conocimiento de la física, pero con especial énfasis en las aplicaciones de ésta. De este modo, el Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física ha logrado posicionar el estudio de la física y sus aplicaciones como líneas de generación de conocimiento que se desarrollan al más alto nivel en el Estado de Michoacán y en el País.

3.3 Demanda de Alumnos

De acuerdo con el registro de ingreso al Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física, los estudiantes que ingresan provienen no solo de las licenciaturas en Ciencias Físico Matemáticas, Física y Matemáticas, sino también de distintos programas de Ingeniería de nivel licenciatura. El porcentaje de estudiantes que provienen de ingenierías se puede visualizar en la tabla 2.1. En promedio, el historial de ingreso se cuantifica en 33 % de alumnos provenientes de diversas ingenierías nacionales y extranjeras, y el otro 67 % proveniente de licenciaturas de ciencia básica. Esto indica que existe un interés en un programa de posgrado en Ingeniería Física, no solamente de los egresados de licenciaturas en Ciencias Físico Matemáticas, sino también de los egresados de licenciaturas en Ingenierías. Por lo tanto, es de esperarse que en las siguientes generaciones siempre haya un porcentaje considerable de estudiantes de esta Maestría provenientes de las Ingenierías.

Tabla 3.1. Porcentaje de estudiantes de ingeniería inscritos al Programa por generación.

Generación	Porcentaje de estudiantes del área de
	ingeniería inscritos al
	Programa
Primera	50%
Segunda	50%
Tercera	50%
Cuarta	33%
Quinta	45%
Sexta	50%
Séptima	0%
Octava	0%
Novena	0%
Décima	80%
Décima Primera	60%
Décima Segunda	0%
Décima Tercera	66%
Décima Cuarta	33%
Décima Quinta	20%
Décima Sexta	0%
Décima Séptima	50%
Décima Octava	20%

Con base en la estadística de registro de ingreso a la Maestría en Ciencias en Ingeniería Física, el número promedio de estudiantes graduados por año de este programa es de 5.2; entre los cuales hemos recibido principalmente estudiantes del Estado de Michoacán. No obstante, también hemos recibido estudiantes de la Ciudad de México, del Estado de México, de Chiapas, de Guanajuato, de San Luis Potosí. Por otro lado, el impacto del posgrado en el extranjero se ve reflejado con el ingreso de estudiantes de Colombia, Cuba, y de la República Democrática del Congo. Actualmente, el Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física históricamente se han inscrito un total de 84 estudiantes inscritos, de los cuales 6 son estudiantes extranjeros; esto representa el 7.14 % de la matrícula actual del Programa. A futuro se seguirán manteniendo las estrategias de publicidad y reclutamiento de estudiantes para que la matrícula actual por generación se mantenga o aumente.

4. METAS

Con la presente reforma se espera cumplir las siguientes metas

- I. Para la evaluación de pertenencia al PNPC que el CONACyT aplicará la MCIF en el año 2021 se tiene como meta obtener el nivel "Consolidado".
- II. Actualmente en promedio el ingreso histórico por generación semestral del programa de maestría ha sido de 4.9 estudiantes. Para el año 2024 se tiene como meta aumentar la matrícula promedio de nueva inscripción a 6 estudiantes por semestre o mayor, que, aunque es una maestría de números pequeños, en términos porcentuales es un aumento del 22 % o superior. Se plantea lograr este objetivo dedicando más recursos a actividades publicitarias del posgrado por medios ordinarios, como publicación de carteles y trípticos virtuales e impresos, así como mediante la asistencia a congresos en donde los estudiantes y profesores den a conocer a la comunidad interesada el trabajo de investigación realizado en el programa, así como en escuelas y facultades impartiendo conferencias por parte de los miembros del Núcleo Académico.
- III. Para el año 2024 consolidar la infraestructura de los laboratorios de "Dispositivos Semiconductores" y "Vibraciones y Acústica". Particularmente el laboratorio de Dispositivos Semiconductores es de nueva creación, se gestionarán recursos financieros mediante la aplicación de proyectos de investigación para consolidar gradualmente su infraestructura.
- IV. Mantener mínimamente, y de ser posible aumentar, el número de profesores que sustentan el Núcleo Académico de la Maestría, gestionando la incorporación de nuevos profesores investigadores que sustituyan a aquellos que de forma natural se van jubilando.
- V. Para el 2024 consolidar la nueva Línea de Generación y Aplicación del conocimiento "Física Aplicada" mediante el desarrollo de trabajos de Investigación donde los conocimientos adquiridos por los estudiantes sean utilizados para el desarrollo de tecnología nueva, la solución de problemas complejos en el ámbito del desarrollo social, como lo son por ejemplo el sector salud, desarrollando tesis aplicadas a este sector, o bien el desarrollo de dispositivos sustentables, aplicaciones y desarrollo de dispositivos de energía alterna, desarrollo de librerías y aplicaciones para la solución de diversos problemas fundamentales y aplicados en el ámbito de la física y la ingeniería.
- VI. Para el 2024/2025 incrementar la productividad, vinculación, matrícula, capacidad académica de los egresados, y número de profesores pertenecientes al SNI de los investigadores participantes para que en la cuarta evaluación PNPC que tendrá la maestría se logre mantener el nivel "Consolidado" o en su caso, obtener el nivel "Competencia Internacional".

5. ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS

El programa del plan de estudios de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Física tiene una Modalidad Educativa escolar presencial. El ingreso al Programa de la MCIF es semestral y los estudiantes podrán iniciar su programa de estudios en el ciclo escolar que empieza en marzo o en el ciclo escolar que empieza en septiembre de cada año. Los ciclos escolares son así, semestrales, con una duración de 16 semanas. La duración total regular del programa académico es de dos años (4 semestres), siendo el tiempo mínimo para cubrir el programa también dos años (4 semestres), y el tiempo máximo tres años (6 semestre). Para su operación, el programa opera por materias valoradas en créditos.

Como requisito y filtro académico principal para la selección de los estudiantes que ingresan la maestría se tienen los siguientes:

- Tener un grado de licenciatura afín a la Maestría en Ciencias en Ingeniería Física. Entre otras las licenciaturas en Física, Matemáticas, Química, Ingeniería Física, Ingeniería Química, Civil, Mecánica, Electromecánica, Comunicaciones, Sistemas Computacionales, Tecnología de la Madera, Ingeniería Nuclear, Ingeniería en Ciencias de Materiales, Biofísica, etc.
- ii. Cursos propedéuticos. El programa contempla la impartición de cursos propedéuticos como requisito de ingreso a la Maestría, con duración de 135 h, que se impartirán una vez al año, en los meses de mayo a julio y que cubren sin efectos de acumulación de créditos para el programa de maestría los siguientes temas a nivel licenciatura:
 - 1. Tópicos Selectos de Física.
 - 2. Tópicos Selectos de Matemáticas.
 - 3. Tópicos Selectos de Ingeniería Física.

Los cursos propedéuticos están dirigidos a todos los aspirantes a ingresar a la Maestría, sin embargo no tienen un carácter de obligatoriedad. Los estudiantes que aprueben los cursos propedéuticos y cumplan con todos los requisitos de ingreso serán aceptados al programa.

iii. Examen de admisión. Alternativamente también se puede ingresar al programa si se aprueba un examen de admisión de conocimientos, cuyo contenido cubre los temas vistos en los cursos propedéuticos. Este examen se aplicará al término de los cursos propedéuticos la última semana anterior al inicio del periodo vacacional de verano.

Los estudiantes egresados de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de UMSNH con un promedio de 8.0 o superior, en escala de 0 a 10, que soliciten el ingreso al programa

serán aceptados de forma directa, sin necesidad de presentar y aprobar ni los cursos propedéuticos ni el examen de admisión.

El estudiante una vez aceptado al Programa deberá de cursar los cuatro semestres que contempla el Programa. El estudiante seguirá el siguiente organigrama de inscripción, guiándose para ello en las asignaturas de la Tabla 5.1:

- 1. *Inscripción a primer semestre*: El alumno se inscribirá a 4 materias básicas. Entre ellas la materia de clave "B0" es de carácter obligatorio, las otras 3 son flexibles.
- 2. *Inscripción a segundo semestre*: El alumno se inscribirá a 3 materias, ude las cuales mínimamente una debe ser básica de clave "B". Las otras dos pueden ser optativas de clave "O" o más básicas de clave "B". Ninguna de estas 3 materias es rígida, son materias flexibles y el estudiante seguirá la guía de su Director de tesis y los miembros de su Comité Tutorial para decidir a que materias inscribirse.
- 3. *Inscripción a tercer semestre*. El estudiante se inscribirá únicamente a una materia, que puede ser optativa o básica, bajo la guía académica de su director de tesis y Comité Tutorial. Además se inscribirá a Seminario de Tesis I y a Seminario de Investigación I.
- 4. *Inscripción a cuarto semestre*. El estudiante se inscribirá a Seminario de Tesis II y a Seminario de Investigación II.

El diseño curricular del programa es flexible: de las 5 asignaturas Básicas de clave B que el estudiante debe cursar, una es "Introducción a la Ingeniería Física" de clave "B0", y otras cuatro materias de clave "B" a elegir, donde cada una de éstas cuatro materias debe corresponder a cada una de las cuatro Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento del Programa. Las 3 materias restantes podrán ser asignaturas Optativas clave O, para finalizar con materias de Seminario con clave S. Así el número de materias a cursar en este posgrado es invariablemente 8 (ocho materias), siendo este simultáneamente el número mínimo y a la vez el número máximo. A estas materias se le sumarán los Seminarios de Tesis I y II y los Seminarios de Investigación I y II.

El estudiante seleccionará las asignaturas a cursar bajo la guía y en común acuerdo con su Director de Tesis y su Comité Tutorial, teniendo siempre como guía que las materias seleccionadas garanticen la adecuada formación en los fundamentos de Física y Matemáticas, tomando en cuenta que todo estudiante egresado de este Posgrado, sin excepción, debe de tener un dominio consolidado a nivel Posgrado de Matemáticas Avanzadas, Mecánica Clásica, Electromagnetismo y Mecánica Cuántica.

Tabla 5.1. Asignaturas Básicas y Optativas de la MCIF.

Básicas	Clave		
Introducción a la Ingeniería Física	B0		
Matemáticas Avanzadas	B1		
Mecánica Clásica y del Medio Continuo	B2		
	B3		
Electromagnetismo Física Cuántica	B4		
	B5		
Electrodinámica y Radiación Estructura de la Materia	B6		
Termoestadística	В7		
Ciencia e Ingeniería de Materiales Métodos Numéricos	B8		
	В9		
Optativas Mecánica de Fluidos	01		
	01		
Fenómenos de Transporte Elementos Finitos	O2		
	O3		
Elementos de Frontera	04		
Fenómenos Críticos	05		
Dinámica no-Lineal y Caos	06		
Ecuaciones Diferenciales Aplicadas	07		
Optica F. / C. i.l.	08		
Fenómenos Interfaciales	09		
Electroquímica	010		
Laboratorio de Óptica	011		
Física del Estado Sólido	012		
Introducción al Magnetismo y Materiales Magnéticos	013		
Técnicas de Síntesis de Nanoestructuras	014		
Cristales Fotónicos y Metamateriales	O15		
Propiedades Físicas de Materiales	016		
Detectores de Radiación Ionizante	O17		
Instrumentación	O18		
Simulación de Interacción de Muchos Cuerpos	O19		
Interacción Radiación-Materia	O20		
Física Radiológica	O21		
Espintrónica	O22		
Óptica Electromagnética	O23		
Síntesis de Películas Delgadas	O24		
Tecnología de Plasma y Vacío	O25		
Curso Especial I	O26		
Curso Especial II	O27		
Seminarios			
Seminario de Tesis I	S1		
Seminario de Investigación I	SI1		
Seminario de Tesis II	S2		
Seminario de Investigación II	SI2		

Los contenidos de las asignaturas de los Cursos Especiales I y II, así como los requisitos académicos necesarios para cursarlos, deberán ser propuestos por el profesor interesado en impartirlos y presentados por escrito al Consejo Interno de Posgrado solicitando su análisis y aprobación. Estos dos cursos especiales tienen como objetivo

principal contar con un espacio académico en el que los investigadores puedan impartir tópicos de interés muy particular o avanzado a los estudiantes que tiene bajo su responsabilidad formar académicamente. También pueden ser cursos que el estudiante tome en instituciones académicas o científicas externas a la UMSNH.

El Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado determinará las asignaturas Básicas y Optativas que se ofrecerán cada semestre, tomando en cuenta la opinión de los Directores de Tesis y los intereses de los alumnos.

5.1 Duración del Plan de Estudios

La duración regular del Programa del Maestría en Ciencias en Ingeniería Física es de cuatro semestres (dos años). La duración de cada semestre es de 16 semanas efectivas de clase por semestre. Las materias Básicas y Optativas contemplan 4 horas/semana de Docencia y 9 horas/semana de trabajo individual por parte del estudiante. Las asignaturas de Seminarios contemplan 2 horas/ semana de Docencia y un promedio de 29 horas/semana para trabajo individual.

Los alumnos inscritos en el programa deberán dedicarse de tiempo completo a sus estudios. Este compromiso por parte del estudiante deberá expresarse mediante oficio escrito dirigido al director de la Facultad con firma autógrafa y debe ser honrado éticamente, su incumplimiento será motivo suficiente para causar baja definitiva del programa. En caso de ser becario CONACyT el estudiante y el Programa de Posgrado se apegarán de manera irrestricta al Reglamento General de Becas del CONACyT.

Acorde al RGEP-UMSNH vigente, en caso de que el estudiante no culmine sus estudios de forma regular en 4 semestres, éste pasará considerarse en un estado de Extemporáneo y la Universidad sólo le permitirá graduarse dentro de los dos semestres siguientes posteriores a los 4 semestres regulares. Pasado ese periodo, el estudiante quedará dado de baja de forma definitiva del programa de estudios.

5.2 Estructura Curricular

Todos los estudiantes inscritos la Maestría seguirán el mapa curricular básico indicado en la Tabla 5.2, donde se muestra la secuencia de asignaturas que el estudiante deberá de cubrir durante los 4 semestres que contempla el Programa. En el primer semestre los estudiantes se inscribirán a cuatro materias básicas, tres de las cuales serán elegidas en común acuerdo con el Director de Tesis, siendo cada una de ellas asociada a una LGAC diferente. Todos los estudiantes de nuevo ingreso deberán inscribirse a la materia de Introducción a la Ingeniería Física, que se considera formativa y no está asociada a ninguna LGAC en particular.

Tabla 5.2. Mapa curricular y créditos del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física.

CICLO	MATERIAS	CLAVE	SERIACIÓN	HORAS/SEMANA/MES		CRÉDITOS	Suma de
				*DOCENCIA	**INDIVIDUAL	1	créditos por semestre
PROPEDÉU- TICO	Tópicos Selectos de Física, Matemáticas e Ingeniería	СР		15	15	0	
PRIMER SEMESTRE	Introducción a la Ingeniería Física	В0		4	9	13	
	Asignatura Básica	В		4	9	13	52
	Asignatura Básica	В		4	9	13	32
	Asignatura Básica	В		4	9	13	
SEGUNDO	Asignatura Básica	В		4	9	13	39
SEMESTRE	Asignatura Básica/Optativa	B/O		4	9	13	
	Asignatura Básica/Optativa	B/O		4	9	13	
TERCER	Asignatura Básica/Optativa	B/O		4	9	13	40
SEMESTRE	Seminario de Tesis I	S1		2	23	25	
	Seminario de Investigación I	SI1		2		2	
CUARTO SEMESTRE	Seminario de Tesis II	S2	S1	2	36	38	40
	Seminario de Investigación II	SI2	SI1	2		2	
	171 créd	litos				SUMA 171	171

^(*) Docencia: son las horas de trabajo teórico o práctico bajo la conducción de un profesor cuyo reflejo en el plan de trabajo corresponde a las horas frente a grupo.

Las actividades de Docencia relacionadas al trabajo teórico o práctico bajo la conducción de un profesor, se puede llevar a cabo en aulas, en los laboratorios experimentales, en el laboratorio de cómputo o en espacios de investigación con los que cuenta el Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física, otros de la UMSNH, o en centros de investigación o instituciones académicas en donde el estudiante esté realizando estancias de vinculación o de colaboración académica. En el caso de materias Optativas o en situaciones de movilidad, las materias se impartirán en la dependencia o institución de educación superior en donde se ejecute la movilidad.

5.2 Total de Créditos a Cubrir

En estricto apego con el Acuerdo No. 17/11/17 de la Secretaría de Educación Pública, que fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 13 de noviembre del 2017, se deben otorgar 0.0625 créditos por cada hora efectiva de actividad de aprendizaje, bajo la conducción de un docente o de manera independiente. De este modo, el plan de estudios del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física consta de 171 créditos. Un alumno inscrito en

^(**) Individual: son las horas de trabajo que realiza el estudiante en actividades tales como: tareas, congresos, prácticas, discusión de artículos, discusión de resultados, escritura de artículos, preparación de ponencias, etc.

el Programa no debe rebasar idealmente cuatro semestres, sin embargo, de requerirlo podrá inscribirse en un quinto semestre sin acceso a créditos.

5.3. Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC)

Las LGAC que se desarrollan en el Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física se sustentan con los profesores miembros del Núcleo Académico que participan en dicho programa, debido a que éstas LGAC forman parte, en un contexto general, de las líneas de investigación que los mismos investigadores tienen registradas en PRODEP. Atendiendo a las sugerencias que en la evaluación del PNPC-CONACYT del 2018 recibió nuestro programa, en la presente reforma se ha creado una nueva LGAC distintiva y particular a nuestro programa denominada "Física Aplicada". Los investigadores miembros del núcleo académico comenzarán a reportar productividad en esta nueva LGAC al CONACyT una vez que la presente reforma haya sido aprobada por el Honorable Consejo Universitario.

Las materias básicas formativas del programa están asociadas a las LGAC que se cultivan, y se consideran formativas para los estudiantes que decidan realizar sus proyectos de investigación en una LGAC en particular. La tabla 5.3 lista las asignaturas de clave B que ofrece el programa de la Maestría y las LGAC que cada una de ellas sustenta.

Tabla 5.3. Asignaturas Básicas por LGAC

	Asignaturas Básicas por LGAC. Asignaturas Básicas	Clave
Matemáticas Avanzadas		B1
ICAC	and another	
LUAC	que sustenta:	
i.	Modelado	
ii.	Ciencia e Ingeniería de Materiales	
iii.	Estructura de la Materia	
iv.	Física Aplicada	
Mecáni	ca Clásica y del Medio Continuo	B2
LGAC .	que sustenta:	
i.	Modelado	
ii.	Ciencia e Ingeniería de Materiales	
iii.	Estructura de la Materia	
iv.	Física Aplicada	
Electromagnetismo		В3
<u>LGAC</u>	que sustenta:	
i.	Ciencia e Ingeniería de Materiales	
ii.	Modelado	
iii.	Estructura de la Materia	
iv.	Física Aplicada	
Física Cuántica		B4
LGAC que sustenta:		
i.	Estructura de la Materia	
ii.	Ciencia e Ingeniería de Materiales	

iii.	Física Aplicada	
Electrod	linámica y Radiación	B5
2100000	J. T. Walleton	20
LGAC q	rue sustenta:	
i.	Ciencia e Ingeniería de Materiales	
ii.	Modelado	
iii. iv.	Estructura de la Materia Física Aplicada	
Estructu	ıra de la Materia	В6
LGAC q	rue sustenta:	
i.	Estructura de la Materia	
ii.	Ciencia e Ingeniería de Materiales	
iii.	Física Aplicada	
Termoe	stadística	В7
LGAC q	ue sustenta:	
i.	Ciencia e Ingeniería de Materiales	
ii.	Estructura de la Materia	
Ciencia	e Ingeniería de Materiales	B8
LGAC q	ue sustenta:	
i.	Ciencia e Ingeniería de Materiales	
ii.	Física Aplicada	
Método	s Numéricos	В9
LGAC q	ue sustenta:	
i. 	Modelado	
ii. iii.	Ciencia e Ingeniería de Materiales Física Aplicada	
iv.	Estructura de la Materia	

LGAC: CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

En esta línea se investigan propiedades físicas de materiales (líquidos, sólidos, superconductores, cuasicristales, nanomateriales, películas delgadas, metamateriales, nanoestructuras, etc.) tales como la superconductividad, propiedades dieléctricas, electrónicas, ópticas, magnéticas, transporte eléctrico, fenómenos interfaciales, propagación y esparcimiento de luz, interacción radiación materia, y sus potenciales aplicaciones en la ingeniería. También se investiga sobre desarrollo de dispositivos ópticos para el monitoreo de procesos físicos, químicos y biológicos.

Los investigadores pertenecientes al Núcleo Académico que sustentan esta línea de investigación son:

Dr. Luis Mariano Hernández Ramírez

Dr. Gonzalo Viramontes Gamboa

Dr. José Luis Rivera Rojas

Dra. Ma. Guadalupe Garnica Romo

Dra. Mary Carmen y Monserrat Peña Gomar

Dr. Héctor Igor Pérez Aguilar

Dr. Dagoberto Cardona Ramírez

Investigadores externos que participan en el Posgrado apoyando esta línea de investigación en la Codirección de Tesis o impartiendo Cursos:

Dr. Oracio Navarro Chávez (IIM-UNAM)

Dra. Yesenia Arredondo León (IIM-UNAM)

Dr. Hugo Martín Sobral (Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, UNAM)

Dr. Víctor Coello (CICESE, Campus Monterrey)

Dra. Laura Alicia Ibarra Bracamontes (Fac. de Ing. Mecánica, UMSNH)

Dra. Mariana Torres Estrada (Fac. Ing. Química, UMSNH)

Laboratorios asociados a esta LGAC:

- i. Laboratorio de Sensores Ópticos
- ii. Laboratorio de Fisicoquímica y Fluidos Complejos
- iii. Laboratorio de Síntesis y Caracterización de Nanomateriales
- iv. Laboratorio de Películas Delgadas
- v. Laboratorio de Dispositivos Semiconductores
- vi. Laboratorio Interinstitucional (UMSNH/UNAM) de Superconductividad y Magnetismo

LGAC: MODELADO

En esta línea de investigación se estudian modelos de sistemas complejos, flujos de masa y energía en reservorios, propagación de ondas, acústica, modelos de interés en ciencias e ingeniería descritos por ecuaciones diferenciales parciales, optimización de recursos, etc. También se estudian sistemas dinámicos y caos y sus aplicaciones tanto en sistemas biológicos como en la ingeniería y la sociedad.

Los investigadores pertenecientes al Núcleo Académico que sustentan esta LGAC son:

- Dr. Francisco Javier Domínguez Mota
- Dr. Anatoli Merzon
- Dr. Petr Zhevandrov Bolshakova
- Dr. Homero Geovani Díaz Marín
- Dr. Eduardo Salvador Tututi Hernández
- Dr. José Gerardo Tinoco Ruíz
- Dr. Francisco Shidartha Guzmán Murillo
- Dr. José Antonio González Cervera
- Dr. Joaquín Estévez Delgado

Laboratorios asociados a esta LGAC:

- i. Laboratorio de Vibración y Acústica
- ii. Laboratorio de Cómputo

LGAC: ESTRUCTURA DE LA MATERIA

La investigación se centra en el estudio de la interacción de radiación con la materia. En particular, interesa el estudio de interacción de rayos X y rayos Gamma altamente energéticos con la materia, donde tal radiación se puede dirigir sobre blancos de materia susceptibles a ser traspasados por estos rayos generando patrones de difracción e interferencia los cuales son empleados por técnicas de reconstrucción de imágenes para explorar en tres dimensiones la estructura interna de los materiales usando la propiedad del contraste de fase. Una de las aplicaciones de esta línea de investigación consiste en la mejora de radiografías alcanzándose una mayor resolución de imagen con menores dosis de radiación. En esta línea de investigación también se estudian las estructuras fundamentales de la materia y sus interacciones a bajas y altas energías y sus posibles aplicaciones tanto en la ingeniería como en la medicina.

Los investigadores pertenecientes al Núcleo Académico que sustentan esta línea de investigación son:

Dr. Eduardo Salvador Tututi Hernández

Dr. Jorge Isidro Aranda Sánchez

Dr. Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta

Dra. Nabanita Dasgupta-Schubert

Dr. Javier Montaño Domínguez

Laboratorios asociados a esta LGAC:

- i. Laboratorio de Rayos X (por iniciar)
- ii. Laboratorio de Biofisicoquímica y Estudios de Radiación

LGAC: FISICA APLICADA

A partir de la presente reforma, se introduce esta nueva Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento con el objetivo de que los proyectos de investigación de los estudiantes del doctorado contribuyan al desarrollo tecnológico de México, orientando sus proyectos a aplicaciones directas y tangibles de las Ciencias Físicas y Matemáticas, incluyendo la creación de prototipos, de librerías numéricas y software novedosos, así como de procedimientos y metodologías que lleven y/o contribuyan al desarrollo de nuevas plataformas tecnológicas.

Los investigadores del Núcleo Académico que sustentan esta LGAC son:

Dra. Marycarmen M. Peña Gomar

Dra. Nabanita Dasgupta Shubert

Dr. Dagoberto Cardona Ramírez

Dr. Gonzalo Viramontes Gamboa Dr. Luis Mariano Hernández Ramírez Dra. Ma. Guadalupe Garnica Romo Dr. Héctor Igor Pérez Aguilar

Los laboratorios asociados a esta nueva LGAC son:

- i. Laboratorio de Biofisicoquímica y Estudios de Radiación
- ii. Laboratorio de Vibración y Acústica
- iii. Laboratorio de Cómputo
- iv. Laboratorio de Sensores Ópticos
- v. Laboratorio de Fisicoquímica y Fluidos Complejos
- vi. Laboratorio de Síntesis y Caracterización de Nanomateriales
- vii. Laboratorio de Películas Delgadas
- viii. Laboratorio de Dispositivos Semiconductores

5.6 Contenidos de las Asignaturas del Programas y las actividades de aprendizaje

En el Anexo B se muestran los contenidos de cada asignatura del Programa. Cada materia especifica los contenidos de enseñanza-aprendizaje que habrán de desarrollarse. Se señalan también los métodos de evaluación y la bibliografía mínima recomendada para cada una de las asignaturas que componen el mapa curricular (Tabla 5.2) del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física.

5.6 Flexibilidad para cubrir actividades académicas

De acuerdo con la lista de asignaturas y al mapa curricular presentado en las Tablas 5.1 y 5.2 y en concordancia con lo establecido en la Sección 5.1, existe flexibilidad en cuanto a la elección de los cursos básicos y optativos que el estudiante debe acreditar. De esta manera, el estudiante de común acuerdo con su Tutor o Director de Tesis, puede seleccionar las asignaturas de acuerdo a la lista mostradas en la Tabla 5.1 que puedan ser de utilidad para el desarrollo de su trabajo de tesis. El Comité Tutorial tiene la posibilidad de sugerir al estudiante algunas asignaturas que el programa contempla para fortalecer académicamente el desempeño del estudiante. También, mediante mecanismos de movilidad, el estudiante puede cursar materias optativas en otras Instituciones de Enseñanza Superior (IES), del país o del extranjero con las que se tengan convenios o lleven a cabo actividades de colaboración y vinculación y que pueden ser acreditadas como Cursos Especiales I y II. El Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado es la instancia que autoriza los contenidos de estos cursos.

El Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física también es flexible al permitir, y en algunos casos incentivar, que Profesores Investigadores de otras IES o centros de investigación de reconocida calidad académica, puedan participar en la codirección de tesis y en Comités Tutoriales, de tal forma que parte del trabajo de tesis puede ser

desarrollado por el estudiante en otra IES. Es el Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado el cuerpo colegiado que analiza el historial académico y curriculum vitae de investigadores externos y aprueba o no aprueba su participación como codirectores de tesis. Así mismo, es este mismo cuerpo colegiado, quien tiene bajo su responsabilidad hacer un análisis de la viabilidad en infraestructura, capacidades, recursos humanos y materiales, de los centros de investigación a los que están asociados los codirectores externos para asegurar el éxito de los estudiantes que realizarán parte de su trabajo de investigación en instituciones externas.

5.6 Propuesta de transición entre planes de estudio

Los estudiantes que se encuentren inscritos en el Programa de Estudios del Plan vigente 2018-2021, al momento de la aprobación del Proyecto de Reforma de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Física por parte del H. Consejo Universitario de la UMSNH, podrán continuar con sus estudios de acuerdo con dicho Plan. Sin embargo, también podrán optar por solicitar cambio al plan reformado, para ello podrán revalidar las materias afines ya cursadas con las correspondientes en el nuevo Plan de Estudios.

Los estudiantes podrán revalidar las materias afines ya cursadas con las correspondientes en el nuevo Plan de Estudios. Los estudiantes que por algún motivo de tipo administrativo o personal hayan solicitado baja temporal con el plan vigente 2018-2021 y en caso de entrar en vigor la propuesta del nuevo Plan de Estudios, podrán solicitar su reingreso siguiendo el esquema del Plan Reformado. El Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado establecerá los requisitos que el estudiante deberá cumplir para su reingreso. En caso de que un estudiante del Plan Vigente haya sido dado de baja no podrá solicitar inscripción o cambio al Plan Reformado.

Los estudiantes que deseen cambiarse al Plan Reformado sólo podrán solicitar su cambio de Plan de Estudios a inicio de semestre. Esta solicitud debe hacerse por escrito mediante oficio dirigido al Coordinador(a) de la Maestría con firma autógrafa al final de cada semestre, con antelación suficiente para que el cambio al Plan de Estudios Reformado se haga efectivo al inicio del siguiente semestre lectivo.

5.7 Periodo de liquidación del programa vigente

El programa de estudios vigente no será cancelado al ser aprobada la presente reforma por el H. Consejo Universitario. La Maestría en Ciencias en Ingeniería Física seguirá operando con los dos programas, el vigente y el reformado, hasta que el último estudiante inscrito al programa de estudios vigente obtenga el grado.

6. INFRAESTRUCTURA Y RECURSOS FINANCIEROS

Las actividades de planeación, organización, promoción, supervisión, coordinación y evaluación de los estudios de la MCIF estarán a cargo de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas "Mat. Luis Manuel Rivera Gutiérrez" de la UMSNH. Adicionalmente, se cuenta con el apoyo de profesores adscritos a las Facultades de Ingeniería Química, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica y al Instituto de Física y Matemáticas de la UMSNH, así como a dependencias de otras IES como lo son el Instituto de Investigación en Materiales Campus Morelia de la UNAM, el CIMAV-Monterrey, el CIMAV-Chihuahua, el Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, UNAM, el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y electrónica, entre otros. Este apoyo consiste en el uso de laboratorios y espacios físicos para el desarrollo de los proyectos de investigación de los alumnos.

6.1 Espacios Físicos

La dependencia responsable de este Programa de Posgrado es la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas "Mat. Luis Manuel Rivera Gutiérrez", la cual tiene distribuidos espacios físicos exclusivos para este Posgrado en los Edificios "B", "D", "L" y "Alfa" de la UMSNH que se encuentran en Ciudad Universitaria. En específico, el Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física cuenta con los siguientes espacios físicos para su operación:

- i. Cuatro aulas para impartir clases plenamente equipadas con mobiliario para los cursos de posgrado con capacidad para 8, 14, 16 y 22 alumnos respectivamente.
- ii. Dos salas de juntas, una en el edifico "Alfa" y otra en el "B".
- iii. Oficinas para secretarias y personal administrativo.
- iv. Bodega de almacén temporal de uso general.
- v. Once cubículos para 3 estudiantes en promedio cada uno, equipados con pizarrón, escritorio, sillas, archivero y acceso a internet.
- vi. Se cuenta además con un Laboratorio de Cómputo con 23 computadoras MAC, de última generación, conectadas a internet con capacidad de cómputo científico.
- vii. Se cuenta con cuatro estaciones de trabajo para realizar cálculos y simulaciones numéricas y un cluster de alto rendimiento. También se cuenta con software especializado para dichas tareas como Fortran 90, Matlab, Mathematica, FemLab, Comsol, Gaussian, etc.
- viii. Cada Profesor del NAB adscrito a la UMSNH tiene asignado un cubículo equipado con escritorio, sillón, pizarrón, librero, archivero, computadora y acceso a internet y línea telefónica.
 - ix. Se tiene a disposición un auditorio de usos múltiples con capacidad para 140 personas, en donde pueden realizarse seminarios, conferencias, reuniones académicas, presentaciones de protocolos de investigación y de avances de tesis.

x. Se cuenta con una sala totalmente equipada para videoconferencias virtuales con capacidad para 25 personas.

6.2 Laboratorios

En las instalaciones del edificio "B", "D", "L" y "Ω" se encuentran instalados los Laboratorios de Investigación y Docencia de la Facultad de Ciencias:

- i. Laboratorio de Caracterización de Materiales y Crecimiento de Películas Delgadas
- ii. Laboratorio de Fisicoquímica y Fluidos Complejos
- iii. Laboratorio de Vibraciones y Acústica
- iv. Laboratorio de Síntesis y Caracterización de Nanomateriales
- v. Laboratorio de Biofisicoquímica y Estudios de Radiación
- vi. Laboratorio de Sensores Ópticos
- vii. Laboratorio de Dispositivos Semiconductores
- viii. Laboratorio de Cómputo

Estos laboratorios se han equipado siguiendo los Proyectos de Planeación de la DES de Ciencias Exactas, Metalurgia y Materiales del Programa Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI), después PROFOCIE, y ahora PFCE, donde se tiene proyectado la creación de un laboratorio de investigación más, a saber, el Laboratorio de Pruebas no Destructivas. Además, se tienen dos Laboratorios de Enseñanza, uno de Física General y otro de Electromagnetismo, los cuales cuentan con equipo necesario para el área de Instrumentación, como computadoras para adquisición de datos, osciloscopios, fuentes de poder, generadores de onda, sensores ópticos y componentes adicionales.

La infraestructura y los responsables de estos laboratorios son:

I. Laboratorio de Fisicoquímica y Fluidos Complejos

Responsable: Dr. Gonzalo Viramontes Gamboa

Técnico de Laboratorio: M. en C. Jesús Armando Vargas Correa LGAC: a) Ciencia e Ingeniería de Materiales y b) Física Aplicada Infraestructura:

- i. Espectrómetro de emisión atómica por plasma Agilent AES-MP 4100
- ii. Generador de nitrógeno
- iii. Espectrofotómetro Uv/Vis Ocean Optic
- iv. Potenciostato PAR Versastat 4 para electrodeposición controlada
- v. Campanas de flujo laminar y de extracción de vapores
- vi. BET Porosimetría y área superficial específica Novatouch Quantachrome

- vii. Hornos con control de atmosfera y tratamiento térmico hasta 1600 °C
- viii. Bioreactor Applikon con control de atmosfera, temepratura, potencial redox y nivel de espuma de 3.0 L
 - ix. Microscopio Metalográfico a 2500X
 - x. Microscopio Estereoscópico a 400X
 - xi. Balanza microanalítica a 4 dígitos de precisión
- xii. Mesas ópticas y antivibratorias
- xiii. Tamizador electrónico
- xiv. Equipo rotatorio para pulido y preparación de muestras y electrodos
- xv. Controladores de Temperatura y Baños térmicos de 100 y hasta 300 °C
- xvi. Destiladores y desionizadores/purificadores de agua
- xvii. pH metros
- xviii. Cámara de guantes con control de atmosfera
- xix. Tensiómetro superficial de gota pendiente ThetaLitte
- xx. Cámara rápida a 150,000 fps
- xxi. Variedad de reactivos químicos y material general de laboratorio

II. Laboratorio de Sensores Ópticos

Responsable: Dra. Mary Carmen M Peña Gomar

Técnico de Laboratorio: Marco Antonio Salgado Verduzco

Infraestructura:

- i. Espectrofotómetros Uv/Vis
- ii. Mesas Ópticas antivibratorias
- iii. Variedad de láseres estabilizados
- iv. Capacidades para implementación de diversos arreglos ópticos
- v. Campana de flujo laminar
- vi. Equipo y accesorios de óptica diversos
- vii. Esterilizador a presión
- viii. 3 cubículos para estudiantes

III. Laboratorio de Síntesis y Caracterización de Nanomateriales

Responsable: Dra. Ma. Guadalupe Garnica Romo

Infraestructura:

- i. Horno de secado Ecoshell 9023^a
- ii. Mufla marca Felisa
- iii. Balanza analítica
- iv. Microcentrífuga marca Herolab

- v. Horno de alta temperatura con rampas marca Vecstar 1600
- vi. Sonificador marca branson
- vii. pHmetro
- viii. Horno tubular con control de atmosfera
- ix. Espectro UV-Vis marca PERKIN ELMER. LAMBDA 365
- x. Equipo FTIR BRUKER VERTEX 70
- xi. Potenciostato marca Gamry Instruments
- xii. UV-Vis, IR marca Ocean Optics
- xiii. SPIN COATER marca Laurell
- xiv. Plato con calentamiento y agitación
- xv. Shaker
- xvi. Microscopio óptico

IV. Laboratorio de Películas Delgadas

Responsable: Dr. Mariano Hernández Ramírez

Infraestructura:

- i. Sputtering
- ii. Horno de alta temperatura
- iii. Elipsometría
- iv. Microscopía de Fuerza Atómica
- v. Microscopía de Tunelaje
- vi. Spray Pirolisis
- vii. Espectroscopía Raman

V. Laboratorio de Biofisicoquímica y Estudios de Radiación

Responsable: Dra. Nabanita Dasgupta Shubert

Infraestructura:

- i. Centrífuga
- ii. Espectrómetro Gamma
- iii. Keithley electrómetro
- iv. Espectrómetro UV-Vis
- v. Espectrómetro TXRF (Total Reflection Xray Fluorescence)
- vi. Baño ultrasónico
- vii. Horno
- viii. Microscopio óptico
 - ix. Balanza analítica
 - x. Computadoras con softwares Mathematica y Matlab

- xi. Cámara de crecimiento, con control climático
- xii. Banco de laboratorio con reactivos e instalaciones para la preparación de muestras.

VII. <u>Laboratorio de Dispositivos Semiconductores</u>

Responsable: Dr. Dagoberto Cardona Ramírez

LGAC: a) Ciencia e Ingeniería de Materiales y b) Física Aplicada

Infraestructura:

- Equipo Láser pulsado Quanta-Ray INDI Series, Compact Nd:YAG de 1064 nm y 500 mJ.
- ii. Mesa óptica
- iii. Chiller
- iv. Componentes ópticos necesarios para el montaje del sistema de Ablación láser como son espejos, lentes, monturas, rieles, periscopios, filtros, fotodetectores, etc.
- v. Campana y bomba turbomolecular de alto vacío.
- vi. Mezclas de gases para crecimiento de películas por ablación LÁSER.
- vii. Técnica de cuatro puntas para la caracterización eléctrica de materiales semiconductores de baja dimensionalidad. Keithley source-meter SMU2400.
- viii. Sonda de Langmuir plana para la caracterización de plasmas producidos por ablación láser.
 - ix. Calentador de sustratos con capacidad de lograr temperaturas de depósito hasta de 700 °C
 - x. Diodo láser de alta potencia (65 Amperes) en una longitud de onda de 532 nm.

VIII. <u>Laboratorio Interinstitucional (UMSNH/UNAM) de Superconductividad y</u> Magnetismo

Responsable: Dr. Oracio Navarro Chávez

LGAC: a) Ciencia e Ingeniería de Materiales

Infraestructura:

i. Capacidades completas para el estudio teórico y experimental de dispositivos superconductores y materiales magnéticos

IX. Laboratorio de Vibraciones y Acústica

Responsable: Dr. Eduardo Salvador Tututi Hernández

Infraestructura:

- i. Carcasa y chasis CompactDQA conector para 8 módulos NI 779473-01.
- ii. Acelerómetros triaxiales 5MV/G NI 780990-01.
- iii. Martillos de impacto NI 780991-01.
- iv. Juego de montaje CompactDQA serie C para escritorio.
- v. Hand-Held exciter tipo 5961 Brüel & Kjær.
- vi. Shaken y amplificador modal de excitación LDS PA25E Brüel & Kjær.
- vii. Módulos serie C Natinal Instruments:
- viii. Módulo de entrada de sonido y vibración serie C NI 779680.
- ix. 1 Módulo de entrada de sonido y vibración NI 780421.
- x. 1 Módulo de salida de voltaje de la serie C NI 779012 01.
- xi. 1 Módulo de entrada de tensión de la serie C NI 779521 01.

X. <u>Laboratorios e Infraestructura de Cómputo</u>

Responsables: Dr. José Antonio González Cervera

Dr. José Luis Rivera López

Dr. Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta

Dr. José Luis Rivera Rojas

Infraestructura:

El equipo principal consta de un clúster de computadoras para cómputo de alto rendimiento basado en unidades graficas GPU, compuesto de 10 nodos optimizados para simulaciones de Dinámica Molecular compuesto de servidores Xi(R) NetRider, procesadores Intel(R) Xeon(R) CPU E5-1660 v4 @ 3.20GHzXeon, Tarjetas Graficas de computo de alto procesamiento Nvidia GTX-1080. El software instalado es el de LAMMPS y Amber para Dinámica Molecular. Se cuenta también con un cluster para el Laboratorio de Diseño Molecular de Materiales Avanzados y Nuevos Procesos

6.3 Biblioteca y acceso a bases de datos

La biblioteca, instalada en el edificio "Alfa" cuenta con un acervo bibliográfico de más de 12 mil volúmenes y se tiene acceso a las bases de datos de información con las que cuenta la UMSNH, que incluyen revistas especializadas de Física, Matemáticas e Ingeniería. Se tiene acceso a 89 bases de datos libres y se sostienen convenios de servicios interbibliotecarios con otras instituciones. También se cuenta con la Biblioteca Central Universitaria. El acervo bibliográfico continúa creciendo debido a los apoyos que se reciben constantemente del PFCE-SEP (antes PIFI o PROFOCIE). Los apoyos específicos necesarios para la adquisición de acervo complementario se incluyen en el proyecto de egresos de la FCFM-UMSNH.

6.4 Financiamiento

Para el sostenimiento del Programa de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Física la UMSNH le otorga un presupuesto anual del orden de MX \$85,000.00, el cual puede utilizarse para adquirir materiales consumibles, para mantenimiento y adecuación de oficinas y laboratorios, para apoyar la movilidad de los estudiantes en cuanto a participación en congresos se refiere, para apoyar a conferencistas y colegas de otras instituciones para retroalimentación y colaboración científica, etc.

La mayoría de los investigadores realiza actividades de gestión de recursos financieros, como lo son los proyectos de Ciencia Básica del CONACyT, de la propia Coordinación de la Investigación Científica de la UMSNH, así como de otras fuentes, con los cuales se financia la mayor parte de la investigación realizada en el posgrado.

Con base en lo anterior expuesto, la FCFM-UMSNH cuenta con la infraestructura necesaria para asegurar la calidad académica de sus egresados del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física. También debemos mencionar que con los profesores pertenecientes al Núcleo Académico del Programa se excede el mínimo requerido en el PNPC del CONACyT para un Programa de nivel Consolidado.

En términos de la solidez académica y la factibilidad del Programa, este Programa de Posgrado se reevaluará en el PNPC del CONACyT en el año 2021, donde se pretende que el mismo no solo pueda mantenerse en el PNPC, sino que se espera se pueda alcanzar el nivel "Consolidado", ya que actualmente se cuenta con el nivel "En Desarrollo"

7. PERSONAL ACADÉMICO

El personal académico que conforma el Núcleo Académico Básico del Programa está integrado por Profesores-Investigadores adscritos a las siguientes Dependencias de la UMSNH:

- i. Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas.
- ii. Instituto de Física y Matemáticas.
- iii. Facultad de Ingeniería Civil.

Además, se cuenta con la participación de un conjunto de profesores y académicos invitados adscritos a otras dependencias de la UMSNH u otras Instituciones de Educación Superior que colaboran en el posgrado en la codirección de tesis o en la impartición de asignaturas. EL CIDEP es la responsable de analizar los méritos académicos y autorizar la participación de estos profesores invitados. Las dependencias con las cuales se tiene esta colaboración son:

- i. Facultad de Ingeniería Mecánica, UMSNH.
- ii. Facultad de Ingeniería Eléctrica, UMSNH.
- iii. Instituto de Investigación en Materiales, Campus Morelia UNAM.
- iv. Instituto de Investigaciones Eléctricas, UNAM.
- v. Instituto de Investigaciones Nucleares.
- vi. Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.
- vii. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Campus Monterrey.

Los miembros del Núcleo Académico del Programa son los únicos que pueden fungir como Directores de Tesis, siendo ellos los principales responsables de dirigir los proyectos de investigación de los estudiantes. Los Tutores de seguimiento individual no académico, también son elegidos dentro de los profesores pertenecientes al Núcleo Académico que además estén acreditados como tales mediante los mecanismos de acreditación que para ello ha implementado la UMSNH.

Los profesores invitados, adscritos a la UMSNH o de otras IES, solo pueden participar en el desarrollo de los proyectos de investigación de los estudiantes como Codirectores de Tesis, manteniéndose siempre la responsabilidad principal de la Dirección de la Tesis a un profesor miembro del Núcleo Académico. Los profesores invitados también pueden participar en la impartición de cursos, para lo cual podrán solicitar la asignación de un curso mediante oficio escrito con firma autógrafa dirigida al Jefe de la división de Estudios de Posgrado, anexando el contenido del curso en caso de tratarse de los Cursos Especiales I y

II, y solo podrá impartirlo previa autorización del CIDEP y los Consejos Técnicos o cuerpos colegiados de su dependencia de adscripción.

En la Tabla 7.1 se muestran los nombres e información académica relevante del Personal Académico, perteneciente al Núcleo Académico e invitados, que colabora en el Posgrado.

Tabla 7.1 Personal Académico del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física.

NOMBRE	GRADO E INSTI- TUCIÓN	NOMBA- MIENTO	SNI	PERFIL PRO- DEP	TIPO DE PARTICI- PACIÓN	ASIGNATURAS A IMPARTIR	CUERPO ACADÉMICO	LGAC
Jorge Isidro Aranda	Doctor (CINVES TAV)	Prof. Inv. TC Tit. C	I	Si	NAB	Introducción a la Ingeniería Física Matemáticas Avanzadas Electromagnetismo Electrodinámica y Radiación Simulación de Interacción de Muchos cuerpos Termoestadística Física Cuántica Estructura de la Materia Mecánica Clásica y del Medio Continuo Interacción de Radiación-Materia Detectores de Radiación Ionizantes Curso Especial	FÍSICA TEÓRICA Y APLICADA	ESTRUCTURA DE LA MATERIA
Anatoli Merzon	Doctor (Instituto de Matemáti cas y Mecánica -Rusia)	Prof. Inv. TC Tit. C	III	Si	NAB	Introducción a la Ingeniería Física Matemáticas Avanzadas Elementos Finitos Elementos de Frontera Ecuaciones Diferenciales Aplicadas Curso Especial	ECUACIONES DE FÍSICA MATEMÁTI- CA	MODELADO
Homero Geovani Díaz Marín	Doctor (UMSNH	Prof. Inv. TC Tit. A	I	Si	NAB	Introducción a la Ingeniería Física Matemáticas Avanzadas Elementos Finitos Elementos de Frontera Ecuaciones Diferenciales Aplicadas Curso Especial	ECUACIONES DE FÍSICA MATEMÁTIC A	MODELADO
José Gerardo Tinoco Ruíz	Doctor (CIMAT)	Prof. Inv. TC Tit. C	Ι	Si	NAB	Introducción a la Ingeniería Física Matemáticas Avanzadas Métodos Numéricos Elementos Finitos Elementos de Frontera Dinámica no-Lineal y Caos Ecuaciones Diferenciales Aplicadas Curso Especial	MATEMÁTIC AS APLICADAS	MODELADO
Francisco Domínguez Mota	Doctor (UNAM)	Prof. Inv. TC Tit. B	I	Si	NAB	Introducción a la Ingeniería Física Matemáticas Avanzadas Métodos Numéricos Elementos Finitos Elementos de Frontera Dinámica no-Lineal y Caos Ecuaciones Diferenciales Aplicadas Curso Especial	MATEMÁTIC AS APLICADAS	MODELADO
Gonzalo Viramontes Gamboa	Doctor (UASLP)	Prof. Inv. TC Tit. B	No	Si	NAB	Introducción a la Ingeniería Física Fenómenos de Transporte Electromagnetismo Mecánica de Fluidos Fenómenos Interfaciales Electroquímica Física Cuántica Estructura de la Materia Termoestadística Mecánica Clásica y del Medio Continuo Fenómenos Críticos Ciencia e Ingeniería de Materiales Curso Especial		CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES FÍSICA APLICADA
Ma. Guadalupe Garnica Romo	Doctor (UAQ)	Prof. Inv. TC Tit. C	Ι	Si	NAB	Introducción a la Ingeniería Física Propiedades Físicas de Materiales Introducción al Magnetismo y Materiales Magnéticos Técnicas de Síntesis de Nanoestructuras Electromagnetismo	INGENIERÍA AMBIENTAL Y MATERIALES AVANZADOS	CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES FÍSICA APLICADA

						Ciencia e Ingeniería de Materiales Curso Especial		
Oracio Navarro Chávez	Doctor (BUAP)	Prof. Inv. TC Tit. C (adscrito al IIM- UNAM)	III	No	Invitado	Introducción a la Ingeniería Física Física del Estado Sólido Propiedades Físicas de Materiales Electromagnetismo Electrodinámica y Radiación Termoestadística Física Cuántica Propiedades Físicas de Materiales Introducción al Magnetismo y Materiales Magnéticos Técnicas de Síntesis de Nanoestructuras Ciencia e Ingeniería de Materiales Curso Especial	INSTITUCIÓN EXTERNA	CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES
Mary Carmen Peña Gomar	Doctor (INAOE)	Prof. Inv. TC Tit. B	No	Si	NAB	Introducción a la Ingeniería Física Instrumentación Óptica Electromagnetismo Laboratorio de Óptica Física del Estado Sólido Ciencia e Ingeniería de Materiales Curso Especial		CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES FÍSICA APLICADA
Eduardo Salvador Tututi Hernández	Doctor (UNAM)	Prof. Inv. TC Tit. C	11	Si	NAB	Introducción a la Ingeniería Física Mecánica de Fluidos Mecánica Clásica y del Continuo Electromagnetismo Electrodinámica y Radiación Fenómenos de Transporte Termoestadística Simulación de Interacción de Muchos Cuerpos Física Cuántica Estructura de la Materia Dinámica no-Lineal y Caos Interacción de Radiación-Materia Detectores de Radiación Ionizante Fenómenos Críticos Instrumentación Curso Especial	FÍSICA TEÓRICA Y APLICADA	ESTRUCTURA DE LA MATERIA MODELADO
Luis Mariano Hernández Ramírez	Doctor (CINVES TAV)	Prof. Inv. TC Tit. B	No	No	NAB	Introducción a la Ingeniería Física Fenómenos de Transporte Propiedades Físicas de Materiales Introducción al Magnetismo y Materiales Magnéticos Técnicas de Sintesis de Nanoestructuras Electromagnetismo Física Cuántica Estructura de la Materia Ciencia e Ingeniería de Materiales Curso Especial		CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES FÍSICA APLICADA
José Luis Rivera Rojas	Doctor (Universi dad de Tennesse e)	Prof. Inv. TC Tit. B	II	Si	NAB	Introducción a la Ingeniería Física Termoestadística Métodos Numéricos Fenómenos Interfaciales Física del Estado Sólido Física Cuántica Estructura de la Materia Matemáticas Avanzadas Curso Especial	FENÓMENOS MOLECULAR ES EN LA INGENIERÍA AMBIENTAL	CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES
Héctor Igor Pérez Aguilar	Doctor (CICESE)	Prof. Inv. TC Tit. A	I	Si	NAB	Introducción a la Ingeniería Física Matemáticas Avanzadas Física del Estado Sólido Cristales Fotónicos y Metamateriales Física Cuántica Óptica Matemáticas Avanzadas Electromagnetismo Electrodinámica y Radiación Mecánica Clásica y del Medio Continuo Ciencia e Ingeniería de Materiales Curso Especial	FÍSICA TEÓRICA Y APLICADA	CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES
Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta	Doctor. (CINVES TAV)	Prof. Inv. TC Tit. A	II	Si	NAB.	Introducción a la Ingeniería Fisica Fenómenos Críticos Mecánica Clásica y del Continuo Termoestadística Física Cuántica Estructura de la Materia Electromagnetismo Simulación de Interacción de Muchos Cuerpos Interacción de Radiación-Materia Instrumentación	FÍSICA TEÓRICA Y APLICADA	ESTRUCTURA DE LA MATERIA

						Detectores de Radiación Ionizante Métodos Numéricos Electrodinámica y Radiación Curso Especial		
Javier Montaño Domínguez	Doctor. (BUAP)	Catedráti co CONAC yT	I	No	NAB	Introducción a la Ingeniería Física Mecánica Clásica y del Continuo Física Cuántica Estructura de la Materia Electromagnetismo Electrodinámica y Radiación Simulación de Interacción de Muchos Cuerpos Interacción de Radiación-Materia Detectores de Radiación Ionizante Métodos Numéricos Curso Especial		ESTRUCTURA DE LA MATERIA
Petr Zhevandro v Bolshakova	Doctor. Universid ad Estatal de Lomonos ov, Rusia.	Prof. Inv. TC Tit. C	П	Si	NAB	Introducción a la Ingeniería Fisica Matemáticas Avanzadas Ecuaciones Diferenciales Aplicadas Mecánica de Fluidos Física Cuántica Mecánica Clásica y del Medio Contínuo Dinámica no-Lineal y Caos Curso Especial	ECUACIONES DE FÍSICA MATEMÁTIC A	MODELADO
Nabanita Dasgupta- Schubert	Doctor. (Universi ty of Bombay- India)	Prof. Inv. TC Tit. C	I	Si	NAB	Introducción a la Ingeniería Física Matemáticas Avanzadas Física Cuántica Estructura de la Materia Electromagnetismo Electrodinámica y Radiación Termoestadística Instrumentación Interacción Radiación-Materia Detectores de Radiación Ionizante Curso Especial	INGENIERÍA AMBIENTAL Y MATERIALES AVANZADOS	ESTRUCTURA DE LA MATERIA FÍSICA APLICADA
Francisco Shidartha Guzmán Murillo	Doctor. (CINVES TAV)	Prof. Inv. TC Tit. C	III	Si	NAB	Matemáticas Avanzadas Ecuaciones Diferenciales Aplicadas Mecánica de Fluidos Mecánica Clásica y del Medio Continuo Dinámica no-Lineal y Caos Termoestadística Curso Especial	FÍSICA COMPUTACI ONAL	MODELADO
José Antonio González Cervera	Doctor. (UNAM)	Prof. Inv. TC Tit. A	II	Si	NAB	Introducción a la Ingeniería Física Matemáticas Avanzadas Ecuaciones Diferenciales Aplicadas Mecánica de Fluidos Mecánica Clásica y del Medio Continuo Dinámica no-Lineal y Caos Termoestadística Curso Especial	FÍSICA COMPUTACI ONAL	MODELADO
Hugo Martín Sobral	Doctor. (Universi dad de la Plata- Argentin a)	Prof. Inv. TC Tit. B	II	No	Invitado	Introducción a la Ingeniería Física Física Cuántica Estructura de la Materia Mecánica Clásica y del Medio Continuo Matemáticas Avanzadas Electromagnetismo Curso Especial		CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES FÍSICA APLICADA
Yesenia Arredondo León	Doctor. (Universi dad de Bonn- Alemania	Prof. Ord. Carr. Asoc. C	No	No	Invitado	Introducción a la Ingeniería Física Matemáticas Avanzadas Mecánica Clásica y del Medio Continuo Física Cuántica Estructura de la Materia Física del Estado Sólido Electromagnetismo Electrodinámica y Radiación Ciencia e Ingeniería de Materiales Curso Especial		CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES
Víctor Coello Cárdenas	Doctor. (Universi dad de Aalborg- Dinamarc a)	Inv. Tit.	II	No	Invitado	Introducción a la Ingeniería Física Física del Estado Sólido Cristales Fotónicos y Metamateriales Óptica Laboratorio de Óptica Matemáticas Avanzadas Electromagnetismo Mecánica Clásica y del Medio Continuo Ciencia e Ingeniería de Materiales Curso Especial		CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES FÍSICA APLICADA

Amalia Martínez García	Doctor. (CIO)	Inv. Tit. C	II	No	Invitado	Introducción a la Ingeniería Física Instrumentación Cristales Fotónicos y Metamateriales Óptica Laboratorio de Óptica Matemáticas Avanzadas Electromagnetismo Mecánica Clásica y del Medio Continuo Curso Especial		CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES
Ricardo Becerril Bárcenas	Doctor. (Texas Universit y, Austin)	Prof. Inv. TC Tit. C	I	Si	Invitado	Introducción a la Ingeniería Física Matemáticas Avanzadas Ecuaciones Diferenciales Aplicadas Mecánica de Fluidos Mecánica Clásica y del Medio Continuo Dinámica no-Lineal y Caos Termoestadística Curso Especial	BIOFÍSICA Y SISTEMAS COMPLEJOS	MODELADO
Dagoberto Cardona Ramírez	Doctor (UNAM)	Prof. Inv. TC Tit. A	С	No	NAB	Introducción a la Ingeniería Física Fenómenos de Transporte Electromagnetismo Mecánica de Fluidos Fenómenos Interfaciales Electroquímica Física Cuántica Estructura de la Materia Termoestadística Mecánica Clásica y del Medio Continuo Fenómenos Críticos Ciencia e Ingeniería de Materiales Curso Especial		CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES FÍSICA APLICADA
Dr. Joaquín Estevez Delgado	Doctor. (CINVES TAV)	Prof. Inv. TC Tit. B	I	Si	NAB	Introducción a la Ingeniería Física Matemáticas Avanzadas Ecuaciones Diferenciales Aplicadas Mecánica de Fluidos Mecánica Clásica y del Medio Continuo Dinámica no-Lineal y Caos Termoestadística Curso Especial	FÍSICA COMPUTACI ONAL	MODELADO

La Tabla 7.2 muestra información académica relevante del personal académico que conforma el Núcleo Académico Básico del Programa.

Tabla 7.2 Núcleo Académico Básico.

Nivel Educativo del Posgrado	Tipo de Posgrado	Núcleo Académico Básico (Tutores)	Grado Académico Mínimo de los Profesores
Maestría	Investigación	20 Profesores	Doctorado (100%)
		Dr. Jorge Isidro Aranda Sánchez	
		Dr. Francisco Dominguez Mota	
		Dr. Joaquín Estévez Delgado	
		Dr. Eduardo Salvador Tututi Hernández	
		Dra. Mary Carmen Peña Gomar	
		Dr. Gonzalo Viramontes Gamboa	
		Dr. Luis Mariano Hernández Ramírez	
		Dr. Héctor Igor Pérez Aguilar	
		Dr. Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta	
		Dra. Ma. Guadalupe Garnica Romo	
		Dr. José Gerardo Tinoco Ruíz	
		Dr. Petr Zhevandrov Bolshakova	
		Dr. Anatoli Merzon	
		Dr. Homero Geovani Díaz Marín	
		Dra. Nabanita Dasgupta-Schubert	
		Dr. José Luis Rivera Rojas	
		Dr. Javier Montaño Domínguez	
i		Dr. Francisco Shidartha Guzmán Murillo	
i		Dr. José Antonio González Cervera	
1		Dr. Dagoberto Cardona Ramírez	

7.1 Características del Personal Académico

Las características del personal académico que cuenta este programa son las siguientes:

- Los profesores que integran este programa tienen su formación académica o se desempeñan como investigadores en las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento.
- ii. De acuerdo a la información de la Tabla 7.1 en la que se reporta la institución en la que los miembros del Núcleo Académico obtuvieron su grado académico más alto, el 100 % de los Profesores Investigadores se han graduado en instituciones distintas a la UMSNH.
- iii. Todos los miembros del Núcleo Académico realizan investigación congruente con el área de su especialización.
- iv. El 100 % de los profesores del Núcleo Académico Básico ha publicado mínimo un artículo en los últimos tres años, en revistas del índice de CONACYT o incluidas en el SCIENCE CITATION INDEX (JCR), en temas asociados a las LGAC de este Programa.
- v. El 85% de los profesores miembros del NAB de este Programa pertenecen al SNI (dos con nivel III, cinco con nivel II, nueve con nivel I y un candidato).
- vi. El 80 % de los profesores del NAB tienen Perfil PRODEP.
- vii. El 100% de los profesores del NAB son Profesores Investigadores Titulares de Tiempo Completo.
- viii. Todos los profesores del NAB de este Programa están vinculados a Programas de Licenciatura.
 - ix. Los profesores del Núcleo Académico Básico pertenecen a Cuerpos Académicos Consolidados (Física Teórica y Aplicada, Matemáticas Aplicadas, Análisis Matemático, Teoría de Campos y Física Altas Energías), en Consolidación (Ingeniería Ambiental y Materiales Avanzados) o en Formación (Física Experimental).
 - x. Todos los miembros del Núcleo Académico participan en la dirección de tesis y dirigen proyectos de investigación en el Programa
 - xi. Existe un equilibrio entre los investigadores que desarrollan investigación experimental y los que desarrollan investigación teórico computacional.

8. PERFILES DE INGRESO Y EGRESO

8.1 Perfil de Ingreso

Conocimientos:

- i. El aspirante a ingresar al programa de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Física deberá contar con conocimientos y capacidades suficientes en alguna de las áreas de Ingenierías (Civil, Química, Eléctrica, Mecánica, Tecnología de la Madera, Electrónica, Biomédica, Telecomunicaciones, Aeronáutica, de Materiales, Biofísica, Sistemas Computacionales, etc.) o en Ciencias Básicas (Física, Matemáticas y Química). Estos conocimientos se medirán mediante la aprobación del curso propedéutico o del examen de admisión.
- ii. El nivel mínimo de conocimientos requeridos tanto en matemáticas como en física son los adquiridos en una Carrera de Ingeniería o de Ciencias Básicas como las mencionadas anteriormente.
- iii. Idealmente, al ingreso el aspirante deberá mostrar un nivel de inglés, oral y escrito, equivalente por lo menos, al nivel 4 de inglés del Departamento de Idiomas de la UMSNH o 400 puntos en la prueba TOEFL. El nivel en el departamento de idiomas en la UMSNH puede demostrarse mediante constancia o documento emitido por el Centro de idiomas que acredite haber cursado el nivel 4 o superior, o bien tener el conocimiento equivalente a esos niveles en un examen de colocación en el Centro de Idiomas. El requisito del manejo del idioma inglés al ingreso, es sólo deseable, sin embargo, será de carácter obligatorio su cumplimiento al egreso.

Habilidades y Cualidades:

- i. El aspirante deberá mostrar interés en el conocimiento fundamental de las leyes físicas, así como un interés en las aplicaciones de dichas leyes.
- ii. Tener facilidad para el desarrollo de la física, las matemáticas y la ingeniería.
- iii. Deberá tener capacidad para el trabajo individual y en equipo y ser disciplinado en sus estudios.
- iv. El aspirante deberá practicar valores éticos profesionales, así como un respeto a su entorno social y profesional.
- v. El estudiante deberá honrar con ética y responsabilidad el compromiso de dedicación exclusiva al programa.

8.2. Perfil de Egreso

Conocimientos:

- i. El egresado contará con una formación sólida en los fundamentos de al menos una de las siguientes áreas:
 - a) Modelado
 - b) Ciencia e Ingeniería de Materiales
 - c) Estructura de la Materia
 - d) Física Aplicada
- ii. El egresado contará con conocimientos en Ciencias Física y Matemáticas e Ingeniería que le permitirán contribuir en soluciones innovadoras a problemas de su especialidad.
- iii. Los conocimientos adquiridos le permitirán contribuir en proyectos científicos y tecnológicos sobre modelado de fenómenos físicos, problemas teóricos y desarrollos experimentales diversos que impacten en el sector productivo y académico.
- iv. El egresado contará con los conocimientos en Ciencias e Ingeniería para continuar con su especialización en un programa de Doctorado afín.
- v. El egresado tendrá un dominio del idioma inglés que le permitirá desenvolverse en el ámbito laboral y académico a nivel internacional.

Habilidades:

- i. Aplicar los fundamentos de la física y las matemáticas a la innovación tecnológica.
- ii. Modelar problemas actuales que surgen tanto en la ciencia como en la ingeniería, así como para la innovación.
- iii. Analizar y caracterizar materiales.
- iv. Participar en grupos interdisciplinarios en la solución de problemas en la industria, por ejemplo, fuentes de energía renovables (solar, eólicas, geotermia, biomasa), y en desarrollo de tecnología en general, Así como en la sociedad, por ejemplo en medicina y desarrollo de prototipos para análisis estructural con aparatos de rayos x y gamma, entre otros.
- v. Elaborar reportes técnicos y científicos, así como para comunicar resultados de trabajos técnicos y científicos en foros nacionales e internacionales.
- vi. Desarrollar actividades de docencia, investigación y/o desarrollo tecnológico aplicando los conocimientos de física adquiridos.

Cualidades:

- i. Práctica de valores éticos y profesionales.
- ii. Respeto por su entorno social y profesional.
- iii. Actitud para enfrentar nuevos retos.

9. NORMAS COMPLEMENTARIAS PARA LA OPERACIÓN DEL PROGRAMA

El programa de la MCIF está regido por el Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la Universidad Michoacana de San Nicolás de hidalgo (RGEP-UMSNH) que entró en vigor el 27 de junio de 2017. El contenido del RGEP-UMSNH pasa a ser parte íntegra de este Programa. En caso de que se actualice o se modifique dicho reglamento, las normas de operación de la MCIF se adaptaran gradualmente y en la medida de lo posible a la nueva normativa. Por ello, toda normativa indicada en el RGEP tiene un carácter de seguimiento en principio obligatorio, sin embargo, dicho reglamento no prevé todos los escenarios posibles, por los que a la MCIF respecta, será el Consejo Interno de División de Estudios de Posgrado de la FCFM quien dictaminará sobre toda controversia o caso no previsto que le competa.

Dentro de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas se tienen como autoridades al Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado y al Jefe de esta División. El CIDEP está constituido por:

- a) El Director de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas.
- b) El Jefe de la División de Estudios de Posgrado de la misma.
- c) El Coordinador de cada Programa de posgrado que tenga la Facultad.
- d) Un representante alumno propietario inscrito en alguno de los Programas de Posgrado que se ofrezcan en la División de Estudios de Posgrado, por todos los alumnos de la División.
- e) Un representante profesor propietario miembro del Núcleo Académico por toda la División.

El Jefe de la División de Estudios de Posgrado y el Coordinador de la Maestría serán miembros del Núcleo Académico adscritos a la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas.

Son atribuciones del CIDEP, además de las listadas en el RGEP-UMSNH, las siguientes:

a) Elaborar o reformar las Normas complementarias de los Programas de Posgrado propios que ofrezca la División de Estudios de Posgrado, sin contravenir disposiciones superiores de índole académica y administrativa, ni acuerdos del Consejo General de Estudios de Posgrado de la UMSNH.

- b) Proponer y analizar los nuevos planes y programas de estudios y reformar los planes y programas vigentes. En ambos casos, turnar la documentación pertinente al Consejo General de Estudios de Posgrado.
- c) Atender al desarrollo de cada uno de los programas de Posgrado que se ofrezcan en la División y supervisar su cumplimiento.
- d) Opinar y dictaminar sobre los problemas que surjan en los programas de Posgrado que se ofrezcan en la División de Estudios de Posgrado.
- e) Analizar y decidir sobre la incorporación y permanencia del personal académico de tiempo completo en los NAB de los programas de Posgrado propios que se ofrezcan en la División, con base en criterios de desempeño y cumplimiento académico e institucional, incluyendo el de la oportuna titulación de estudiantes.
- f) Proponer al Consejo General de Estudios de Posgrado, los egresados de los Programas de Posgrado que cumplan con los requisitos establecidos para recibir la Medalla "Dr. Ignacio Chávez Sánchez".
- g) Designar un Director de Tesis a los aspirantes aceptados para ingresar al Programa de Posgrado. Esta asignación tomará en cuenta la opinión e intereses académicos del estudiante.
- h) Asignar el Comité Tutorial (*) de cada estudiante para dar seguimiento a su desarrollo académico durante sus estudios dentro del Programa de Posgrado.
- i) Asignar el Jurado para los exámenes de grado.
- j) Establecer la equivalencia mexicana respecto a las calificaciones obtenidas por estudiantes extranjeros en los países donde realizaron sus estudios previos, siempre y cuando esto no contravenga disposiciones superiores emitidas por el CONACyT o la UMSNH.
- k) Designar semestralmente la Comisión de Ingreso de entre todos los miembros del Núcleo Académico, que será la responsable de diseñar, aplicar y calificar el examen de ingreso, y en base a un análisis de los resultados obtenidos por los estudiantes y de su historial académico sugerirán, mediante oficio escrito dirigido al Jefe de la División de Estudios de Posgrado, la lista de aspirantes que a su juicio deberán ser aceptados al programa. El Jefe de la división a su vez turnará dicha sugerencia para su análisis y aprobación integra, o con cambios, en el seno del Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado.
- l) Designar a los profesores que impartirán las asignaturas curriculares y las materias del curso propedéutico.
- (*) Cuerpo Colegiado conformado por Tutores del Programa del Posgrado con la posible participación de tutores externos.

A propuesta del Jefe de la División de Estudios de Posgrado, el Director de la FCFM-UMSNH designará al Coordinador del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería

Física. El Coordinador se elegirá de entre los profesores del Núcleo Académico Básico con adscripción a la FCFM-UMSNH, apegándose al RGEP de la UMSNH.

Son funciones del Coordinador del Programa de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Física, además de las mencionadas en el RGEP, las siguientes:

- a) Organizar todas las actividades relacionadas con el desarrollo del Programa.
- b) Organizar los cursos propedéuticos y curriculares que se ofrecerán en cada ocasión.
- c) Ser el responsable académico del Programa ante el CONACYT.
- d) Fijar y publicar las fechas para la presentación de los protocolos y avances de tesis.
- e) Atender las necesidades académicas y burocráticas al interior de la Universidad de los estudiantes.
- a) Redactar la convocatoria semestral de ingreso y presentarla al CIDEP para su análisis y aprobación.
- f) Coadyuvar en la difusión del Programa.
- b) Atender todas las reuniones a las que sea citado por el Coordinador General de Estudios de Posgrado de la UMSNH.
- c) Resguardar el Expediente Interno de cada estudiante y Expedir la Carta de Liberación de Expediente Interno de los estudiantes para proceder con la asignación de Jurado de Examen de Grado.
- d) Verificar y dar visto bueno mediante escrito dirigido a los aspirantes a presentar Examen de grado de que han cumplido con el 100 % de los requisitos necesarios para la obtención del mismo. El oficio debe emitirse con copia al Director de Tesis. El estudiante presentará el documento emitido por el Coordinador al momento de presentar su Examen de Grado y a las autoridades que se lo soliciten.

9.1 Ingreso de estudiantes

Para coordinar el proceso de ingreso de los aspirantes a la MCIF, el Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado nombrará una Comisión de Ingreso cada semestre. Esta Comisión estará conformada por tres profesores miembros del NAB, el Coordinador del Doctorado y el Coordinador de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Física. Los Coordinadores del Posgrado serán los responsables de vigilar que cada candidato aceptado cumpla con los requisitos de admisión que se estipulan en la Convocatoria para el ingreso del Posgrado, así como en el RGEP y las Normas Complementarias para la Operación del Programa.

Las funciones que realiza esta Comisión de Ingreso y métodos de proceder son:

- i. Las actividades de la Comisión de Ingreso serán Coordinadas en conjunto por los Coordinadores de la Maestría y el Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física. Los coordinadores no participarán ni en la elaboración de exámenes ni en su calificación, siendo esta atribución única de los miembros de la Comisión.
- ii. Elaborar, aplicar y calificar de forma colegiada y con plena autonomía el Examen de Conocimientos de Ingreso a la MCIF y el Examen de Diagnóstico de ingreso al Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física. El examen de ingreso a la Maestría consistirá de un examen de Física y uno de Matemáticas escritos y elaborados para ser razonablemente resueltos en 2 ½ h cada uno. Ambos exámenes serán aplicados el mismo día. En caso de considerarlo necesario, la Comisión de Ingreso podrá llamar a los estudiantes el siguiente día laboral para continuar el Examen de forma oral.
- iii. Aplicar dichos exámenes en la fecha, hora y lugar designados en las convocatorias respectivas o establecidas por el CIDEP.
- iv. Posteriormente a este proceso los miembros de la Comisión de Ingreso se reúnen de forma colegiada para sugerir al Consejo Interno de Posgrado, mediante escrito signado por todos los miembros, la lista de aspirantes que a su juicio deben de ser aceptados a nuestros programas de posgrado. Para tomar esta decisión, además de los exámenes escritos y orales de los puntos anteriores la Comisión de Ingreso tomará en cuenta el historial académico del estudiante mediante un análisis de su Curriculum Vite, poniendo especial énfasis en las calificaciones obtenidas y la afinidad de los estudios previos con el programa que aspira cursar.

El candidato podrá solicitar ingreso a la MCIF siempre que tenga el título de alguna licenciatura relacionada con ingenierías afines a la maestría, física, matemáticas o química y que haya obtenido un promedio mínimo de 8.0 o su equivalente (en escala de 0 a 10) en sus estudios de licenciatura. El Consejo Interno de Posgrado se encargará de realizar la equivalencia del promedio de estudiantes extranjeros. Los egresados del Programa de Licenciatura en Ciencias Físico Matemáticas de la FCFM-UMSNH por pertenecer a un Programa acreditado por el CAPEF, quedarán exentos de aprobar el curso propedéutico y el examen de admisión siempre y cuando hayan obtenido un promedio mayor o igual a 8.0.

Al momento de su inscripción, deseablemente, el aspirante deberá mostrar un nivel de inglés, oral y escrito, equivalente por lo menos, al nivel 4 de inglés del Departamento de Idiomas de la UMSNH o 400 puntos en el TOEFL. No obstante, al término de sus estudios de maestría deberá acreditar este requisito de forma obligatoria.

El inicio del Programa será en dos periodos semestrales que darán inicio con los meses de marzo y septiembre de cada año. Para poder ser admitido al Programa de Maestría el aspirante deberá:

- i. Contar con el título de Licenciatura en Física, Matemáticas, Química, Biofísica o alguna Ingeniería afín a la maestría (Química, Civil, Mecánica, Electrónica, en Ciencia y/o Ingeniería de Materiales, Telecomunicaciones, Eléctrica, Sistemas Computacionales, Biomédica, etc.).
- ii. Entregar en la dirección del posgrado de la Maestría la solicitud de evaluación académica para el ingreso posgrado utilizando para ello el Formato A, que al igual que todos los formatos que rigen los procedimientos administrativos del posgrado, se descarga de la página web de la maestría (http://www.ismat.umich.mx/pcif), anexando la documentación académica para el análisis curricular del aspirante. El solicitante deberá de indicar en la solicitud, el tipo de evaluación que desee aplicar. La evaluación podrá ser por medio de un examen de diagnóstico aplicado en la UMSNH o en línea, un curso propedéutico o pase automática para estudiantes egresados de la FCFM-UMSNH.
- i. Aprobar el examen de diagnóstico en forma presencial o en línea y que será elaborado por la Comisión de Ingreso. El examen consiste en una parte escrita y en caso de considerarlo necesario, el Comité de Ingreso aplicará una parte oral. El examen de diagnóstico contempla las siguientes materias:
 - a) Matemáticas
 - b) Electromagnetismo
 - c) Mecánica Clásica
 - d) Termodinámica
- ii. Para el ingreso en el semestre de septiembre, el aspirante podrá aprobar el curso propedéutico que se ofrece anualmente en los meses de mayo a julio. En caso de no atender los cursos propedéuticos, los aspirantes tienen el derecho y podrán presentar el Examen de Admisión que se aplicará una vez que haya concluido el curso propedéutico. Dicho examen será elaborado, aplicado y calificado por el Comité de Ingreso, quien revisará los exámenes de los aspirantes y seleccionará a aquellos que pasarán a entrevista para su posible admisión al Programa. El curso propedéutico está compuesto por los siguientes materias:
 - 1.-Tópicos Selectos de Física
 - 2.-Tópicos Selectos de Matemáticas
 - 3.-Tópicos Selectos de Ingeniería Física
- iii. Entregar, en caso de ser admitido al Programa, la documentación correspondiente de acuerdo con la reglamentación vigente en la UMSNH: Reglamento General de Inscripciones y Reglamento General para los Estudios de Posgrado.
- iv. Realizar los pagos de inscripción correspondientes.

Para los estudiantes extranjeros, además de los requisitos enmarcados en los puntos anteriores:

- a) Original del título profesional de licenciatura o diploma (debidamente legalizados y/o apostillados).
- b) Certificado de calificaciones oficial en original (debidamente legalizados y/o apostillados).
- c) Constancia original de no antecedentes penales (debidamente legalizada y/o apostillada).
- d) 2 cartas de recomendación emitidas por profesores de cursos de sus estudios de licenciatura enviadas directamente al Coordinador del Programa.
- e) Presentar copia del Pasaporte original.
- f) Forma migratoria de estudiante FM2 o FM9 en original y copia.
- g) 6 fotografías tamaño infantil de frente en blanco y negro.
- h) Los candidatos cuya lengua materna no sea el español deberán probar un dominio del español (Diploma del Español como Lengua Extranjera DELE), sedes en el mundo:

www.cervantes.es/sobre instituto cervantes/direcciones contacto/sedes mundo. htm; http://diplomas.cervantes.es/aprender espanol/informacion dele.html

9.2 Permanencia y seguimiento de estudiantes

Para permanecer inscrito en los estudios de posgrado de este Programa es necesario que el alumno:

- i. Cumpla con las actividades académicas que se establecen en la Sección 5 de este Proyecto de Reforma, correspondiente a la estructura del Plan de Estudios, así como todas las actividades extracurriculares que son parte complementaria de su formación, tales como asistencia a seminarios, congresos, etc.
- ii. Asista a las entrevistas tutoriales con su tutor designado.
- iii. Cumpla satisfactoriamente con las observaciones que se le hagan durante las entrevistas tutoriales.
- iv. Se dedique a desarrollar de tiempo completo su programa de actividades, teniendo como límite máximo dos años y medio para concluir satisfactoriamente sus estudios de maestría, con la obtención del grado de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física.
- v. Apruebe sus materias correspondientes. En caso de no acreditar alguna asignatura podrá cursarla por una segunda y única vez para ser aprobada dentro de los límites de tiempo estipulados por el Programa. Reprobar dos asignaturas implica baja definitiva del Programa. La calificación de cada curso o seminario se asignará en escala de 0 (cero) a 10 (diez), siendo 8.0 (ocho) la calificación mínima aprobatoria. Cada curso será evaluado conforme a los procedimientos estipulados en el Reglamento General de Exámenes de la UMSNH.
- vi. El trabajo de Tesis comenzará a partir del inicio del segundo semestre. Para la realización del mismo, el Consejo Interno de Posgrado le asignará, al inicio de dicho

semestre, un Comité Tutorial de seguimiento académico constituido por el Director de Tesis, dos profesores titulares y un suplente. En caso de codirección de tesis, el Comité Tutorial estará integrado por el Director de Tesis, el Codirector de Tesis, dos profesores titulares y un suplente.

- vii. En el segundo semestre el estudiante en mutuo acuerdo con su Director de Tesis definirá las materias optativas a cursar, las cuales estarán relacionadas con su tema de tesis.
- viii. Al final del segundo semestre el estudiante presentará el Protocolo de Tesis con la finalidad de comunicar al Comité Tutorial cual será el tema principal de investigación y cuáles serán las estrategias a seguir para conseguir el objetivo principal de la tesis.

Fechas obligatorias para presentar Protocolo de Tesis: Estas fechas estarán regidas por el calendario establecido por el Departamento de Control Escolar de la UMSNH para subir calificaciones de posgrado. La presentación oral del Protocolo de Tesis se llevará a cabo a finales del segundo semestre del programa de Maestría, teniendo como fecha límite para ello cinco días hábiles anteriores a la fecha límite establecida por Control Escolar para subir calificaciones de exámenes regulares. Una vez establecida esa fecha, los estudiantes deberán entregar por escrito a los miembros de su Comité Tutorial de seguimiento académico, el Protocolo de Tesis 10 días hábiles laborables antes de la fecha establecida para la presentación oral. El escrito del Protocolo de Tesis presentado por el estudiante debe de llevar el aval de Visto Bueno del Director de tesis mediante firma autógrafa, y en su caso también del Codirector de Tesis. Será responsabilidad de los Directores de Tesis organizar, coordinar y presidir las reuniones del Comité Tutorial de sus estudiantes asesorados para llevar a cabo la Presentación oral del Protocolo de Tesis.

- ix. Durante la realización de su tesis de maestría, el estudiante deberá presentar ante su Comité Tutorial, el Avance de tesis I al final del tercer semestre y el Avance de Tesis II al final del cuarto semestre. El Protocolos de tesis y los Avances de Tesis serán presentados y reportados de la siguiente forma:
 - a) Una presentación escrita y una exposición oral de los avances de su tesis.
 - b) La exposición oral deberá ser a puerta abierta y servirá tanto para evaluar como para hacer sugerencias para completar el trabajo de tesis en tiempo y forma
 - c) La presentación por escrito del avance de tesis deberá ser entregada por parte del estudiante a cada profesor de su Comité Tutorial con al menos quince días de anticipación antes de su presentación oral. Para avalar la entrega del escrito, cada miembro del Comité Tutorial deberá de firmar la Constancia de entrega de Avance de Tesis y se deberá de proporcionar la constancia al Coordinador del Posgrado para su aval. Esta presentación deberá contener los

- antecedentes, las hipótesis, un resumen, en su caso (avances de tesis), de los últimos avances presentados, el desarrollo teórico, práctico o teórico-práctico (según sea el caso), la metodología empleada, los objetivos alcanzados y el trabajo restante junto con la bibliografía correspondiente.
- d) La evaluación de los Avances de Tesis la realizará el Comité Tutorial por medio de un reporte con una calificación (0 a 10), la cual será el promedio de las calificaciones individuales de cada uno de los integrantes del Comité Tutorial y se asentará en el Seminario de Investigación I o II, según corresponda. En su caso, también se deberán anotar observaciones que deben ser atendidas con carácter de obligatorio por parte del estudiante en el Acta de Evaluación de protocolo/Avance de tesis, el cual debe de ser firmada por todos los miembros del Comité Tutorial y por el Coordinador de Programa. El Acta de Evaluación debe de ser resguardada como prueba de seguimiento académico de los estudiantes, y será reportada en las evaluaciones de pertenencia al PNPC – CONACyT.
- e) Todas las fechas para las presentaciones orales de los Avances de Tesis I y II estarán regidas por el calendario establecido por Control Escolar para subir calificaciones de posgrado en exámenes regulares, y se seguirá para ello el siguiente procedimiento:
 - α. Fechas para presentar el Avance de Tesis I. La presentación oral del Avance de Tesis 1 se llevará a cabo a finales del tercer semestre del programa de Maestría, teniendo como fecha límite para ello cinco días hábiles anteriores a la fecha límite establecida por Control Escolar para subir calificaciones de exámenes regulares. Una vez establecida esa fecha, los estudiantes deberán entregar la versión escrita de su Avance de Tesis I a los miembros de su Comité Tutorial de seguimiento académico 10 días hábiles laborables antes de la fecha establecida para la presentación oral. El escrito del Avance de Tesis I presentado por el estudiante debe de llevar el aval de Visto Bueno del Director de tesis mediante firma autógrafa, y en su caso también del Codirector de Tesis. Será responsabilidad de los Directores de Tesis organizar, coordinar y presidir las reuniones del Comité Tutorial de sus estudiantes asesorados para llevar a cabo la Presentación oral del Avance de Tesis 1. Será también responsabilidad del Director de tesis levantar el Acta de Evaluación del Avance de Tesis I y hacer entrega de ella al Coordinador del Programa, quien la firmará y resguardará en el expediente interno del estudiante.
 - β. *Fechas para presentar el Avance de Tesis II*. La presentación oral del Avance de Tesis II se llevará a cabo a más tardar el viernes de la

segunda semana del mes de enero para estudiantes que terminen su programa de maestría en el mes de febrero, y el último viernes del mes de junio para estudiantes que terminen su programa de maestría en agosto. Los estudiantes deberán obligatoriamente entregar la versión escrita de su Avance de Tesis II a los miembros de su Comité Tutorial de seguimiento académico 15 días hábiles laborables antes de las fechas arriba establecidas para la presentación oral. El escrito del Avance de Tesis II presentado por el estudiante debe de llevar el aval de Visto Bueno del Director de tesis mediante firma autógrafa, y en su caso también del Codirector de Tesis. Será responsabilidad de los Directores de Tesis organizar, coordinar y presidir las reuniones del Comité Tutorial de sus estudiantes asesorados para llevar a cabo la Presentación oral del Avance de Tesis II. Será también responsabilidad del Director de tesis levantar el Acta de Evaluación del Avance de Tesis II y hacer entrega de ella al Coordinador del Programa, quien la firmará y resguardará en el expediente interno del estudiante.

A todo estudiante asociado al programa se le asignará un Expediente en el que se resguardarán los documentos probatorios de todo su historial académico y administrativo. El Expediente incluye los documentos probatorios que solicite el CONACyT si el estudiante es becario y aquellos que son de importancia interna.

El expediente consta de los siguientes documentos:

Apartado A: DOCUMENTOS PERSONALES

- 1. Copia del Título de Licenciatura. (Por ambos lados, tamaño carta).
- 2. Copia de la cédula de licenciatura (ambos lados en la misma hoja tamaño normal).
- 3. Copia del Certificado de calificaciones de la Licenciatura indicando promedio general. En caso de tener otros estudios de posgrado, anexar copia del programa de estudios indicando calificaciones obtenidas.
- 4. Copia del Acta de nacimiento.
- 5. Copia de la CURP (en una sola hoja, t/c).
- 6. Copia de Comprobante de Identidad.
 - a) Para estudiantes nacionales: Credencial de Elector (ambos lados, en la misma hoja t/c).
 - b) Para estudiantes extranjeros: Tarjeta de Residencia Temporal/Permanente expedida por el Instituto Nacional de Migración (por ambos lados, en la misma hoja t/c).
- 7. Copia de Credencial de Estudiante (UMSNH) (Ambos lados en la misma hoja).

- 8. Currículum Vite con foto (original, firmado, t/c.).
- 9. Foto digital a color. (enviarla al correo: posgrado.mayra@gmail.com).
- 10. Copia del Examen Ceneval, EXANI III (Examen Nacional de Ingreso al Posgrado).
- 11. Carta Compromiso en donde el estudiante se compromete a brindar, después de obtener el grado, la información de seguimiento que soliciten la UMSNH, el CONACyT, la SEP, el mismo Posgrado para fines evacuatorios y de seguimiento estadístico.

Apartado B: DOCUMENTOS ACADEMICOS/ PARA REPORTAR A CONACyT

- 12. Solicitud de ingreso a la Maestría y Evaluación Académica llenado y firmado (**FORMATO A**).
- 13. Carta de Aceptación a la Maestría (firmada por el Coordinador o Jefe de Posgrado).
- 14. Comprobante de que se es becario (únicamente si aplica):
 - a) Para becarios CONACyT: Copia del Convenio Becario/CONACyT (incluyendo CVU y no. de Becario).
 - b) Para otras becas: Copia del comprobante respectivo.
- 15. Carta Compromiso de dedicación exclusiva CONACyT dirigida al Director de la Fac. De Cs. Físico-Matemáticas (**FORMATO A1**).
- 16. Original del Examen de Admisión/ingreso a la Maestría que indique la calificación obtenida por el alumno.
- 17. Original de los exámenes parciales y finales aplicados por el profesor en cada una de las materias cursadas en cada semestre firmada por el alumno y el profesor. El examen debe de ser aplicado utilizando el Formato G: Exámenes Maestría y Doctorado.
- 18. Copia de Informes Semestrales sobre actividades becario CONACyT/UMSNH, (**FORMATO J**).
- 19. Solicitud y Aceptación de Asignación de comité Tutorial, (**FORMATO B**).
- 20. Copia de comprobante de Conocimientos del idioma inglés:
 - a) Examen TOEFL, mínimo 400 puntos.
 - b) Nivel 4 del Departamento de Idiomas de la UMSNH.
 - c) Constancia emitida por el Centro de Idiomas de la UMSNH en donde se indique que, en evaluación realizada al estudiante, éste tiene el conocimiento de idioma inglés equivalente a alguno de los dos requisitos anteriores.
- 21. Constancia de entrega de Protocolo y Avance de tesis (**FORMATO** C) de todos y cada uno de los semestres cursados.
- 22. Evaluación de protocolo y Avance de tesis (**FORMATO D**) de todos y cada uno de los semestres cursados.

- 23. Entregar inmediatamente al fin de cada semestre cursado copia de las calificaciones obtenidas para que el Coordinador lo reportare al CONACyT (de la pag. del SIIA-UMSNH).
- 24. Copia del Certificado Final de calificaciones que indique todas las materias de la Maestría cursadas.
- 25. Comprobantes de movilidad:
 - a) Oficios de solicitud de estancia académica/movilidad.
 - b) Comprobante de conclusión de la estancia/movilidad.
- 26. Constancia/Copia de toda la productividad académica lograda por el estudiante:
 - a) Asistencia a Congresos.
 - b) Copia de Artículos publicados en Memorias.
 - c) Copia de publicaciones en revistas arbitradas nacionales/internacionales
 - d) Premios y distinciones recibidas
 - e) Otros documentos relacionados a productividad académica

Apartado C: Documentos que se entregan al obtener el grado

- 27. Copia de Acta de Examen de Grado (Se entrega ya que se haya aprobado el examen de grado).
- 28. Carta de liberación de Beca CONACyT (Se entrega ya que CONACyT la haya liberado).
- 29. Otros documentos solicitados por las autoridades de la Facultad y el Posgrado.

Todos los formatos se encuentran disponibles para su descarga en la página web de la Maestría: http://www.fismat.umich/pcif/formatos.

El Coordinador del Posgrado, con el auxilio del personal administrativo que apoya el programa, será el responsable de resguardar dicho expediente y verificar que éste está completo al momento de que el estudiante solicite la asignación de un Jurado de Examen de Grado extendiendo la Carta de Liberación de Expediente Interno. El estudiante no podrá presentar Examen de Grado si su expediente no está completo.

9.2.1 Bajas temporales y definitivas

Las bajas de asignaturas y las bajas temporales y definitivas de estudiantes en el Programa se aplicarán conforme al Capítulo V, artículos 75-83, del Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

9.3 Obtención del grado

La normativa para obtener el grado se apegará al artículo 86 del Capítulo VI del RGEP-UMSNH, que a la letra expresa:

Artículo 86. El alumno deberá:

- i. Haber aprobado las asignaturas o haber cubierto los créditos y actividades académicas contempladas en el Plan de Estudios correspondiente.
- ii. Haber presentado una tesis de grado o su equivalente de acuerdo con los lineamientos señalados por las Normas complementarias del programa, y aprobar el examen de grado oral que versará sobre la misma.
- iii. Haber cumplido con los demás requisitos establecidos en la Legislación Universitaria aplicable.

A los que la MCIF le agrega como Normas Complementarias:

- a) Haber cubierto el respectivo Plan de Estudios en un plazo efectivo no mayor a 2 años, cubriendo un horario de permanencia en la sede de 40 horas a la semana. Para casos especiales el tiempo máximo de permanencia podrá incrementarse hasta un semestre, y como máximo dos semestres, siempre que el Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado lo apruebe.
- b) Cumplir con todos los requisitos presentes en el Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la UMSNH.
- c) Presentar una tesis de investigación ante un jurado que será designado por el Consejo Interno de Posgrado, el cual en su mayoría estará integrado por los miembros del Comité Tutorial. Se recomienda la participación de un Profesor externo al programa en el jurado.
- d) El Examen de Grado de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Física consta de dos partes:
 - A) La primera es la presentación oral de un Coloquio de Examen de Grado, en el cual el estudiante defenderá académicamente los resultados científicos o tecnológicos de su tesis ante el Jurado de Examen de Grado designado por el CIDEP. El Coloquio de Examen de Grado será una evaluación profunda y exhaustiva de los conocimientos y la capacidad científica y académica del sustentante y solo será aprobado por los miembros del Jurado de Examen si se considera que el estudiante es capaz de ostentar el grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería Física. En caso de que los miembros del Jurado de Examen consideren que el sustentante no tiene las capacidades para ostentar el grado que otorga esta Maestría no avalará positivamente el Coloquio. El coloquio se llevará a cabo a puerta cerrada y será presidido por el Presidente

del Jurado de Examen de Grado. Al final de este, se levantará un acta utilizando para ello los formatos administrativos que se pueden descargar de la página web de la Maestría, en la cual quedará asentado el resolutivo de si el Coloquio es "Avalado" o "No Avalado". En caso de no ser avalado el trabajo de tesis, el estudiante podrá solicitar por única ocasión presentar de nueva cuenta el coloquio de tesis. En caso de que el trabajo de tesis no sea avalado por segunda ocasión, el estudiante quedará dado de baja del Programa (en apego al artículo 79, inciso h, del Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la UMSNH).

B) La segunda parte es la presentación de una Defensa Oral del trabajo de tesis que se llevará a cabo a público abierto y cuyo contenido versará sobre la tesis presentada.

Las fechas relevantes para presentar el Examen de Grado en todas sus partes seguirán el siguiente procedimiento:

- α. Los estudiantes en común acuerdo con sus Directores de Tesis y en estricto apego a los reglamentos establecidos en el RGEP-UMSNH solicitarán por escrito al CIDEP la asignación de los miembros de su Jurado de Examen de Grado, para lo cual utilizarán los formatos que para tal fin se encuentran para su descarga en la página web de la maestría. Los estudiantes que terminan su programa en Febrero solicitarán la asignación de su Jurado de Examen de Grado el primer día laboral del mes de enero. Los estudiantes que terminan sus estudios en agosto solicitarán la asignación de su Jurado de Examen de Grado el primer lunes de la tercera semana del mes de junio.
- β. La versión final de la tesis escita por el estudiante y con firmas autógrafas de una "declaratoria de responsabilidades" por parte tanto del estudiante como de los directores de tesis, será entregada a los Miembros del Jurado de Examen de Grado el primer lunes de la segunda semana del mes de enero para estudiantes que finalizan su maestría en febrero, y el primer día hábil del mes de julio para los estudiantes que terminan sus estudios en el mes de agosto. Los miembros de los Jurados de Examen de Grado tendrán 10 días hábiles para revisar las tesis y retroalimentar a los estudiantes.
- χ. El Coloquio de Examen de Grado será presentado en el transcurso de la primera semana del mes de febrero, para estudiantes que terminan en febrero y de la primera semana de agosto para estudiantes que terminan en agosto. La coordinación y organización del Coloquio de Examen de Grado será responsabilidad del Director de Tesis, el

- levantamiento del acta correspondiente será coordinada por el Presidente del Jurado de examen de Grado.
- δ. La fecha de la presentación de la Defensa de Tesis a público abierto será establecida en común acuerdo por los miembros del Jurado de Examen de Grado una vez que el Coloquio haya sido aprobado, y será asentada por escrito en el Acta correspondiente. En caso de que el estudiante apruebe sin contratiempos el Coloquio, debe procurarse que la Defensa de la Tesis a público abierto y la obtención del grado sea antes del día 15 del mes de febrero, o en su caso del mes de agosto, respectivamente. Esto permitirá a los estudiantes graduados continuar sus estudios de Doctorado sin interrupciones semestrales.

El jurado de examen de grado estará formado por un presidente y dos vocales titulares y un vocal suplente. El Director de Tesis podrá fungir como presidente del jurado. En su mayoría el Comité Tutorial formará parte del jurado para practicar el examen de grado. Se recomienda que uno de los vocales sea un profesor externo a la UMSNH.

El Jurado de Examen de Grado podrá conceder mención honorífica al sustentante, la cual se podrá otorgar en función de una excelente trayectoria académica del estudiante en sus estudios de maestría y la exposición de su Tesis en el Coloquio con calidad excepcional. Para ello se requiere:

- a. Que haya cursado en tiempo y forma sus estudios de grado de manera ininterrumpida y presentar el Examen de Grado en un máximo de tres meses posteriores a la duración del programa de Maestía.
- b. Que el promedio de calificaciones sea igual o superior a 9.5 o su equivalente, y que no haya reprobado ninguna asignatura o actividad académica durante sus estudios.
- c. Que el alumno haya observado el reglamento del programa durante sus estudios.
- d. Que su productividad académica sea superior a la recomendada para la obtención del grado.
- e. Que la Mención Honorífica sea acordada por unanimidad por los miembros del jurado en el Coloquio de acuerdo con siguientes los criterios: 1) Calidad de la tesis, 2) Calidad de la defensa de la tesis y 3) Trayectoria y productividad académica. El Presiente del jurado deberá de solicitar la mención honorifica al Coordinador de la Maestría para que además, se verifique si efectivamente el estudiante cumple con todos los requisitos necesarios. Posteriormente el Coordinador notificará por escrito al presidente del Jurado si procede la solicitud de la mención honorífica que será asignada en el examen de grado.
- f. No debe ser propuesta por el Director, ni el Codirector de tesis, según sea el caso.

9.4 Pertenencia y permanencia en el Núcleo Académico del programa

El Personal Académico que participa en el Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física está conformado por los integrantes del Núcleo Académico y los Profesores Invitados. Los profesores adscritos a la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas podrán pertenecer al Núcleo Académico o participar como Profesores Invitados dentro del Programa. Profesores de otras dependencias de la UMSNH o de otras instituciones podrán pertenecer al Núcleo Académico o ser Profesores Invitados si cumplen con los requisitos que establecen el Reglamento General para los Estudios de Posgrado y las Normas Complementarias para la Operación del Programa, y su solicitud es aprobada por el Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado.

9.4.1 El Núcleo Académico

Es el conjunto de profesores que tiene las responsabilidades inherentes a un Programa de Posgrado como: docencia, tutoría, investigación, gestión, participación en exámenes y en dirección de tesis. Los profesores interesados en ingresar o permanecer en el Núcleo Académico de este Programa deberán:

- a) Tener el grado de Doctor en un área afín a alguna(s) línea(s) LGAC del Programa. El grado de Doctor deberá haber sido otorgado por algún posgrado perteneciente al PNPC de CONACyT o por alguna institución de calidad equivalente.
- b) Ser profesores de tiempo completo adscrito a la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la UMSNH.
- c) Ser profesor Retenido/Repatriado o Catedrático CONACyT.
- d) Tener al menos una publicación en revistas indexadas y de circulación internacional en los últimos tres años o alternativamente tener patentes registradas o en trámite al momento de su solicitud de ingreso.
- e) Pertenecer al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) o contar con una productividad equivalente al del nivel de candidato al momento de la solicitud.
- f) En el caso de profesores investigadores externos a la FCFM-UMSNH, estos deberán cumplir todos los requisitos establecidos en el Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la UMSNH.
- g) Los profesores investigadores pertenecientes al Núcleo Académico adscritos a la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas que hayan contribuido en el pasado al desarrollo del Posgrado en Ciencias en Ingeniería Física, incluyendo la Maestría y el Doctorado, realizando gestiones administrativas sustanciales como lo son las Coordinaciones de la Maestría y el Doctorado, los Directores de la Facultad y los Jefes de División de Estudios de Posgrado y sean investigadores activos, tendrán

derecho irrestricto a pertenecer al Núcleo Académico de la Maestría y al del Doctorado.

9.4.2 Permanencia en el Núcleo Académico

El periodo de permanencia en el Núcleo Académico del Programa será por tres años. La solicitud de permanecía deberá hacerse tres meses antes de que concluya su periodo de permanencia al Consejo Interno de Posgrado. En caso de una decisión no favorable por parte del Consejo Interno de Posgrado respecto a la solicitud de permanencia, el Consejo Interno de Posgrado deberá entregar al interesado una carta explicando los motivos de la decisión y las sugerencias para que se reincorpore. Si no cumple con los requisitos de permanencia podrá hacer su solicitud cuando cumpla con los mismos. En caso de que un profesor quede fuera del Núcleo Académico debido a su productividad (ver incisos c) y d) de la Sección 8.4.1), estando dirigiendo tesis de estudiantes, podrá seguir fungiendo como tutor hasta que los estudiantes se gradúen o queden dados de baja, pero no podrá dirigir nuevas tesis hasta que se reintegre al Núcleo Académico.

9.4.3 Profesores Invitados

Los Profesores Invitados dentro del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física son aquellos que colaboran en el Programa impartiendo asignaturas en el mismo, cursos, talleres, etcétera o que forman parte de los Comités Tutoriales. Para participar dentro del Programa como Profesor Invitado se requiere:

- a) Tener al menos el grado de Doctor en un área afín al Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física.
- b) Ser profesor de tiempo completo de alguna Institución de Educación Superior y encontrarse activo como investigador.
- c) Realizar investigación relacionada con alguna de las LGAC del programa.

Los Profesores Invitados durarán como tales un periodo de dos años, al término del cual podrán solicitar su permanencia por escrito al Consejo Interno de Posgrado.

Un Profesor Invitado podrá participar hasta en tres comités tutoriales distintos simultáneamente.

Profesores de otras Facultades, Institutos o Instituciones distintas a la UMSNH, podrán pertenecer al Núcleo Académico del Programa cuando hayan participado previamente como Profesores Invitados y/o colaborado en proyectos de investigación con algún miembro del Núcleo Académico durante al menos dos años y declaren por escrito en su solicitud de

ingreso estar dispuestos a participar en las actividades y responsabilidades administrativas del posgrado, o podrán participar como Profesores Invitados siempre y cuando muestren disponibilidad e interés en participar en el Programa de Posgrado y cumplan con los requisitos anteriores.

El Consejo Interno de Posgrado debe cuidar que el número de profesores participantes en el Programa satisfaga el indicador de excelencia de CONACYT para Programas de Posgrado dentro del PNPC. La permanencia de un Profesor como parte del Personal Académico del Programa será determinada por el Consejo Interno de Posgrado. La permanencia deberá ser dictaminada por el Consejo Interno de Posgrado en base a su productividad, al indicador de excelencia vigente referente a la proporción de profesores dentro del SNI, y al historial de trabajo administrativo que el profesor haya realizado en beneficio del posgrado.

9.4.4 Derechos y obligaciones del Personal Académico del Programa

Los derechos y obligaciones del Personal Académico de la UMSNH que participa en el Programa se encuentran en el Marco Jurídico de la UMSNH. Todo el Personal Académico del Programa de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Física tiene los siguientes derechos y obligaciones:

Todo profesor perteneciente al Núcleo Académico de la MCIF tiene la obligación explicita de contribuir al desarrollo de la maestría, participando como Coordinador de la Maestría o bien como Jefe de División de Estudios de posgrado cuando el director de la FCFM requiera su apoyo. La Coordinación de la Maestría se turnara entre todos los miembros del Núcleo Académico siguiendo un orden alfabético de la A a la Z del primer apellido, quedando exentos de esta responsabilidad: a) los profesores que ya hayan ocupado con anterioridad la Coordinación o Jefatura de Posgrado, b) profesores que ocupen la dirección de la facultad en ese momento, c) profesores que por causas médicas de fuerza mayor les impidan ocupar el cargo. La negativa a apoyar la negativa de participar en la coordinación o en la Jefatura de Posgrado será motivo suficiente para que el Consejo Interno de Estudios de Posgrado decida dar de baja al profesor del Núcleo Académico de la Maestría.

9.4.4.1 Los Tutores o Directores, así como los Codirectores de Tesis y los miembros de los Comités Tutoriales de algún estudiante del Programa tienen el derecho a que se les reconozca y recibir los créditos como tales.

9.4.4.2 Todo el Personal Académico del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física tiene el derecho a que se le reconozca en todas y cada una de las actividades

académicas en que participa, tales como impartición de asignaturas, impartición de seminarios, etc.

9.4.4.3 Todos los miembros del Núcleo Académico tienen la obligación y el derecho a participar en la impartición de cursos tanto propedéuticos como básicos y optativos de manera periódica.

9.4.4.4 A fin de mantener actualizada la información de la productividad académica en el Programa, los profesores participantes en el mismo están obligados a entregar un reporte anual de su productividad al Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado. Este informe debe incluir copia de la productividad académica, así como de actividades de vinculación. Esta información será utilizada para presentarla como comprobante en las evaluaciones de partencia del PNPC CONACYT del programa de posgrado.

9.4.4.5 Los Directores de Tesis y cada uno de los miembros de los Comités Tutoriales de algún estudiante del Programa tienen la obligación de atender a las citas de seguimiento académico del estudiante tutorado y emitir la evaluación correspondiente. Las citas de seguimiento académico se deberán concertar con al menos 15 días hábiles de anticipación.

9.4.4.6 Cualquier miembro del Personal Académico que participe en el Programa deberá mantener un trato cordial y de mutuo respeto con el resto de sus colegas y con los estudiantes.

9.5 Director de Tesis, Codirector y Tutor

Las funciones del Director de Tesis se sujetarán a lo estipulado en el RGEP-UMSNH, y Son las siguientes:

- i. Elaborar juntamente con el estudiante el Plan de trabajo que desarrollará durante su formación académica tomando en cuenta las asignaturas Básicas y Optativas que el estudiante cursará.
- ii. Orientar al estudiante en su formación, en su investigación y otras actividades académicas.
- iii. Orientar al estudiante para la elección del tema de tesis, en la elaboración de la misma y en la preparación del Examen de Grado.
- iv. Proponer de manera oportuna al Comité Tutorial del estudiante.
- v. El Director de tesis y el alumno deberán elaborar por escrito, de forma conjunta, el Protocolo de investigación ante el Comité Tutorial, quien deberá revisar y avalar los temas de tesis.
- vi. Proponer al Consejo Interno de Posgrado, de común acuerdo con el estudiante, los integrantes del Jurado para el Examen de Grado del alumno.
- i. Formar parte de la Mesa Sinodal del Examen de Grado del alumno dirigido.
- ii. Graduar al estudiante en un lapso no mayor a 2 años, sin incluir las bajas temporales justificadas y aprobadas por el CIDEP.

Para poder participar como Director de Tesis en el Programa se requiere formar parte del Núcleo Académico Básico. Las funciones del Director de Tesis se mencionan en la Sección 8.1 de estas Normas Complementarias. Cada Tutor tendrá la obligación de dar a conocer a los alumnos de recién ingreso su trabajo de investigación a través de conferencias para que el alumno identifique sus áreas de interés y el Consejo Interno de Posgrado pueda asignar un Director de Tesis a cada alumno inscrito al Programa. Esta asignación se llevará a cabo al inicio del programa de estudios de cada estudiante.

Cada Director de Tesis del Programa podrá dirigir como máximo hasta 4 tesis de maestría simultáneamente. Solo excepcionalmente un Director de Tesis de algún estudiante del Programa se podrá deslindar de esta responsabilidad mediante la solicitud correspondiente, dirigida al Consejo Interno de Posgrado, dando las explicaciones pertinentes.

9.5.1 Comités Tutoriales

El Comité Tutorial estará conformado por el Director de Tesis y el Codirector de Tesis (en caso de tenerlo), dos profesores miembros titulares y un profesor miembro suplente, los cuales deberán ser participantes en el Programa de Posgrado. El profesor suplente entrará en sustitución sólo cuando algún titular no pueda participar en las entrevistas con el estudiante y/o en la evaluación de su seguimiento. El Director de Tesis será el principal responsable del proyecto de investigación del estudiante y será quien coordine el Comité Tutorial. Un miembro del Núcleo Académico del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física podrá formar parte de los Comités Tutoriales y podrá participar hasta en seis Comités Tutoriales distintos de manera simultánea como titular y sin restricción si es suplente. Algún miembro de un Comité Tutorial podrá desentenderse de esta responsabilidad como tal, solamente transcurridos al menos seis meses de su designación y deberá informarlo por escrito al Consejo Interno de Posgrado con un mes de anticipación.

9.5.2 Codirección

En caso de ser necesario, el estudiante, de común acuerdo con su Director de Tesis, podrá solicitar al Consejo Interno de Posgrado que se le asigne un Codirector de Tesis mediante una solicitud. El Codirector podrá ser un investigador en activo que no pertenezca al NAB del Programa con adscripción a una institución de investigación o de educación superior nacional o extranjera y podrá formar parte del Comité Tutorial del estudiante. El Director de Tesis será el principal responsable del trabajo de investigación del estudiante y esta responsabilidad no deberá ser relegada al Codirector. Dos miembros del Núcleo Académico del Programa podrán codirigir con igualdad de responsabilidad a un estudiante. Por ejemplo,

cuando el trabajo de tesis tenga una componente experimental y una componente teórica. En este caso, la principal línea de investigación de uno deberá ser experimental, mientras que la principal línea de investigación del otro deberá ser teórica.

Para poder fungir como Codirector de Tesis se requiere que el profesor cumpla, al menos, con los requisitos estipulados en la Sección 8.4.1. El Consejo Interno de Posgrado, de acuerdo a la documentación presentada, podrá dar el aval de Codirector previa solicitud del interesado.

9.6 Flexibilidad del plan de estudios

El alumno podrá elegir una trayectoria que se ajuste a sus objetivos ya que a partir del segundo semestre podrá cursar materias optativas. Dicha elección tendrá la supervisión del Tutor o Director de Tesis. El alumno tendrá la opción de participar en los diferentes convenios de movilidad que existan con otras Universidades, siempre que sea aceptado dentro del programa de movilidad y que haya terminado el segundo semestre del Programa.

9.7 Investigación

Las líneas de investigación asociadas al Programa (ver Sección 5.3) se derivan de las actividades desarrolladas en los cuerpos académicos (en el caso de profesores investigadores adscritos a la UMSNH) o grupos de investigación a los que pertenecen los Directores de Tesis de este Programa, y, por lo tanto, se encuentran normadas al interior de cada cuerpo académico o grupo de investigación.

La investigación desarrollada por cada Tutor dentro de las LGAC asociadas al Programa, por su propia naturaleza, generarán problemas de investigación adecuados para que un estudiante realice su tesis de maestría.

9.8 Evaluación

9.8.1 Evaluación del personal del Núcleo Académico

La productividad del personal académico será evaluada cada tres años para determinar su permanencia en el Núcleo Académico. Los requisitos que se deben cumplir para la permanencia se enmarcan en la Sección 8.4.1 y en la Subsección 8.4.1.1.

9.8.2 Evaluación periódica del Programa

El Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física, de acuerdo con el artículo 44 del RGEP-UMSNH se deberá revisar cada cuatro años y, en su caso, reformarse. También las asignaturas deberán revisarse y actualizarse cada cuatro años. El Consejo Interno de Posgrado deberá designar una comisión, formada por el Jefe de la División de Estudios de Posgrado, el Coordinador del Programa y un profesor del NAB para la revisión del Programa y la actualización de las asignaturas. Esta misma comisión dará seguimiento a los objetivos del Programa mediante mecanismos como encuestas a sus egresados, atención a las recomendaciones de evaluaciones pasadas PNPC-CONACYT, autoevaluación del Programa, etc., e implementará las acciones a seguir para que los objetivos sean cumplidos o sean reacondicionados.

9.9 Casos no previstos

Los casos no previstos en estas Normas Complementarias para la Operación del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física serán resueltos y sancionados, conforme al marco jurídico vigente de la UMSNH, por el Consejo Interno de Posgrado de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la UMSNH.

9.10 Transitorio

Estas Normas Operativas entrarán en vigor inmediatamente después de la aprobación del presente Proyecto de Reforma del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física por parte del H. Consejo Universitario de la UMSNH.

10. PLAN DE DESARROLLO DEL PROGRAMA

10.1 Introducción

Las áreas del conocimiento como Física, Matemáticas e Ingeniería han jugado un papel muy importante en el desarrollo de la sociedad, primeramente, desde descubrimientos o predicciones de fenómenos que nunca antes se habían observado y que funcionaron como precursores del avance y desarrollo de la sociedad, hasta el día de hoy, en sus aplicaciones a la creación e innovación de la alta tecnología, así como su injerencia en muchos ámbitos donde también se desarrollan otras áreas del conocimiento científico como por ejemplo, en las Ciencias Biológicas, de la Salud y las Ciencias de Materiales. La conjunción de todas estas disciplinas es requerida por los problemas que se están presentando dentro del Estado de Michoacán y del país. Debido a esto, es fundamental la formación y consolidación de grupos de investigación interdisciplinarios que conozcan las debilidades en desarrollo tecnológico y científico de nuestro entorno social para poder llevar a cabo la formación de recursos humanos altamente calificados con habilidades para resolver problemas en donde se conjuguen las Ciencias Físicas y la Ingeniería y así potenciar la solución de problemas inherentes de nuestra sociedad impactando en el desarrollo social de nuestro estado y país. Con este fin fue creado el Programa de Posgrado de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física, que se ofrece en la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Un Programa de Posgrado como este genera recursos humanos especializados y fortalece y consolida estas ramas de la ciencia aplicada, que son prioritarias para México. Como se ha establecido en los Objetivos del Programa y en base a las estadísticas recopiladas por el Programa, se espera que ingresen alrededor de 5 a 6 estudiantes por semestre al Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física. Se desea que todos los que ingresen obtengan su grado en un período ideal de 2 años. Dado que a lo largo de estos años de operación de este Programa hemos recibido estudiantes de varias partes de México, incluso tenemos varios estudiantes extranjeros inscritos en el mismo, se espera que el Programa sea reconocido a nivel nacional e internacional y que además de permanecer en el PNPC del CONACyT pueda ir avanzando en los niveles de consolidación que distingue el PNPC, para que con ello continuemos captando el interés de estudiantes de otras regiones del país y del extranjero. La próxima evaluación será en el presente año 2021, seguida por otra en el 2024, y se espera también que la planta docente del Núcleo Académico se fortalezca en su consolidación académica. A la par de esta Reforma, se tiene planeada una adecuación constante de este Programa, el cual dio inicio en el año 2010 y pertenece actualmente al PNPC del CONACyT con el nivel de "En Formación".

10.2 Objetivos

General

El objetivo general de este Programa de Maestría consiste en formar recursos humanos que participen en labores de investigación empleando los conocimientos de la Física para modelar, experimentar, analizar y sintetizar resultados y proponer aplicaciones tecnológicas o soluciones a problemas de Ingeniería. Otro de los principales objetivos de este Programa de Posgrado es que en las próximas evaluaciones logre obtener el Nivel "Consolidado" del PNPC, e ir escalando de nivel en evaluaciones futuras hasta lograr la "Competencia Internacional".

Como objetivo a largo plazo, se espera que a nivel nacional este Programa tenga presencia en la solución de problemas de impacto social, mediante la conjunción de la física y la ingeniería.

Se pueden destacar los siguientes objetivos particulares:

- 1. Formar recursos humanos con conocimientos sólidos en las áreas de Modelado, Ciencia e Ingeniería de Materiales, Estructura de la Materia y Física Aplicada
- 2. Proponer aplicaciones tecnológicas.
- 3. Ofrecer soluciones a problemas de ingeniería que puedan resolverse en base a los fundamentos físicos del problema.
- 4. Formar recursos humanos cuyo desempeño contribuya al desarrollo social, industrial o ambiental de su entorno mediante el desarrollo de proyectos interdisciplinarios o vinculados con la industria privada del país.

Este Programa de Maestría está dirigido principalmente a estudiantes que hayan concluido sus estudios de Licenciatura en alguna de las diversas áreas de ingeniería afines o de ciencias exactas.

10.3 Estrategias y metas a mediano y largo plazo

Personal Académico

En los primeros dos años de funcionamiento del Programa se contrató, mediante plazas de retención del CONACyT a dos investigadores. Durante la segunda etapa de funcionamiento del Programa se logró, mediante el Programa Cátedras CONACyT, la colaboración con un Profesor Investigador Cátedras CONACyT, el cual está comisionado en la FCFM-UMSNH y pertenece al NAB de este Programa. En el año 2019 se incorporó un nuevo integrante del NAB mediante el programa de Retenciones/Repatriaciones especialista en el área de Dispositivos Semiconductores. A largo plazo, se tiene planeada la incorporación de dos

profesores investigadores más con doctorado, quienes fortalecerán al NAB y tendrán también injerencia en el Programa de Licenciatura en Ciencias Físico Matemáticas de la FCFM-UMSNH. La llegada de estos dos nuevos doctores se tiene prevista para los siguientes dos años, 2022 a 2023, de funcionamiento del Programa, pensando en que contribuyan a desarrollar las LGAC de este Programa y al menos uno posea una formación con características de interdisciplinariedad. Durante el mes de septiembre del año 2014, el Programa de Maestría recibió el apoyo del Programa Cátedras CONACyT, en donde el CONACyT mandató la comisión de un Catedrático CONACyT para apoyar este Programa. El Catedrático CONACyT desarrolla la LGAC de Estructura de la Materia y derivado de esta colaboración académica se han graduado tres Maestros en Ciencias en Ingeniería Física, los cuales forman ya parte del Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física. Por tales motivos, el Posgrado en Ciencias en Ingeniería Física junto con los miembros del Consejo Interno de Posgrado continuarán buscando mediante Proyectos de Investigación el beneficio de contar con la colaboración de alguno o más Catedráticos CONACyT que coadyuven a potenciar el desarrollo científico y tecnológico que ofrece este Programa de Posgrado.

Debido a que nuestro Programa de Maestría ya es conocido a nivel regional, nacional e internacional, con la llegada constante de en promedio 5 estudiantes por generación y de acuerdo con el alto estándar académico del Personal con el que cuenta el Programa, se espera que a mediano plazo los miembros del Núcleo Académico continúen avanzando en los niveles del SNI, de tal suerte que la mayoría acceda al menos al nivel II, y que los profesores investigadores que ya están en el nivel II suban al nivel III, mientras que los miembros del Núcleo Académico que ya son nivel III se mantengan en el mismo y se sigan consolidando, para beneficio de nuestros potenciales estudiantes, de la UMSNH, del Estado de Michoacán y de México. Además, de manera constante se comunicará a los miembros del Núcleo Académico adscritos a la UMSNH la importancia de contar con el Perfil Deseable del PRODEP, de tal suerte, que este indicador junto con el SNI permita a la UMSNH hacerse con una mayor cantidad de recursos económicos en beneficio de este Programa.

Se buscará por todos los medios fomentar la actualización académica de los profesores miembros del Núcleo Académico, por medio de participaciones en congresos internacionales de su especialidad y motivándolos para que construyan colaboraciones, ya sea con colegas mexicanos o extranjeros. En la medida de lo posible se podrá apoyar con recursos económicos del Programa a los profesores miembros que tengan la inquietud por actualizarse mediante estos mecanismos, o bien, con recursos externos provenientes de proyectos tales como el PFCE-SEP, entre otros.

Infraestructura para la docencia

Se tiene planeado acondicionar las aulas existentes como aulas inteligentes, así como el espacio destinado para estudiantes, de tal modo, que estos puedan contar con todas las

comodidades que requiere un estudiante de posgrado de modernidad. Para este fin, se tiene planeado la adquisición de equipo accesorio como cañones proyectores de video y pizarrones inteligentes, pues ya se cuenta con uno de estos pizarrones el cual facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo tanto, durante el periodo 2020-2022 se espera cumplir con estos propósitos a través de gestión de proyectos de infraestructura, principalmente, por medio del PFCE, que es de donde se han conseguido los apoyos más significativos para infraestructura del Programa.

Infraestructura para la investigación

Se pretende que los investigadores que se contraten a partir del año 2021 cuenten con un cubículo equipado, equipo de cómputo y de laboratorio para el buen desempeño de sus tareas de investigación; estas metas se pueden lograr, por ejemplo, a través del Programa de Retenciones y Repatriaciones del CONACyT. Actualmente, se pone especial atención en el equipamiento y manutención de laboratorios de docencia e investigación. Se ha solicitado apoyo económico a través del Programa Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI), ahora PFCE. Con estos apoyos se ha logrado equipar parcialmente estos laboratorios. Por otro lado, estos laboratorios se han estado o se estarán equipando con apoyos de proyectos del CONACyT, por ejemplo, el Laboratorio de Biofisicoquímica y Estudios de Radiación, que está a cargo de la Dra. Nabanita Dasgupta-Schubert, se ha podido adecuar y echar a andar debido a que la Dra. Dasgupta-Schubert obtuvo apoyo del CONACyT para adecuación de dicho laboratorio en la convocatoria de Proyectos de Ciencia Básica del CONACyT 2015. El Laboratorio de Fisicoquímica y Fluidos Complejos a cargo del Dr. Gonzalo Viramontes también se ha formado con contribuciones del PFC (antes PIFI) y dos proyectos CONACyT de Ciencia Básica. Otro ejemplo es el Laboratorio de Sensores Ópticos a cargo de la Dra. Mary Carmen Peña Gomar, que se ha formado con contribuciones de proyectos de Ciencia Básica del CONACyT. Más recientemente, el Laboratorio de Dispositivos Semiconductores a cargo del Dr. Dagoberto Cardona se está equipando actualmente con recursos gestionados de todas estas fuentes de apoyo a la ciencia.

Financiamiento del programa

Debido a que se pretende subir el nivel de distinción de este Programa de acuerdo con el padrón de excelencia de CONACyT (actualmente de Programa de Posgrado "En Desarrollo") dentro de la próxima evaluación, el personal académico que participa en el NAB continuará gestionando recursos que sigan permitiendo el buen funcionamiento del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física. El NAB de este Programa se ha distinguido por su capacidad para hacer gestión consiguiendo apoyos económicos por medio de proyectos de investigación ante instancias como el CONACyT y otros organismos nacionales y del extranjero. Por este motivo, se tiene la expectativa de que se seguirán gestionando apoyos económicos para proyectos de investigación que beneficien tanto a la institución a través de

adquisición de equipo de laboratorio e infraestructura, así como apoyos a los estudiantes mediante becas y gastos para congresos, estancias de investigación, movilidad, etc.

También se estarán gestionando recursos exclusivos mediante programas de la SEP tales como PFCE. Adicionalmente, este Programa cuenta con un Programa Operativo Anual de sostenimiento proveniente de la UMSNH, en donde se le asignan recursos económicos anuales para operatividad, que de acuerdo con el buen funcionamiento y crecimiento de este Programa de Posgrado se espera puedan incrementarse en los siguientes años.

Estudiantes

En la medida de lo posible, se promoverá el aumento de la matrícula de estudiantes, de tal suerte que supere la media de 6 estudiantes por generación semestral hasta llegar posiblemente hasta 7. Los mecanismos para lograr esta meta consistirán en la vinculación con el entorno fuera de la UMSNH, a través del Programa Exporienta, de la Feria Nacional de Posgrados de CONACyT, de la divulgación de la Ciencia en la mayor parte del Estado de Michoacán, de la difusión del Programa en las bases de datos de la Sociedad Mexicana de Física, de la difusión del Programa por medio de trípticos dispersados en todas las universidades del Estado de Michoacán que cuenten con carreras de ingeniería, de la difusión del Programa en eventos como el Congreso Nacional de Física y en eventos nacionales e internacionales de Ingeniería Física, se intensificará la difusión del Programa en la página de Posgrados de la UMSNH, se mantendrá activa y actualizada la página web del Programa, etc.

Seguimiento de egresados

Actualmente se tiene habilitado un Programa de Seguimiento Propio de Egresados en donde se tiene conocimiento puntual acerca de la situación laboral o académica de nuestros egresados, el cual se está actualizando una vez por año. En la tabla 10.1 sólo se reportan los estudiantes graduados y su situación laboral en tiempo y forma de acuerdo con el estándar de eficiencia terminal que marca el PNPC-CONACyT.

Tabla 10.1 Egresados del Programa y su situación actual.

Número de egresado	Nombre del egresado	Situación laboral o académica
1	Rafael García Ruiz	Investigador-UNAM-Morelia
2	Antonio Rendón Romero	Profesor UMSNH
3	Silvano Velázquez Roque	Docente ITS-Purhepecha
4	Cederik León de León Acuña	UMSNH
5	Didier Alejandro Patiño Rodríguez	Doctorado-CINVESTAV
6	Tania Elizabeth Soto Guzmán	Profesor -UNAM-Morelia
7	Miguel Ángel Córdova Fajardo	DCIF-UMSNH
8	Juan Andrés Medina Cervantes	DCQ-UMSNH
9	Irma Rangel Recio	DCIF-UMSNH

10	Yuritzi Ruiz Barrera	Profesor -UNAM-Morelia
11	Jorge Pavel Victoria Tafoya	PhD Queen Mary University of London
12	Eduardo González Pérez	DCIF-UMSNH
13	Jeovani González Pineda	Estancia Posdoctoral UAZ
14	José Ángel Ramírez García	Profesor Universidad Politécnica de Penjamo
15	Abdul Mauricio Reyes Usuga	Estancia Posdoctoral CNyN-UNAM
16	Ulises Uriostegui Legorreta	Doctorado Cinvestav GDL
17	Hugo Enrique Alva Medrano	Profesor Universidad Tecnológica de Morelia
18	Víctor Castillo Gallardo	DCIF-UMSNH
19	Eligio Cruz Albaro	DCIF-UMSNH
20	David Espinosa Gómez	DCIF-UMSNH
20	Fernando Obed Guillen Reyes	Doctorado Universidad de Montreal, Canadá
22	Ricardo González Cárabes	Doctorado IIMM-UMSNH
23	Luis Bernardo López Sosa	Profesor UIIM
24	Miguel Ángel Téllez Villaseñor	Doctorado IIMM-UMSNH
25	Gerardo Tinoco Guerrero	Profesor ITM
26		Doctorado IIMM-UMSNH
27	Cindy Sinaí Velázquez González	Profesor UNICLA
28	Arturo Sosa Chávez	DCIF-UMSNH
28	Luis Eduardo Puente Díaz	
	Brenda Quezadas Vivian	DCIF-UMSNH
30	Ricardo Daniel Gallardo García Guillermo González Estrada	DCIF-UMSNH DCIF-UMSNH
32		
33	José Eduardo Medina Magallón	DCIF-UMSNH
	Sebastián Montejo Montejo	Destar de CIO
34	Ana Karen Reyes	Doctorado CIO
35	Pedro Luis Cástulo Cruz	DCIF-UMSNH
36	Alejandro Alonso Sotolongo	Doctorado IIMM-UMSNH
37	Olivier Biomoma Kazadi	DCIF-UMSNH
38	Eliezer Lozano Trejo	CIMAT
39	Mario Alejandro Milla Franco	Doctorado UNAM
40	Iván Felipe Bedoya Trujillo	Doctorado IIMM-UMSNH
41	Josué Cohenete Crisóstomo	DCIF-UMSNH
42	Jorge Luis Rodríguez Alejandre	DCIF-UMSNH
43	Herminio Rebollo Sandoval	DCIF-UMSNH
44	Juan José Rivas Ramírez	DCIF-UMSNH
45	Everardo Urquiza Trejo	Everardo Urquiza Trejo
46	Eduardo Mellado Villaseñor	Everardo Urquiza Trejo
47	Ricardo Román Gutiérrez	Everardo Urquiza Trejo
48	Juan Carlos Avilés Sánchez	Recién egresado 2021
48	Jonathan Vera Montes	Recién egresado 2021

Acervo bibliográfico

Se está apoyando a las gestiones de la Dirección General de Bibliotecas y las autoridades de la UMSNH para que la Universidad adquiera las bases de datos y de consulta científica mas importantes, ahora que ya no se tienen el apoyo del Consorcio de Universidades para el Acceso a la Información Científica y Tecnológica, con lo cual se tenía garantizado el acceso a revistas especializadas en las áreas de matemáticas, física e ingeniería. Ahora se estará actualizando mediante consultas, las necesidades de nuestra comunidad de investigadores, y

reportándolas a las autoridades universitarias respectivas, con el objetivo de que la UMSNH pueda adquirir las más relevantes.

De igual forma, con los apoyos del PFCE (antes PIFI) se pretende seguir incrementando el acervo bibliográfico de la Facultad con la adquisición de unos 50 libros promedio por año, cuyos contenidos estén vinculados a las áreas de conocimiento que desarrolla el Programa.

Productividad académica del personal académico

Se espera que los investigadores que conformen el Núcleo Académico Básico del Programa, tengan en promedio al menos un artículo de investigación por año durante los primeros cinco años posteriores a la evaluación 2021 y que en este periodo al menos un 95% de los profesores del Núcleo Académico estén en el SNI.

Eficiencia terminal

A fin de cumplir con los indicadores del CONACyT, se pretende que las generaciones que egresarán durante los primeros cinco años posteriores a la evaluación 2021 del Programa alcancen una eficiencia terminal promedio de al menos el 80%.

Actualización del plan de estudios

De acuerdo al artículo 44 del RGEP-UMSNH en el cuarto año de funcionamiento del Programa Reformado se llevará a cabo otra revisión del mismo con su reforma respectiva, en preparación a las siguientes evaluaciones por parte del PNPC del CONACyT, por lo que durante el periodo 2024-2025 se realizarán las modificaciones o adecuaciones de dicho Programa para ser presentadas a la Comisión correspondiente en el Consejo General de Estudios de Posgrado de la UMSNH y una vez consideradas las observaciones sea avalado por el H. Consejo Universitario de la UMSNH para poder evaluarse ante PNPC-CONACyT.

Desarrollo y consolidación de cuerpos académicos

Se espera que los cuerpos académicos que están vinculados al Programa se hayan convertido en cuerpos académicos consolidados para la evaluación del 2025.

Desarrollo y consolidación de líneas de investigación

Se espera que en las evaluaciones PNPC del CONACyT 2025 y posteriores las LGAC se hayan consolidado, dándonos la posibilidad de poder acceder al nivel de Programa de Posgrado de Competencia Internacional.

11. ANEXOS

11.1 Anexo A: Actas de Comisiones Evaluadoras

11.1.1 Acta del CIDEP-FCFM



ACTA DE REUNION FACULTAD DE CIENCIAS FISICO MATEMATICAS CONSEJO INTERNO DE LA DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

El día 20 de Abril de 2021 a las 17:00 horas, se reunieron los integrantes del **Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado (CIDEP)** de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, de manera virtual, debido a las medidas de contingencia por COVID-19, para llevar a cabo la reunión bajo el siguiente orden del día:

PUNTO UNICO

I. Analizar y en su caso aprobar, la Reforma al Programa de Estudios de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Física, presentado por: La Dra. Mary Carmen y Monserrat Peña Gomar, coordinadora de la maestría, el Dr. Gonzalo Viramontes Gamboa, Jefe de la División de Estudios de Posgrado y el Dr. Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta, Director de la Facultad de Cs. Físico-Matemáticas.

ACUERDOS

Después de discutir y analizar la reforma presentada se llegaron a los siguientes acuerdos:

- 1.- Se aprueba en lo general la reforma al plan de estudios presentada.
- 2.- Se acuerda llamar a una reunión del Núcleo Académico Básico (NAB), para discutir la pertinencia de incluir la materia INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA FÍSICA, γ que el acuerdo tomado en la reunión de NAB pase a ser parte integra de la reforma. Con lo cual queda también aprobada tanto en lo particular como en lo general.
- 3.- Se acuerda turnar la reforma al H. Consejo Técnico de la Facultad para su análisis y aprobación.

Se da por terminada la reunión siendo las 18:45 horas, firmando en debida constancia los miembros del Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas que en ella intervinieron.

Dr. Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta

Director de la Facultad

Dr. Jorge Isidro Aranda Sánchez Coordinador del Doctorado

Ha. Gpe. Garnica Romo

Dra. Ma. Guadalupe Garnica Romo Representante Profesor Dr. Gonzalo Viramontes Gamboa Jefe de División de Estudios de Posgrado

Dra. Mary Carmen M. Peña Gomar Coordinadora de la Maestría

M. C. Jorge Luis Rodríguez Alejandre Representante Estudiante

11.1.2. Acta de H. Consejo Técnico de la FCFM-UMSNH

Acta 11/2021 de la sesión extraordinaria del H. Consejo Técnico

13 de Mayo de 2021

Acta número 11/2021 de la sesión extraordinaria del H. Consejo Técnico de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas "Mat. Luis Manuel Rivera Gutiérrez", de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, efectuada el 07 de Mayo de 2021, por medio de la plataforma Meet de Google, debido a la Contingencia Sanitaria.

Siendo las 10:02 horas se dio inicio a la sesión, de acuerdo con el siguiente

ORDEN DEL DÍA

- 1. Lista de presentes y establecimiento de quórum legal.
- 2. Lectura y aprobación del acta de la sesión anterior.
- Solicitud de aval a la Reforma del Programa de Maestria en Ciencias en Ingenieria Física.
- 4. Solicitud de año Sabático.
- 5. Asuntos generales.

Lista de presentes y establecimiento de quórum legal.

Se procedió a pasar lista, contando con la presencia del Presidente del H. Consejo Técnico Dr. Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta, los Consejeros Profesores del Área de Matemáticas Dr. Homero Geovani Díaz Marín, M. en C. Christian Morales Ontiveros, el Consejero Profesor del Área de Física Dr. José Vega Cabrera, los Consejeros Alumnos del Área de Física C. Víctor Manuel Torres Domínguez, C. Eric Didier Galván Navarro, la Consejera Alumna del Área de Matemáticas, C. Valeria Froylán Lázaro, y el Dr. José Misael Vieyra Ríos, como Secretario del H. Consejo Técnico. Acto seguido el Presidente del H. Consejo Técnico declaró existencia del quórum para sesionar.

Lectura y aprobación del acta de la sesión anterior.

Se dio lectura y se aprobó por unanimidad de votos el acta número 10 de fecha 07 de Mayo del 2021.

 Solicitud de aval a la Reforma del Programa de Maestria en Ciencias en Ingenieria Fisica.

El H. Consejo Técnico de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, por unanimidad de votos su aval al Proyecto de Reforma del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física

Solicitud de año Sabático.

El Dr. Fernando Hernández Hernández, con fecha 13 de Abril de 2021, solicitó al H. Consejo Técnico de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas su aval para realizar disfrute de año sabático del 01 de Septiembre de 2021 al 31 de Agosto de 2022, con el propósito de realizar una estancia de investigación en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). El H. Consejo Técnico en apego al Reglamento para Disfrute de Año Sabático de los profesores de la UMSNH, da su aval por unanimidad de votos a la solicitud de disfrute de año sabático del Dr. Hernández Hernández condicionado a los artículos transitorios primero y tercero:





Primero. "En el mes de marzo de 1983, podrán comenzar a disfrutar de este beneficio, un profesor de carrera por cada una de las dependencias universitarias, cuyos cursos sori impartidos por semestre. En septiembre de 1983, podrán disfrutar de este beneficio 2 profesores de cada una de las dependencias cuyos cursos se imparten por anualidades".

Tercero. "Cuando haya un número de solicitudes para disfrutar el año sabático que sea superior al previsto en el primero transitorio, tendrá preferencia el profesor de carrera de mayor antigüedad".

5. Asuntos Generales

a) El C. alumno Alonso Medina Navarrete con fecha 10 de Marzo de 2021 se dirige, mediante oficio, al H. Consejo Técnico de la Facultad para solicitar cursar exclusivamente la materia de Geometría Analítica Vectorial en el ciclo escolar 21/21, por motivos personales.

El H. Consejo Técnico de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, en apede al calendario escolar 21/21, aprobado por el H. Consejo Universitario de la UMSNI, e informa al C. Medina que su solicitud es improcedente por extemporánea, además de no ser justificante suficiente su argumento para no poder cursar las tres asignaturas, como la estipula el Reglamento General de Inscripciones.

b) El presidente del H. Consejo Técnico de la Facultad, Dr. Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta, informa del oficio de fecha 05 de Marzo de 2021, girado por Secretaría Académica de la UMSNH en respuesta oficial a la solicitud de fecha 08 de Diciembre de 2020 emitida por un grupo de profesores de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, en la cual solicitan la autorización de dos plazas de profesor e investigador titular de tiempo completo. El citado documento menciona lo siguiente:

"En base al oficio 1021/2021 de fecha 04 de marzo de 2021, firmado por la Secretaria Administrativa, la Secretaria Académica le informa que <u>No existe la suficiencia presupuestaria</u> para la autorización de dichas plazas, con antecedente al oficio TES-123/2021 de fecha 25 de Febrero de 2021 emitido por el Dr. Rodrigo Gómez Monge Tesorero de esta Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo".

Siendo las 11:00 horas del día señalado se cierra la sesión y se levanta la presente acta para constancia, firmando todos los que en ella intervinieron.

Presidente de H. Consejo Técnico

Secretario del H. Consejo Técnico

Dr. Fernando Iguazu Ramifer Zavaleta

Dr. J. Misae Vieyra Rios

Consejeros Profesores del Área de Matemáticas Consejeros Profesores del Área de Física

Dr. Homero Geovani Diaz Marin

Dr. José Vega Cabrera

Acta 11/2021 de la sesión extraordinaria del H. Consejo Técnico

13 de Mayo de 2021

M. en C. Christian Marales Ontiveros

Consejeros Alumnos del Área de Matemáticas Consejeros Alumnos del Área de Física

C. Victor Manuel Torres Domingue

Suplente

C. Valeria Froylán Lázaro Suplente

> C. Eric Didier Galván Navarro Suplente

11.2 Anexo B: Contenido de las Asignaturas

NOMBRE: TÓPICOS SELECTOS DE FÍSICA
CLAVE: CP
CICLO:
PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS O INGENIERÍA

Objetivo: Valorar, nivelar y evaluar la capacidad académica de los aspirantes a la maestría en ingeniería física, en el área de física.

- 1. **Mecánica clásica**. Leyes de Newton; Trabajo, momento y energía potencial. Oscilaciones. Momento angular. Movimiento bajo una fuerza central. Sistemas de partículas. Principios variacionales y formulación de Lagrange.
- 2. **Principios de Termodinámica**. Energía y la primera ley de la termodinámica. Concepto de Reversibilidad. Entropía y Segunda Ley de la Termodinámica. Aplicaciones de la 2ª ley de la termodinámica. Potenciales Termodinámicos.
- 3. **Electromagnetismo.** Campo eléctrico. Cálculos de campo eléctrico. Ley de Gauss. Potencial eléctrico. Método de las imágenes. Campo magnético. Potencial vectorial. Ley de Faraday e inducción electromagnética. Energía electromagnética. Ecuaciones de Maxwell. Naturaleza ondulatoria de la luz.

Bibliografía:

HRS./SEM.: 6

- [1] A. B. Pippard, *Thermodynamics*, Cambridge University Press, 1964.
- [2]Herbert B. Callen, *Thermodynamics and introduction to thermostatistics*, Second Edition, John Wiley & Sons 1985
- [3] L. García-Colín Scherer, Introducción a la termodinámica clásica, Trillas, 1976.
- [4]A. D'Abro, *The rise of the new physics*, in two volumes, Dover Publications, 1951.
- [5] Marcus Zahn, Teoría Electromagnética, Nueva Editorial Interamericana, 1983.
- [6] Oleg D. Jefimenko, Electricity and Magnetism, Second Edition, Electret Scientific, 1989.
- [7] David Halliday, Robert Resnick and Kenneth S. Krane, *Physics*, Volumes 1 and 2, Fifth Edition, Wiley, 2001.
- [8] John R. Reitz, Frederick J. Mildford y Robert W. Christy, *Fundamentos de la Teoría Electromagnética*, Addison-Wesley Iberoamericana, 1986.
- [9] Keith R. Symon, Mechanics, Third Edition, Addison-Wesley, 1971.

Técnicas de enseñanza sugeridas Exposición oral Exposición audiovisual Ejercicios dentro de clase Seminarios Lecturas obligatorias Trabajos de investigación Prácticas en taller o laboratorio Prácticas de campo Otras:	(X) (X) (X) () () () ()
Elementos de evaluación sugeridos Exámenes parciales Exámenes finales	(X) (X)

Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	()
Asistencia a prácticas	()
Otras:	()

Se evaluará con un peso de un 50% de la calificación de exámenes parciales, un 20% examen final, 30% calificación de las tareas y trabajo en clase.

NOMBRE: TÓPICOS SELECTOS DE MATEMÁTICAS CLAVE: CP CICLO: -----PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS O INGENIERÍA HRS./SEM.: 6

Objetivo: Valorar, homogeneizar y evaluar el nivel académico de los aspirantes a la maestría en ingeniería física, en el área de matemáticas.

- 1. **Análisis Vectorial**. Sistemas Coordenados. Álgebra vectorial. Gradiente. Divergencia. Rotacional. Teoremas de Gauss y Stokes. Identidades vectoriales útiles.
- 2. **Álgebra Lineal**. Determinantes. Álgebra matricial. Transformaciones lineales. Propiedades de matrices unitarias, ortogonales y hermitianas. Eigenvalores, eigenvectores y diagonalización de matrices.
- 3. (*) Ecuaciones Diferenciales y Funciones Especiales. Ejemplos de EDPs y Eds. Problema de Sturm-Liouville (ejemplos). Ecuación de Onda. Espacios funcionales (Series de Fourier y Polinomios ortogonales). Expansiones en series.
- 4. (*) **Variable Compleja**. Álgebra con números complejos. Funciones analíticas. Singularidades. Serie de Laurent. Teorema de los residuos.
- (*) Nota: el nivel de estos temas se desarrollará a un nivel básico.

Bibliografía:

- [1] George B. Arfken, Hans J. Weber and Frank E. Harris, *Mathematical Methods for Physicists*, 7 Edition, Academic Press, 2012.
- [2] Erwin Kreyszig, Matemáticas Avanzadas para Ingeniería, Tercera Edición, Limusa Wiley, 2006.
- [3] Glyn James y David Burley, *Matemáticas Avanzadas para Ingeniería*, 2ª. Edición, Pearson Educación, 2002.
- [4] Charles W. Curtis, Linear Algebra. An Introductory Approach, Fourth Edition, Springer Verlag, 1984.
- [5] Bruce B. Palka, An Introduction to Complex Function Theory, Springer-Verlag GmbH, 1991.

Técnicas de enseñanza sugeridas	
Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Seminarios	()
Lecturas obligatorias	()
Trabajos de investigación	()
Prácticas en taller o laboratorio	()
Prácticas de campo	()
Otras:	()
Elementos de evaluación sugeridos	
Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	()
Asistencia a prácticas	()
Otras:	()

Se evaluará con un peso de un 60% de la calificación de exámenes parciales, un 30% examen final, 10% calificación de las tareas y trabajo en clase.

CICLO: PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS HRS./SEM.: 3	S O INGENIERÍA
la maestría, a través de cursos cortos/conferencias im	reas de investigación y especialización que se cultivan en partidas por los investigadores participantes, en las que o. Los temas de estas conferencias se escogerán de entre
Instrumentación y control. Simulación numérica, modelación, e inteligencia articóptica y sus aplicaciones. Fluidos. Física Médica y biofísica. Ciencia de materiales, propiedades y caracterización. Nanotecnología, fundamentos y aplicaciones. Fisicoquímica, de los fundamentos al desarrollo tecno	
Bibliografía:	
Publishing, 2002.	s Control, Prentice Hall, 2002. erican, Understanding Nanotechnology, Grand Central al Chemistry: A Molecular Approach, Vinod Vasishtha
Técnicas de enseñanza sugeridas	
Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	()
Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	()
Trabajos de investigación	(X) (X) (X) (X) () (X)
Prácticas en taller o laboratorio	(X)
Prácticas de campo	()
Otras:	()
Elementos de evaluación sugeridos	
Exámenes parciales	(
Exámenes finales	
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	()
Asistencia a prácticas	(X)
Otras:	(

NOMBRE: TÓPICOS SELECTOS DE INGENIERÍA FÍSICA

CLAVE: CP

Se evaluará con un peso de un 20% de la calificación para las tareas, un 30% para prácticas en el laboratorio, 10% para la participación en clase y 40% reporte final de las conferencias.

NOMBRE: INTRODUCCIÓN A LA INGENIERIA FÍSICA

CLAVE: "B0"

CICLO: PRIMER SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS O INGENIERÍA

HRS./SEM.: 6

Objetivo: Enseñar a los estudiantes de la maestría en ingeniería física metodologías de análisis experimental y teórico utilizadas en la aplicación de tópicos selectos de aplicaciones de la física al desarrollo de tecnología, de nuevos dispositivos, utilizando el conocimiento fundamental en diferentes áreas de la física.

- 1. **Celdas de hidrógeno**. En este tema se enseñará toda la teoría termodinámica y electroquímica que debe comprenderse para el diseño y construcción de prototipos de celdas de hidrógeno.
- 2. Energía fotovoltaica. En este tema se enseñará toda la teoría y práctica de ciencia de materiales, de óptica física y electromagnética, de crecimiento de películas delgadas necesarias para comprender el funcionamiento de la elenergía fotovoltaica.
- 3. **Microfluidez y nanoemulsificación.** En este tema se enseñará toda la teoría de fisicoquímica y ciencia de interfases necesaria para el diseño de materiales micro y nano emulsificados y sus diferentes aplicaciones.
- 4. **Diseño de nanomateriales**. En este tema se enseñarán diferentes técnicas experimentales para el diseño de varios nanomateriales funcionalizados para diferentes aplicaciones como catalizadores, sensores, adsorbentes, etc.
- 5. **Sensores ópticos.** En este tema se enseñará la práctica experimental y teoría óptica para el diseño de diferentes sensores ópticos, para aplicaciones diversas.
- 6. **Tópico varios de desarrollo de prototipos**. En este tema se estudiarán los fundamentos teóricos, prácticos y experimentales para el desarrollo de prototipos que requieran conocimientos finamentales de física y que sean del interés del estudiante. El contenido de estos tópicos es flexible, será elegido por el interés de los estudiantes que cursen la materia.

Bibliografía:

- [1] A. B. Pippard, *Thermodynamics*, Cambridge University Press, 1964.
- [2]Herbert B. Callen, *Thermodynamics and introduction to thermostatistics*, Second Edition, John Wiley & Sons, 1985.
- [3] L. García-Colín Scherer, Introducción a la termodinámica clásica, Trillas, 1976.
- [4]A. D'Abro, *The rise of the new physics*, in two volumes, Dover Publications, 1951.
- [5] Marcus Zahn, Teoria Electromagnética, Nueva Editorial Interamericana, 1983.
- [6] Oleg D. Jefimenko, Electricity and Magnetism, Second Edition, Electret Scientific, 1989.
- [7] David Halliday, Robert Resnick and Kenneth S. Krane, *Physics*, Volumes 1 and 2, Fifth Edition, Wiley, 2001
- [8] John R. Reitz, Frederick J. Mildford y Robert W. Christy, *Fundamentos de la Teoría Electromagnética*, Addison-Wesley Iberoamericana, 1986.
- [9] Keith R. Symon, Mechanics, Third Edition, Addison-Wesley, 1971.

Técnicas de enseñanza sugeridas

emens de ensemanza sugeridas	
Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	(X)
Trabajos de investigación	(X)
Prácticas en taller o laboratorio	()
Prácticas de campo	()
Otras:	()

Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	()
Asistencia a prácticas	()
Otras:	()

Se evaluará con un peso de un 50% de la calificación de exámenes parciales, un 20% examen final, 30% calificación de las tareas y trabajo en clase.

NOMBRE: FÍSICA CUÁNTICA

CLAVE: B

CICLO: PRIMER SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICO/MATEMÁTICAS)

HRS./SEM.: 4 (4 hrs. en el Aula), 4 horas individuales

Objetivo: Que el estudiante adquiera la habilidad y capacidad suficiente para resolver problemas básicos en mecánica cuántica aplicada.

- 1. Introducción al átomo y ondas de materia. Radiación de cuerpo negro. Efecto fotoeléctrico. Efecto Compton. Rayos X. Rayos Gamma. Modelo atómico de Rutherford. Modelo atómico de Bohr. Excitaciones atómicas. Ondas de materia y difracción de electrones. Hipótesis de De Broglie. Dualidad onda partícula. Principio de incertidumbre. Paquete de onda y velocidad de grupo.
- 2. Base matemática y postulados de la mecánica cuántica. Espacio vectorial. Espacio de Hilbert. Funciones de cuadrado integrable. Conjugado hermítico de un operador. Operadores de proyección. Conmutadores. Relación de incertidumbre entre dos operadores. Eigenvalores y eigenvectores de un operador. Bases discretas. Representación matricial de kets, bras y operadores. Bases continuas. Representación de posición y representación de momento; su conexión. Operador de paridad. Postulados de la mecánica cuántica. Valor esperado e interpretación de probabilidad. Conjunto completo de operadores que conmutan y su aplicación a la medición en mecánica cuántica.
- 2. **Ecuación de Schrödinger.**Evolución del estado de un sistema. Estados estacionarios. Ecuación de Schrödinger. Conservación de la probabilidad. Potenciales Unidimensionales. Espectro discreto, continuo y mixto. Efecto Túnel. Oscilador Armónico. Solución numérica.
- 3. **Teoría de momento angular cuántico**. Momento angular orbital cuántico. Formalismo general de momento angular. Representación matricial del momento angular. Experimento de Stern Gerlach y observación del espín. Teoría de espín. Eigenfunciones de momento angular orbital. Armónicos esféricos y sus propiedades.
- 4. **Ecuación de Schrödinger en 3 dimensiones**. Partícula en una caja. Oscilador armónico en tres dimensiones. Ecuación de Schrödinger en coordenadas esféricas. Fuerzas centrales. Átomo de Hidrógeno. Solución numérica de la ecuación de Schrödinger en tres dimensiones.

Bibliografía:

[1] Claude Cohen-Tannoudji, Bernard Diu and Frank Laloe, Quantum Mechanics, Vols. I y II, Wiley, 1973. [2] John J. Brehm and William J. Mullin, *Introduction to the structure of matter: A course in modern physics*, John Wiley & Sons Inc., 1989.

[3]R. Stephen Berry, Stuart A. Rice and John Ross, *The structure of matter: An introduction to quantum mechanics*, Oxford University Press, 2002.

[4]Francis Owen Rice and Edward Teller, *The structure of Matter*, Literary Licensing, 2011

[5] David J. Griffiths, Introduction to Quantum Mechanics, Prentice Hall, 1994.

DONIOGE	α	ancananza	CHAOMIGOC
recilicas	uc	enseñanza	Suggretuas

cincus de cinscinanza sugerrads	
Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	(X)
Trabajos de investigación	(X)
Prácticas en taller o laboratorio	()
Prácticas de campo	()
Otras:	()

Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	(X)	
Exámenes finales	(X)	
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)	
Participación en clase	()	
Asistencia a prácticas	()	
Otras:	()	

Metodología: Habrá exposiciones por parte del profesor utilizando tanto el pizarrón como acetatos, diapositivas, cañón o videos. También los alumnos participarán en la exposición de temas que el profesor considere pertinentes. En todo caso se promoverá la discusión y participación de los estudiantes.

Lecturas obligatorias que se recomiendan:

 Radiación de cuerpo negro, Modelo atómico de Rutherford. Modelo atómico de Bohr. Excitaciones atómicas. [1] y [2].

Evaluación:

Se evaluará con un porcentaje de ponderación del 40% de los exámenes parciales, el 10% de un examen final, el 30% de los trabajos y tareas, el 10% de la participación en clase, y el 10% del reporte de las lecturas obligatorias. Todos estos elementos deberán retroalimentar la práctica docente para mejorar la eficiencia y disminuir la reprobación.

NOMBRE: MÉTODOS NUMÉRICOS

CLAVE: B

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICO/MATEMÁTICAS) HRS./SEM.: 4 (2 hrs en el Aula y 2 hrs en el Laboratorio), 4 horas individuales

Objetivo: Que el estudiante adquiera la habilidad y capacidad para resolver problemas numéricos que surgen en las aplicaciones utilizando herramientas computacionales.

- 1. **Introducción**. Modelos matemáticos y solución de problemas en Física e Ingeniería. Programación estructurada: diagramas de flujo. Aproximaciones y errores de redondeo. Errores de truncamiento y la serie de Taylor. Problemas mal condicionados.
- 2. Solución de ecuaciones de una variable. Antecedentes matemáticos. Métodos cerrados: métodos gráficos, el método de la bisección, método de la falsa posición. Métodos abiertos: Iteración simple de punto fijo, método de Newton-Raphson, el método de la secante, raíces múltiples. Raíces de polinomios: método de Müller, método de Bairstow. Aplicaciones.
- 3. Ajuste de curvas. Antecedentes matemáticos. Regresión por mínimos cuadrados: regresión lineal, regresión polinomial, regresión lineal múltiple, mínimos cuadrados lineales en general. Interpolación: interpolación lineal de Newton, polinomios de interpolación de Lagrange, interpolación de Hermite, coeficientes de un polinomio de interpolación, interpolación mediante trazadores (splines). Aplicaciones.
- 4. Solución de ecuaciones lineales. Antecedentes matemáticos. Eliminación de Gauss: eliminación de Gauss simple, método de Gauss-Jordan. Descomposición LU e inversión de matrices: descomposición LU, la matriz inversa, análisis del error y condición del sistema. Matrices especiales y el método de Gauss-Seidel: matrices especiales, Gauss-Seidel, Jacobi, gradiente conjugado. Aplicaciones.
- 5. Diferenciación e integración numéricas. Antecedentes matemáticos. Fórmulas de integración de Newton-Cotes: la regla del trapecio, reglas de Simpson, integración con segmentos desiguales, integrales múltiples. Integración de ecuaciones: algoritmos de Newton-Cotes para ecuaciones, integración de Romberg, cuadratura de Gauss. Diferenciación numérica: fórmulas de diferenciación con alta exactitud, extrapolación de Richardson, derivadas de datos irregularmente espaciados, derivadas integrales de datos con errores. Aplicaciones.
- 6. **Ecuaciones diferenciales ordinarias**. Antecedentes matemáticos. Métodos de Runge-Kutta: método de Euler, métodos de Runge-Kutta. Métodos rígidos y de pasos múltiples. Problemas de valores en la frontera y de valores propios: métodos generales para problemas de valores en la frontera, problemas de valores propios.
- 7. **Ecuaciones diferenciales parciales.** Antecedentes matemáticos. Diferencias finitas para ecuaciones elípticas: la ecuación de Laplace, condiciones en la frontera, el método del volumen de control. Diferencias finitas para ecuaciones parabólicas: la ecuación de conducción de calor, métodos explícitos, el método de Crank-Nicolson. Método del elemento finito: aplicación del elemento finito en una dimensión, problemas dimensionales. Aplicaciones.

Bibliografía:

- [1] Chapra, S. C., Canale, R. P., Ruiz, R. S. G., Mercado, V. H. I., Díaz, E. M., & Benites, G. E. *Métodos numéricos para ingenieros*, Vol. 5, México, McGraw-Hill, 2007.
- [2] Richard L. Burden and J. Douglas Faires, *Análisis Numérico*, Octava Edición, I. T. P. Latin America, 2001.
- [3] S. Conte and C. deBoor, Elementary Numerical Analysis, McGraw-Hill, 1980.

- [4] A. Kharab and R. Guenther, *An Introduction to Numerical Method. A MATLAB Approach*, Second Edition, Chapman & Hall/CRC, 2006.
- [5] O. C. Zienkiewicz and R. L- Taylor, *The Finite Element Method. Volume 1. The Basis*, 5th Edition, Butterworth-Heinemann, 2000.
- [6] E. Becker, G. Carey and J. Tinsley, Finite Elements, An Introduction, Volume I, Prentice-Hall, 1981.
- [7] W. H. Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling and Brian P. Flannery, *Numerical Recipes in Fortran 90*, Cambridge University Press, 1996.
- [8] David Kincaid and Ward Cheney, Numerical Analysis: Mathematics of Scientific Computing, 3rd Edition, American Mathematical Society. (c) 2002
- [9] Gautschi, Walter, Numerical Analysis, Birkhäuser, ISBN 0-8176-3895-4

Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral	(X))
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	(X)
Trabajos de investigación	(X)
Prácticas en taller o laboratorio	(X)
Prácticas de campo	()
Otras:	()

Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia a prácticas	(X)
Otras:	()

Metodología: Habrá exposiciones por parte del profesor utilizando tanto el pizarrón como acetatos, diapositivas, cañón o videos. También los alumnos participarán en la exposición de temas que el profesor considere pertinentes. En todo caso se promoverá la discusión y participación de los estudiantes.

Evaluación:

Se evaluará con un porcentaje de ponderación del 30% de los exámenes parciales, 20% de prácticas en el laboratorio, el 10% de un examen final, el 20% de los trabajos y tareas, el 10% de la participación en clase, y el 10% del reporte de las lecturas obligatorias. Todos estos elementos deberán retroalimentar la práctica docente para mejorar la eficiencia y disminuir la reprobación.

NOMBRE: ESTRUCTURA DE LA MATERIA

CLAVE: B

CICLO: PRIMER SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICO/MATEMÁTICAS)

HRS./SEM.: 4(4 hrs. en el Aula), 4 horas individuales

Objetivo: Que el estudiante adquiera la habilidad y capacidad para resolver problemas avanzados en mecánica cuántica aplicada.

- 1. Adición de momento angular. Rotaciones. Formalismo general de suma de dos momentos angulares cuánticos. Coeficientes de Clebsch-Gordan. Aplicaciones de suma de momento angular cuántico. Operadores escalares, vectoriales y tensoriales, y su relación con el Teorema de Wigner-Eckart.
- 2. **Partículas idénticas**. Sistemas de muchas partículas. Simetría de intercambio. Sistemas de partículas distinguibles no interactuantes. Sistemas de partículas idénticas. Degeneración por intercambio. Postulado de simetrización. Funciones de onda simétricas y antisimétricas. Principio de exclusión de Pauli. La tabla periódica de los elementos químicos.
- 3. **Métodos perturbativos**. Teoría de perturbaciones independiente del tiempo: no degenerada y degenerada. Estructura fina y efecto Zeeman.Estructura Hiperfina. Método variacional. El átomo de Helio.Método WKB. Resonancia Magnética. Teoría de perturbaciones dependiente del tiempo. Representación de Schrödinger. Representación de Heisenberg. Representación de Interacción. Probabilidad de transición: perturbación constante y harmónica. Aproximación adiabática y de Sudden. Interacción de átomos con radiación. Tratamiento clásico de la radiación incidente. Cuantización del campo electromagnético. Las reglas de selección del dipolo eléctrico. Emisión espontánea.
- 4. **Teoría de dispersión**. Dispersión y sección eficaz. Marco de referencia de laboratorio y de centro de masa; secciones eficaces. Amplitud de dispersión de partículas sin espín. Sección eficaz diferencial. La aproximación de Born. Ondas parciales; dispersión elástica e inelástica. Dispersión de partículas idénticas.
- 4. **Átomos complejos y moléculas (Tema Optativo)**. Estado base de los átomos y Tabla Periódica. Espectros de rayos X. Átomos de metales alcalinos. Enlace por tunelamiento cuántico. Enlace covalente. Enlace iónico. Interacciones de van der Waals. Moléculas poliatómicas. Espectroscopia rotacional. Espectroscopia vibracional.
- 5. **Superfluidos y superconductores (Tema Optativo)**. Caracterización experimental de superfluidos y superconductores. Superfluidez y Band Gap. Condensación de Bose-Einstein. Pares de Cooper y la Teoría BCS.
- 6. **El núcleo atómico (Tema Optativo)**. Estructura del núcleo. Modelo de gas de Fermi del núcleo. Interacciones nucleón-nucleón. Interacción nuclear débil. Radioactividad. Decaimientos gamma, beta y alfa. Introducción a reacciones nucleares. Fisión nuclear. Fusión nuclear y energía termonuclear.
- 7. **Partículas elementales (Tema Optativo)**. Introducción a las partículas elementales. Partículas y campos. Mesones y Fuerza nuclear. Mesones y Piones. Neutrinos. Interacción débil. Resonancia de mesones y bariones. Quarks. La interacción débil y electromagnética de quarks. Interacción electrodébil. Color e interacciones fuertes. Unificación universal.

Bibliografía:

- [1] David J. Griffiths, Introduction to Quantum Mechanics, Prentice Hall, 1994.
- [2] Claude Cohen-Tannoudji, Bernard Diu and Frank Laloe, Quantum Mechanics, Vols. I y II, Wiley, 1973.
- [3] John J. Brehm and William J. Mullin, Introduction to the structure of matter: A course in modern physics, John Wiley & Sons Inc., 1989.
- [4]R. Stephen Berry, Stuart A. Rice and John Ross, The structure of matter: An introduction to quantum mechanics, Oxford University Press, 2002.

TEL /		~	• •
Tecnicas	qe.	enseñanza	SHOPPINGS
1 centeus	uc	CHISCHAILEA	Sugerians

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	(X)
Trabajos de investigación	(X)
Prácticas en taller o laboratorio	()
Prácticas de campo	()
Otras:	()

Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	()
Asistencia a prácticas	()
Otras:	()

Metodología: Habrá exposiciones por parte del profesor utilizando tanto el pizarrón como acetatos, diapositivas, cañón o videos. También los alumnos participarán en la exposición de temas que el profesor considere pertinentes. En todo caso se promoverá la discusión y participación de los estudiantes.

Evaluación:

Se evaluará con un porcentaje de ponderación del 40% de los exámenes parciales, el 10% de un examen final, el 30% de los trabajos y tareas, el 10% de la participación en clase, y el 10% del reporte de las lecturas obligatorias. Todos estos elementos deberán retroalimentar la práctica docente para mejorar la eficiencia y disminuir la reprobación.

NOMBRE: MATEMÁTICAS AVANZADAS

CLAVE: B

CICLO: PRIMER SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICO/MATEMÁTICAS)

HRS./SEM.: 4 (4 hrs. en el aula), 4 horas individuales

Objetivo: Que el estudiante adquiera la habilidad y capacidad suficiente para resolver problemas básicos en matemáticas avanzadas aplicadas.

- **1.-CÁLCULO.** Funciones continuas. Diferenciación. Integral de Riemann. Teorema fundamental del cálculo. Funciones elementales. Sucesiones y series. Integrales impropias. Funciones de varias variables. Integrales múltiples, de línea y de superficie. Fórmulas de Green, Gauss y Stokes.
- **2.-VARIABLE COMPLEJA.** Números complejos.Integración.Series de Taylor y Laurent. Singularidades.Mapeo conforme.
- **3.-ALGEBRA LINEAL.** Matrices y sus inversas. Rango. Sistemas lineales. Determinantes. Vectores y valores propios. Diagonalización.
- **4.-ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS.** Métodos de integración. Ecuaciones y sistemas lineales con coeficientes variables y constantes.

Bibliografía:

- [1] Erwin Kreyszig, Advanced Engineering Mathematics, Tenth Edition, Wiley, 2011.
- [2] Glyn James, Advanced Modern Engineering Mathematics, 4th Revised edition, Prentice-Hall, 2010.
- [3] Alan Jeffrey, Advanced Engineering Mathematics, Academic Press, 2002.

Técnicas	de	enseñanza	sugeridas
recilicas	ue	ensenanza	sugeridas

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	()
Ejercicios dentro de clase	(X)
Seminarios	()
Lecturas obligatorias	()
Trabajos de investigación	()
Prácticas en taller o laboratorio	()
Prácticas de campo	()
Otras:	()

Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia a prácticas	()
Otras:	()

Se evaluará con un peso de un 60% de la calificación de exámenes parciales, un 30% examen final, 10% calificación de las tareas y trabajo en clase.

NOMBRE: TERMOESTADÍSTICA

CLAVE: B

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICO/MATEMÁTICAS)

HRS./SEM.: 4(4 hrs. en el Aula), 4 horas individuales

Objetivo: Que el estudiante adquiera la habilidad y capacidad suficiente para resolver problemas básicos en termodinámica y mecánica estadística aplicada.

- 1. Leyes de la termodinámica. La ley cero. Termometría. Ecuación de estado. Trabajo. Procesos cuasiestáticos. Primera Ley de la termodinámica. Trabajo. Capacidades caloríficas. Conducción de calor. Segunda Ley de la termodinámica. Entropía. Maquinas térmicas. Relaciones de Euler y Gibbs-Duhem. Equilibrio de fases. Reacciones químicas. Construcción de Maxwell. Aplicaciones. Ecuación de van der Waals. Presión osmótica.
- 2. **Potenciales termodinámicos.** Principio de la entropía máxima. Entropía y potenciales termodinámicos. Transformaciones de Legendre. Energía libre. Entalpía. Entalpía libre. Relaciones de Maxwell.
- 3. Bases estadísticas de la termodinámica. Estados macroscópicos y microscópicos. Contacto entre termodinámica y estadística: número de estados y entropía. Gas ideal clásico. Paradoja de Gibbs.
- 4. **Teoría de ensambles.** Espacio fase clásico. Teorema de Liouville. Ensamble microcanónico. Estados cuánticos y el espacio fase. Ensamble canónico. Función de partición. Sistemas cásicos. Fluctuaciones de la energía. Sistema de osciladores armónicos. Temperaturas negativas. Ensamble Gran Canónico. Conservación del número de partículas. Equivalencia de ensambles.
- 5. Gases ideales cuánticos. Gas ideal de Bose. Densidad de estados. Números de ocupación. Modelos de Einstein y Debye de sólidos cristalinos. Condensación de Bose-Einstein. Gas ideal de Fermi. Gas de Fermi degenerado. Electrones en un metal. Emisión termoiónica. Paramagnetismo y diamagnetismo.

Bibliografía:

- [1] Mark W. Zemansky y Richard H. Dittman, Calor y Termodinámica, 6ª Edición, McGraw-Hill, 1994.
- [2] Herbert B. Callen, *Thermodynamics and introduction to thermostatistics*, Second Edition, John Wiley & Sons, 1985.
- [3] R. K. Pathria, Statistical Mechanics, Second Edition, Butterworth-Heinemann, 2001.
- [4] Walter Greiner, Ludwing Noise and Horst Stöcker, *Thermodynamics and Statistical Mechanics*, Springer, 2000.

Técnicas de enseñanza sugeridas

eniens de ensemmen sugerians			
Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	()
Ejercicios dentro de clase	(X)
Seminarios	()
Lecturas obligatorias	(X)
Trabajos de investigación	()
Prácticas en taller o laboratorio	()
Prácticas de campo	()
Otras:	()

Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	()
Asistencia a prácticas	()
Otras:	()

Metodología: Habrá exposiciones por parte del profesor utilizando tanto el pizarrón como acetatos, diapositivas, cañón o videos. También los alumnos participarán en la exposición de temas que el profesor considere pertinentes. En todo caso se promoverá la discusión y participación de los estudiantes.

Libros de texto: Refs. [1], [2] y [3]. Lecturas obligatorias se recomiendan:

- Reacciones químicas. [1] y [2].
- Presión osmótica [1] y [2].
- Transformaciones de Legendre. [2]
- Paradoja de Gibbs [3].
- Temperaturas negativas [3].
- Emisión termoiónica [3]

Evaluación:

Se evaluará con un porcentaje de ponderación del 50% de los exámenes parciales, el 10% de un examen final, el 30% de los trabajos y tareas y el 10% del reporte de las lecturas obligatorias. Todos estos elementos deberán retroalimentar la práctica docente para mejorar la eficiencia y disminuir la reprobación.

NOMBRE: MECÁNICA CLÁSICA Y DEL MEDIO CONTINUO

CLAVE: B

CICLO: 1 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICO/MATEMÁTICAS)

HRS./SEM.: 4(4 hrs. en el Aula), 4 horas individuales

Objetivo: Que el estudiante adquiera la habilidad y capacidad suficiente para resolver problemas básicos en mecánica aplicada al medio continúo.

- 1. **Formulación Newtoniana.** Ecuaciones de Newton para sistemas de una y muchas partículas. Leyes de conservación: momento lineal, momento angular, energía. Ejemplos.
- 2. **Principios variacionales.** Introducción al Cálculo Variacional. Formulación Lagrangiana de la mecánica. Ecuaciones de Lagrange. Ejemplos. Leyes de conservación. Formulación Hamiltoniana de la mecánica. Ecuaciones de Hamilton. Ejemplos. Transformaciones canónicas.
- 3. Cuerpo Rígido. Rotaciones. Cinemática. Ángulos de Euler. Dinámica. Ecuaciones de Euler. Ejemplos. Trompo simétrico.
- 4. Pequeñas oscilaciones. Oscilaciones amortiguadas. Oscilaciones no lineales. Modos normales. Ejemplos.
- 5. **Mecánica del medio continúo.** Transición de un sistema discreto a uno continúo. Ecuación de onda. Cuerda vibrante. Modos normales. Cinemática y dinámica de fluidos.

Bibliografía:

- [1] Herbert Goldstein, Charles P. Pole Jr. and John L. Safko, Classical Mechanics, 3rd Edition, Pearson, 2001.
- [2] L. D. Landau and E. M. Lifshitz, Mechanics, Third Edition, Butterworth-Heinemann, 2003.
- [3] Keith R. Symon, Mechanics, Third Edition, Addison-Wesley, 1971.
- [4] Lee A. Segel and G. H. Handelman, Mathematics Applied to Continuum Mechanics, SIAM, 2007.
- [5] L. D. Landau y E. M.Lifshitz, Teoría de la elasticidad, Reverté, 2002.

Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	()
Trabajos de investigación	()
Prácticas en taller o laboratorio	()
Prácticas de campo	()
Otras:	()

Elementos de evaluación sugeridos

0			
Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	()
Asistencia a prácticas	()
Otras:	()

Evaluación:

Se evaluará con un porcentaje de ponderación del 50% de los exámenes parciales, el 20% de un examen final, el 30% de los trabajos. Todos estos elementos deberán retroalimentar la práctica docente para mejorar la eficiencia y disminuir la reprobación.

NOMBRE: ELECTROMAGNETISMO

CLAVE: B

CICLO: 1-2 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICA)

HRS./SEM.: 4 (4 hrs. en el Aula), 4 horas individuales

Objetivo: Que el estudiante comprenda los conceptos básicos de teoría electromagnética, con especial énfasis en la aplicabilidad de la teoría en el ámbito de la Ingeniería Física. Se espera que el estudiante adquiera conocimientos sobre electrostática, magnetos tatica y electrodinámica para posteriormente comprender a profundidad las ecuaciones de Maxwell.

- Fuerza electrostática y el campo eléctrico. Antecedentes de la fuerza electrostática. Ley de Coulomb.
 El Campo eléctrico. Distribuciones de carga: discretas y continuas y su relación con el campo eléctrico.
 Campos vectoriales conservativos y no conservativos. Líneas de campo eléctrico. Flujo de campo eléctrico. Ley de Gauss y sus aplicaciones.
- 2. **El potencial eléctrico y su significado físico.** Significado físico del potencial eléctrico. Distribuciones de carga y su relación con el potencial eléctrico. La ecuación de Poisson y la ecuación de Laplace. Condiciones de frontera electrostática. Soluciones típicas a problemas de electrostática haciendo uso de la ecuación de Laplace (coordenadas cartesianas, cilíndricas y esféricas). El método de imágenes y sus principales aplicaciones. El dipolo eléctrico. Expansión multipolar a largas distancias. Aplicaciones.
- 3. **Trabajo y energía electrostática.** Significado físico de la energía electrostática. El trabajo realizado por una carga en movimiento. Energía de una distribución de cargas puntuales. Energía de una distribución continua de carga. Aplicaciones.
- 4. **El campo eléctrico en presencia de materia.** Cargas inducidas. Fuerzas sobre conductores. Significado físico de capacitancia. Capacitores y su relación con el campo eléctrico. Capacitores en serie y en paralelo; aplicaciones. Medios dieléctricos y polarización. Dipolos inducidos. Alineamiento de objetos dipolares en materia. Cargas ligadas y su significado físico. El campo eléctrico en un medio dieléctrico. El desplazamiento eléctrico. Ley de Gauss en medios dieléctricos. Condiciones de frontera. Dieléctricos lineales: susceptibilidad, permitividad y constante dieléctrica. Condiciones de frontera con dieléctricos lineales. Fuerza y energía en sistemas dieléctricos. Aplicaciones.
- 5. Magnetostática. Antecedentes del magnetismo. Fuerza magnética. El campo magnético. La fuerza de Lorentz. Corrientes estacionarias. Ley de Biot-Savart; aplicaciones. Ley de Ampere y sus aplicaciones. Potencial vectorial. Condiciones de frontera en magnetos tatica. Expansión multipolar del potencial vectorial.
- 6. **El campo magnético en presencia de materia.** Significado físico de la magnetización. Diamagnetismo, paramagnetismo y ferromagnetismo. Fuerzas y torcas sobre dipolos magnéticos. Magnetización. Corrientes ligadas. El campo magnético en materia. El campo H. Ley de Ampere en medios magnetizados. Condiciones de frontera. Medios lineales: susceptibilidad magnética y permeabilidad magnética.
- 7. **Electrodinámica.** Fuerza electromotriz. Ley Ohm. Inducción electromagnética. Ley de inducción de Faraday. El campo eléctrico inducido. Inductancia. Energía en campos magnéticos. Ley de Ampere-Maxwell. Aplicaciones.
- 8. **Ecuaciones de Maxwell.** Ecuaciones de Maxwell en el vacío. Ecuaciones de Maxwell en materia. Ecuación de continuidad. Teorema de Poynting.

Bibliografía:

- [1] David J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics, Reed College, Prentice Hall, Third Edition, 1999.
- [2] Markus Zahn, Electromagnetic Field Theory, Krieger Publishing Company, 2003.
- [3] John R. Reitz, Frederick J. Milford, Robert W. Christy, *Foundations of Electromagnetic Theory*, Pearson, Fourth Edition, 2015.
- [4] John David Jackson, Classical Electrodynamics, John Wiley&Sons, Third edition, 2001.

Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral (X)
Exposición audiovisual (X)
Ejercicios dentro de clase)
Seminarios	X)
Lecturas obligatorias ()
Trabajos de investigación (X)
Prácticas en taller o laboratorio ()
Prácticas de campo ()
Otras:)

Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia a prácticas	()
Otras:	()

Metodología: Habrá exposiciones por parte del profesor utilizando tanto el pizarrón como diapositivas, cañón o videos. También los alumnos participarán en la exposición de temas que el profesor considere pertinentes. En todo caso se promoverá la discusión y participación de los estudiantes.

Libros de texto: Refs. [1], [2] y [3]. Lecturas obligatorias se recomiendan:

- Electrostática. [1], [2] y [3].
- Magnetostática. [1], [2] y [3].
- Electrodinámica. [1] y [3].
- Ecuaciones de Maxwell. [1], [2] y [3].
- Aplicaciones del electromagnetismo. [2].

Evaluación:

Se evaluará con un porcentaje de ponderación del 40% en exámenes parciales, del 10% en un examen final, del 30% en trabajos y tareas, del 10% por participación en clase y del 10% en un reporte de lecturas obligatorias. Todos estos elementos deberán retroalimentar la práctica docente para mejorar el aprovechamiento y disminuir la reprobación.

NOMBRE: ELECTRODINÁMICA Y RADIACIÓN

CLAVE: B

CICLO: 1-2 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICA)

HRS./SEM.: 4(4 hrs. en el Aula), 4 horas individuales

Objetivo: Que el estudiante adquiera conocimientos sólidos sobre electrodinámica y teoría clásica de la radiación, entendiendo su conexión con la relatividad especial de Einstein y sus aplicaciones en el campo de la ingeniería.

- 1. Introducción a electrodinámica. Teorema de Poynting y conservación de energía y momento en sistemas de partículas cargadas y campos electromagnéticos. Tercera ley de Newton en electrodinámica. El tensor de Maxwell. Conservación de momento y momento angular. La ecuación de onda. Ondas electromagnéticas. Condiciones de frontera. Polarización. Ecuación de onda para el campo eléctrico y campo magnético. Ondas planas monocromáticas. Energía y momento en ondas electromagnéticas. Guías de onda. Aplicaciones en líneas de transmisión coaxiales.
- 2. **Potenciales**. Potenciales escalar y vectorial. Transformaciones de norma. Normas de Coulomb y de Lorentz. Funciones de Green para la función de onda. Propiedades de los campos electromagnéticos ante rotaciones, reflexiones espaciales e inversión temporal. Potenciales retardados. Ecuaciones de Jefimenko. Potenciales de Lienard-Wiechert. Causalidad entre el campo de desplazamiento eléctrico y el campo eléctrico. Efecto Aharonov-Bohm.
- 3. **Sistemas radiantes.**Campos y radiación provenientes de fuentes oscilantes. Radiación dipolar eléctrica. Dipolo magnético y cuadrupolo eléctrico. Aplicaciones en antenas. Expansión multipolar de campos electromagnéticos. Propiedades de campos multipolares. Energía y momento angular de radiación multipolar.Momento multipolares. Radiación multipolar en átomos y núcleos. Aplicaciones en espectroscopía.
- 4. **Introducción a dispersión**. Dispersión para longitud de onda larga. Teoría de perturbación de la dispersión. Dispersión de luz en el cielo. Dispersión de ondas electromagnéticas por una esfera. Teorema óptico. Aplicaciones
- 5. Electrodinámica y relatividad. Teoría especial de la relatividad. Postulados de Einstein. Transformaciones de Lorentz y suma de velocidades. Energía y momento relativista. Cinemática y dinámica relativista. Precesión de Thomas. Aplicación en espectroscopía. Magnetismo como un fenómeno relativista. El tensor de campo electromagnético. Electrodinámica tensorial. Potenciales relativistas.
- 6. **Dinámica relativista, colisiones y radiación**. Lagrangiano y Hamiltoniano de una partícula cargada en presencia de campos electromagnéticos. Movimiento en campos electromagnéticos. El Lagrangiano de Darwin. El Lagrangiano para el campo electromagnético. El Lagrangiano de Proca. Funciones de Green invariantes. Energía transferida en colisiones entre electrón libre y una partícula pesada. Pérdida de energía en colisiones. Radiación Cherenkov y sus aplicaciones. Potencia radiada por cargas aceleradas y su generalización relativista.

Bibliografía:

- [1] John David Jackson, Classical Electrodynamics, John Wiley&Sons, Third edition, 2001.
- [2] David J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics, Reed College, Prentice Hall, Third Edition, 1999.
- [3] John R. Reitz, Frederick J. Milford, Robert W. Christy, *Foundations of Electromagnetic Theory*, Pearson, Fourth Edition, 2015.
- [4] Eugene Hecht y Alfred Zajac, Óptica, Addison-Wesley Tercera Edición, 1986.
- [5] Warren J. Smith, Modern Optical Engineering, McGraw-Hill, Third Edition, 2000.
- [6] J. B. Marion and M. A. Heald, Classical Electromagnetic Radiation, Thomson Learning, Third edition, 1995.

Técnicas de enseñanza sugeridas			
Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	()
Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	()
Trabajos de investigación	(X)
Prácticas en taller o laboratorio	()
Prácticas de campo	()
Otras:	()
Elementos de evaluación sugeridos			
Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia a prácticas	()
Otras:	()

Metodología: Habrá exposiciones por parte del profesor utilizando tanto el pizarrón como acetatos, diapositivas, cañón o videos. También los alumnos participarán en la exposición de temas que el profesor considere pertinentes. En todo caso se promoverá la discusión y participación de los estudiantes.

Evaluación:

Se evaluará con un porcentaje de ponderación del 40% de los exámenes parciales, el 10% de un examen final, el 30% de los trabajos y tareas, el 10% de la participación en clase, y el 10% del reporte de las lecturas obligatorias. Todos estos elementos deberán retroalimentar la práctica docente para mejorar la eficiencia y disminuir la reprobación.

NOMBRE: CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

CLAVE: B

CICLO: SEGUNDO SEMESTRE EN ADELANTE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (MATERIALES, FÍSICO)

HRS./SEM.: 4 hrs.(2 hrs. EN AULA Y 2 hrs. EN LABORATORIOS), 4 horas individuales

Objetivo: Brindar al estudiante los conocimientos necesarios para que pueda desarrollar nuevos materiales, en base a una comprensión científica de la relación existente entre los fundamentos que gobiernan el comportamiento de los materiales y sus diferentes propiedades.

- 1. **Principios de Termodinámica.** Primera, Segunda y Tercera Ley de la Termodinámica. Entropía. Principio de Nerst. Potenciales Termodinámicos.
- 2. **Teoría de enlaces y estructura atómica y molecular.** Estructura electrónica de átomos y moléculas. Enlace iónico, enlace covalente, enlace metálico, interacciones dipolares. Prácticas experimentales de líneas espectrales de emisión/absorción atómica y de emisión/absorción molecular.
- 3. **Solidificación y síntesis experimental de materiales metálicos y aleaciones**. Teoría de nucleación y crecimiento de cristales. Síntesis química. Síntesis electroquímica. Fundición de metales y aleaciones metálicas. Prácticas experimentales de producción de metales y aleaciones metálicas.
- 4. **Propiedades magnéticas de los materiales.** Materiales ferromagnéticos, sus propiedades y técnicas de experimentales de estudio y caracterización. Materiales y sales paramagnéticos, su síntesis, propiedades aplicaciones y técnicas de caracterización. Diamagnetismo y materiales diamagnéticos.
- 5. **Propiedades ópticas de materiales.** Refracción, Reflexión, Absorción y transmisión de luz en metales, vidrios, plásticos y semiconductores. Luminiscencia y materiales luminiscentes. Materiales para fabricación de fibras ópticas. Física y materiales para Diodos.
- 6. **Materiales cerámicos**. Estructura cristalina en cerámicos simples. Estructura de silicatos. Procesamiento y tratamientos térmicos de cerámicos. Vidrios. Síntesis experimental de un material cerámico superconductor. Práctica experimental de obtención de curvas de histéresis magnética en materiales ferromagnéticos.
- 7. **Propiedades eléctricas de los materiales.** Física de la conducción eléctrica en materiales. Dispositivos Semiconductores. Propiedades eléctricas de cerámicos. Superconductividad.
- 8. **Polímeros**. Reacciones de polimerización. Termoplásticos. Elastómeros. Polímeros termofijos. Deformación y comportamiento térmico de materiales poliméricos. Síntesis experimental en laboratorio de un termoplástico.
- 9. **Materiales compuestos**. Compositos metálicos. Polímeros reforzados con fibras. Estructuras en multicapas. Compositos de matriz metálica y matriz cerámica. Síntesis experimental de un composito metálico y uno cerámico.
- 10. **Recubrimientos**. Recubrimientos cerámicos. Recubrimientos aislantes. Recubrimientos conductores. Recubrimientos poliméricos. Práctica experimental de un recubrimiento conductor sobre un material cerámico.

Bibliografía:

[1] J. M. Albella, A. M. Cintas, T. Miranda y J. M. Serratosa, Introducción a la ciencia de materiales, técnicas de preparación y caracterización, C.S.I.C., 1993. [2] Robert E. Reed Hill, Principios deMetalurgia Física, Compañía Editorial Continental, 1968. [3] Derek Albert Long, Raman Spectroscopy, McGraw-Hill, 1977. [4]

B. D. Cullity and C. D. Graham, Introduction to magnetic materials, Wiley-Blackwell, 2008. [5] Jesús Morcillo Rubioy Ramón Madroñero Peláez, Aplicaciones prácticas de la espectroscopia infrarroja, Santillana, 1962.

Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	(X)
Trabajos de investigación	(X)
Prácticas en taller o laboratorio	(X)
Prácticas de campo	()
Otras:	()

Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	()
Asistencia a prácticas	(X)
Otras:	()

Metodología: Habrá exposiciones por parte del profesor utilizando tanto el pizarrón como diapositivas, cañón y videos. También los alumnos participarán en la exposición de temas que el profesor considere pertinentes. En todo caso se promoverá la discusión y participación de los estudiantes.

Actividades obligatorias para el estudiante:

Participar en las prácticas experimentales demostrativas de síntesis de materiales. Sintetizar un material sugerido por el propio estudiante y estudiar sus propiedades físicas

Evaluación:

Se evaluará con un porcentaje de ponderación del 40% en la asistencia a prácticas experimentales y desarrollo y estudio de material propio, el 20 % de un examen final, el 30 % de los trabajos y tareas y el 10% de la participación en clase.

NOMBRE: INTRODUCCIÓN AL MAGNETISMO Y MATERIALES MAGNÉTICOS

CLAVE: O

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICO/MATEMÁTICAS)

HRS./SEM.: 4 (3 hrs. en el aula 1 hr. en el laboratorio), 4 horas individuales

OBJETIVO. Que el estudiante adquiera los conocimientos relacionados a los diferentes materiales magnéticos y técnicas de medición. Estudiará la dinámica de la magnetización y aplicaciones de los materiales magnéticos relacionadas a estos procesos.

- **1.-Definiciones y unidades.** Los sistemas de unidades cgs-emu y SI. Momento y dipolo magnético. Intensidad de la magnetización y efectos magnéticos de corrientes. Materiales magnéticos e histéresis magnética.
- **2.-Materiales magnéticos**. Teoría del diamagnetismo y sustancias diamagnéticas. Teoría clásica y cuántica del paramagnetismo y substancias paramagnéticas. Aleaciones ferromagnéticas y antiferromagnéticas. Substancias ferromagnéticas.
- **3.-Anisotropía magnética**. Anisotropía de cristales cúbicos y hexagonales. Anisotropía de forma y magnetostricción. Técnicas de medición de la anisotropía.
- **4.-Dominios, procesos de la magnetización.** Estructura y técnicas de observación de dominios y pared de dominio. Partículas monodominio. Movimiento de pared de dominio y procesos de rotación de la magnetización.
- **5.-Dinámica de la magnetización**. Velocidad de pared de dominio. Amortiguamiento magnético y resonancia magnética: Resonancia magnética nuclear, resonancia ferromagnética y otros métodos.
- **6.-Materiales magnéticos suaves y duros, espintrónica y grabado magnético**. Materiales magnéticos suaves y permanentes. Aplicaciones estáticas y dinámicas. Materiales para espintrónica, sensores magnéticos, memoria magnética y grabado magnético.
- **7.-Tópicos especiales (opcional)**. Líquidos magnéticos y magnetoelectroquímica. Superconductores y levitación magnética. Magnetismo en biología y medicina.

Bibliografía:

- [1] B. D. Cullity and C. D. Graham, Introduction to Magnetic Materials, Addison-Wesley, IEEE Press, 2009.
- [2]J. M. D. Coey, Magnetism and Magnetic Materials, Cambridge University Press, 2009.
- [3] David C. Jiles, Introduction to magnetism and magnetic materials, Chapman & Hall, 1996.
- [4] Nicola A. Spaldin, *Magnetic materials: Fundamentals and device applications*, Cambridge University Press, 2003.

Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	()
Ejercicios dentro de clase	(X)
Seminarios	()
Lecturas obligatorias	()
Trabajos de investigación	(X)
Prácticas en taller o laboratorio	(X)
Prácticas de campo	()
Otras:	()
Elementos de evaluación sugeridos		
Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia a prácticas	(X)
Otras:	()

laboratorio,	con un peso de 10% para la parti	cipación en clas	se y 40% para	exámenes parci	ales y final.	acticas 6

NOMBRE: CRISTALES FOTÓNICOS Y METAMATERIALES

CLAVE: O

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICA u ÓPTICA)

HRS./SEM.: 4 (4 hrs. en aula), 4 horas individuales

Objetivo: El estudiante, al finalizar el curso, conocerá las bases fundamentales de Cristales fotónicos, metamateriales y estructuras plasmónicas, que le permitirán manejar métodos numéricos rigurosos como una herramienta indispensable tanto en el modelado de los sistemas periódicos como en el aprendizaje e investigación de otras áreas afines de la óptica e ingeniería física.

TEMAS Y SUBTEMAS (5)

1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA DE ESTADO SÓLIDO

- 1.1 Estructuras cristalinas
 - 1.1.1 Arreglos periódicos de átomos
 - 1.1.2 Tipos de redes fundamentales
 - 1.1.3 Sistemas de índices para planos cristalinos
 - 1.1.4 Estructuras cristalinas simples
- 1.2 Redes recíprocas
 - 1.2.1 Difracción de ondas por cristales
 - 1.2.2 Amplitud de onda esparcida
 - 1.2.3 Zonas de Brillouin
- 1.3 Bandas de energía
 - 1.3.1 Modelo del electrón libre
 - 1.3.2 Funciones de Bloch
 - 1.3.3 Ejemplo: Modelo de Kronig-Penney

2. FUNDAMENTOS DE ÓPTICA DE ONDAS

- 2.1 Modelos teóricos
 - 2.1.1Óptica de ondas
 - 2.1.2Óptica geométrica
- 2.2 Propagación de ondas Ecuaciones de Maxwell
 - 2.2.1 Ecuación de onda en el vacío
 - 2.2.2Ondas en medios dieléctricos
- 2.3 Condiciones de frontera
- 2.4 Teorema de Bloch

3. MÉTODO DE EXPANSIÓN DE ONDAS PLANAS

- 3.1 Algoritmo del método de ondas planas en 1D
 - 3.1.1 Vectores de la red recíproca y la zona de Brillouin
 - 3.1.2Expansión de Fourier de la función dieléctrica
 - 3.1.3 Valores y vectores propios de una matriz
- 3.2 Cálculo de estructuras de bandas para cristales fotónicos 1D
 - 3.2.1 Resultados numéricos
 - 3.2.2Estructuras de bandas fuera de eje para PhC 1D
- 3.3 Estructuras de bandas para cristales fotónicos en 2D y 3D
 - 3.3.1 Algoritmo del método de ondas planas en 2D
 - 3.3.2Cálculo de estructuras de bandas para PhC 2D
 - 3.3.3 Algoritmo del método de ondas planas en 3D
 - 3.3.4Cálculo de estructuras de bandas para PhC 3D

4. MÉTODO DE LA ECUACIÓN INTEGRAL

4.1 Consideraciones preliminares

- 4.1.1Los campos electromagnéticos
- 4.1.2Teorema integral de Green
- 4.1.3Las funciones fuente
- 4.1.4Discretización de las ecuaciones integrales
- 4.2 Problemas sujetos a condiciones de frontera
 - 4.2.1 Ecuación de Laplace
 - 4.2.2 Ecuación de Helmholtz
- 4.3 Aplicación a cristales fotónicos en 2D
 - 4.3.1Cálculo de estructura de bandas para PhC 2D
- 4.4 Propagación del campo electromagnético
 - 4.4.1Guías de ondas
 - 4.4.2Sistemas periódicos

5. METAMATERIALES Y ESTRUCTURAS PLASMÓNICAS

- 5.1 Introducción
 - 5.1.1 Veselago y el medio izquierdo
 - 5.1.2 Refracción negativa en una interface plana
 - 5.1.3 Dieléctricos artificiales
 - 5.1.4 Permitividad y permeabilidad negativa
- 5.2 Fundamentos principales de los metamateriales izquierdos
 - 5.2.1 Lateralidad izquierda desde las ecuaciones de Maxwell
 - 5.2.2 Condiciones de entropía en medios dispersivos
 - 5.2.3 Condiciones de frontera
 - 5.2.4 Efectos en medios izquierdos
- 5.3 Plasmones-polaritones de superficie
 - 5.3.1 Propiedades del plasmón-polaritón de superficie
 - 5.3.2 Plasmón-polaritón en una superficie plana
 - 5.3.3 Resonancia de un plasmón en un cilindro metálico
 - 5.3.4 Simetría de un plasmón-polaritón
 - 5.3.5 Bandas de plasmones en una red cristalina
- 5.4 Aplicaciones de metamateriales y plasmones de superficie en cristales fotónicos
 - 5.4.1 Refracción negativa en cristales fotónicos
 - 5.4.2 Propiedades ópticas de estructuras plasmónicas en sistemas periódicos

Bibliografía:

- [1] Charles Kittel, Introduction to Solid State Physics, John Wiley & Sons, 1996.
- [2] Igor A. Sukhoivanov and Igor V. Guryev, *Photonic Crystals: Physics and Practical Modeling*, Springer, 2010.
- [3] John D. Joannopoulos, Steven G. Johnson, Joshua N. Winn and Robert D. Meade, *Photonic Crystals: Molding the Flow of Light*, Second Edition, Princeton University Press, 2008.
- [4] Kivotoshi Yasumoto, Electromagnetic Theory and Applications for Photonic Crystals, CRC Press, 2006.
- [5] Said Zouhdi, Ari Sihvola, and Alexey P. Vinogradov, *Metamaterials and Plasmonics: Fundamentals, Modelling, Applications*, Springer, 2009.
- [6] G. V. Eleftheriades and K. G. Balmain, *Negative-Refraction Metamaterials: Fundamentals Principles and Applications*, John Wiley & Sons, 2005.
- [7] Ricardo Marqués, Ferran Martín and Mario Sorolla, *Metamaterials with Negative Parameters*, John Wiley & Sons, 2008.
- [8] Stefan Maier, Plasmonics: Fundamentals and Applications, Springer, 2007.

Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Seminarios	()
Lecturas obligatorias	(X)
Trabajos de investigación	()
Prácticas en taller o laboratorio	()
Prácticas de campo	()
Otras:	(X)

Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia a prácticas	()
Otras:	(X)

Metodología: Habrá exposiciones por parte del profesor utilizando tanto el pizarrón como acetatos, diapositivas, cañón o videos. También los alumnos participarán en la exposición de temas que el profesor considere pertinentes. En todo caso se promoverá la discusión y participación de los estudiantes.

Libros de texto: Refs. [1], [2], [3] y [5]. Lecturas obligatorias se recomiendan:

- Estructuras de cristales y redes recíprocas de la Ref. [1].
- Fundamentos de óptica de ondas de la Ref. [2].
- Diseño de cristales fotónicos para aplicaciones de la Ref. [3].
- Análisis de refracción negativa en cristales fotónicos de la Ref. [6].

Bibliografía complementaria: Refs. [4], [6], [7] y [8].

Evaluación:

Se evaluará con un porcentaje de ponderación del 50% de los exámenes parciales, el 10% de un examen final, el 20% de los trabajos y tareas, el 10% de la participación en clase, y el 10% del reporte de las lecturas obligatorias. Todos estos elementos deberán retroalimentar la práctica docente para mejorar la eficiencia y disminuir la reprobación.

NOMBRE: TÉCNICAS DE SÍNTESIS DE NANOESTRUCTURAS

CLAVE: O

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICO/MATEMÁTICAS) HRS./SEM.: 4 (3 hrs. en el aula 1 hr. en el laboratorio), 4 horas individuales

OBJETIVO El estudiante obtendrá los conocimientos necesarios de los métodos, equipos y técnicas experimentales más importantes sobre síntesis y caracterización de materiales nanoestructurados. Así mismo, tendrá una amplia visión de la utilización de tales conocimientos para permitirle la elaboración de protocolos de síntesis en función de las aplicaciones exigidas a los materiales.

- 1.-Introducción a las nanoestructuras. Interés en las nanoestructuras y perspectivas y motivación de la nanociencia y la nanotecnología. Clasificación y enfoque de estudio de la síntesis de nanomateriales.
- **2.-Nanoestructuras de dimensión cero: nanopartículas.** Nanopartículas por nucleación homogénea: Crecimiento subsecuente del núcleo; síntesis de nanopartículas metálicas, semiconductoras y oxidadas; reacciones en fase vapor; segregación de fases en estado sólido. Reacciones en fase vapor. Nanopartículas por nucleación heterogénea: Fundamentos y síntesis de nanopartículas. Síntesis de nanopartículas bajo cinética controlada: Síntesis en micelas inversas o usando microemulsiones; síntesis por aerosol; terminación del crecimiento; pirolisis por spray; síntesis basada en templetes. Nanopartículas core-shell epitaxiales
- 3.-Nanoestructuras de una dimensión: nanoalambres, nanotubos. Crecimiento espontaneo: Crecimiento por evaporación (disolución) condensación; crecimiento por Vapor (o solución) líquido sólido (VLS o SLS); recristalización inducida por estrés. Síntesisbasada en templetes: Deposición electroquímica; deposición electroforética; llenado de templetes por dispersión coloidal, por solución y fundición, por deposición de vapor químico y por deposición por centrifugación. Electrorotación. Litografía.
- **4.-Nanoestructuras de dos dimensiones: Películas delgadas.**Fundamentos del crecimiento de películas. Ciencia y tecnología del vacío. Deposición Física de Vapor: Evaporación; epitaxia por haces moleculares, pulverización catódica. Deposición por vapor físico (PVD); deposición por vapor químico (CVD). Deposición por capas atómicas. Super-redes. Autoensamblado. Películas de Langmuir-Blodgett. Deposición electroquímica. Películas sol-gel.
- **5.-Nanoestructuras fabricadas por métodos físicos.** Litografía: Fotolitografía; litografía electrónica; litografía de rayos X; litografía por haces de iones focalizados. Nanomanipulación y nanolitografía: Microscopía de barrido por tunelamiento; microscopía de fuerza atómica; microscopía óptica de campo cercano. Litografía suave; litografía de micro contacto; litografía por moldeado; litografía por nanoimpresión; nanolitografía tipo "dip-pen". Ensamblado de nanopartículas y nanoalambres: Fuerzas capilares; interacciones de dispersión; ensamblado asistido por fuerzas de cizalla, por templete y por campos eléctrico y gravitacional; ensamblado unido covalentemente. Otros métodos de nano y micro fabricación.

Bibliografía:

- [1] Cao Guozhong, Nanostructures and nanomaterials: Synthesis, properties and Applications, World Scientific Publishing, 2006.
- [2] Philippe Knauth and Joop Schoonman, *Nanostructured Materials: Selected Synthesis Methods, Properties and Applications*, Springer-Verlag, 2002.
- [3] Bharat Bhushan, Springer Handbook of Nanotechnology, Springer-Verlag, 2004.
- [4] Patrik Schmuki and Sannakaisa Virtanen, Electrochemistry at the Nanoscale, Springer-Verlag, 2009.
- [5] Dieter Vollath, Nanomaterials: An Introduction to Synthesis, Properties and Applications, Wiley-VCH, 2008.
- [6] Yoon S. Lee, Self-Assembly and Nanotechnology: A Force Balance Approach, John Wiley & Sons, 2008.
- [7] C. N. R. Rao, A. Müller and A. K. Cheetham. *Nanomaterials Chemistry: Recent Developments and New Directions*, Wiley-VCH, 2007.

Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	()
Ejercicios dentro de clase	(X)
Seminarios	()

Lecturas obligatorias	()
Trabajos de investigación	(X	()
Prácticas en taller o laboratorio	(X	()
Prácticas de campo	()
Otras:	()
Elementos de evaluación sugeridos		
Exámenes parciales	(X	()
Exámenes finales	(X	()
Trabajos y tareas fuera del aula	(X	()
Participación en clase	(X	()
Asistencia a prácticas	(X	()
Otras:	Ì)

• Se evaluará con un peso de un 20% de la calificación para las tareas, un 30% para prácticas en el laboratorio, 10% para la participación en clase y 40% para exámenes parciales y final.

NOMBRE: FÍSICA DEL ESTADO SÓLIDO

CLAVE: O

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICA)

HRS./SEM.: 4(4 hrs. en el Aula), 4 horas individuales

Objetivo: La física del estado sólido es una de las disciplinas de la ciencia que se ha constituido en fundamento para el desarrollo de la tecnología moderna. El objetivo de este curso es proporcionar a los estudiantes los conocimientos básicos sobre los diversos procesos físicos que ocurren en los sólidos, para que puedan desarrollarse como investigadores en esta área de la física.

- 1. **Estructuras cristalinas.** Tipos de enlace. Energía de cohesión. Simetrías y redes de Bravais. Celdas unitarias y vectores primitivos. Espacio reciproco y zonas de Brillouin.
- 2. **Dinámica de la red.** Aproximación armónica. Aproximación adiabática. Ondas elásticas. Modos normales. Teorías de calor específico de la red.
- 3. **Teoría de metales.** Modelos de Drude y de Sommerfeld. Energía de Fermi y calor especifico electrónico. Conducción y la ecuación de Boltzmann. Ley de Wiedemann-Franz. Aspectos básicos de superconductividad
- 4. **Teoría de Bandas.** Aproximación de un solo electrón. Potencial periódico y teorema de Bloch. Modelo de Kronig-Penney. Aproximación de electrones casi libres. Aproximación de amarre fuerte. Conductor, semiconductor y aislante.
- Semiconductores. Semiconductores intrínsecos y extrínsecos (impurezas). Estadística de electrones y huecos (intrínsecos). Energía de ionización de centros de impurezas. Estadística de semiconductores extrínsecos.

Bibliografía:

- [1] Charles Kittel, *Introduction to solid state physics*, 7th edition, John Wiley & Sons, 1995.
- [2] Neil W. Ashcroft and N. David Mermin, Solid state physics, Holt-Saunders Co., 1976.
- [3] Alexander O.E. Animalu, *Intermediate quantum theory of crystalline solids*, Prentice-Hall, INC., 1977.
- [4] John Philip McKelvey, Solid state and semiconductor physics, Harper and Row, 1976.
- [5] Oracio Navarro, *Introducción a la Superconductividad*, Editorial Aula Magna Vol. 11 UAS, 1997
- [6] David R. Tilley and John Tilley, Superfluidity and Superconductivity, Springer Verlag, 1990.

Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	()
Trabajos de investigación	(X)
Prácticas en taller o laboratorio	()
Prácticas de campo	()

Otras:	()	
Elementos de evaluación sugeridos		
Exámenes parciales	(X)	
Exámenes finales	(X)	
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)	
Participación en clase	(X)	
Asistencia a prácticas	()	
Otras:	(X)	

Evaluación:

Se evaluará con un porcentaje de ponderación del 50% de los exámenes parciales, el 10% de un examen final, el 20% de los trabajos y tareas, el 10% de la participación en clase, y el 10% del reporte de las lecturas obligatorias. Todos estos elementos deberán retroalimentar la práctica docente para mejorar la eficiencia y disminuir la reprobación.

NOMBRE: **ÓPTICA**

CLAVE: O

CICLO: 2 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: MAESTRO EN CIENCIAS (ÓPTICA)

HRS./SEM.: 4 (4 hrs. en aula), 4 horas individuales

Objetivo: Que el estudiante adquiera la habilidad y capacidad suficiente para identificar, describir y analizar los fenómenos de interferencia y difracción en sistemas formadores de imágenes.

- 1. Ondas electromagnéticas. Ondas escalares y vectoriales en el espacio libre: Ecuaciones de Maxwell en el vacío, sin cargas ni corrientes. Ecs. de onda para E y B. Ec. de onda escalar y su solución por separación de variables para ondas armónicas. Interpretación física de las soluciones de ondas viajeras. Parámetros de onda. Forma general de la función de onda escalar. Ondas planas monocromáticas. Naturaleza transversal de las ondas planas. Energía del campo electromagnético: Teorema de Poynting. Vector de Poynting de campos complejos. Dispersión y Esparcimiento. Polarización lineal, circular y elíptica: Forma general de una onda plana polarizada. Parámetros de Stokes: Parámetros de Stokes en términos de los parámetros de la elipse de polarización. Ondas en medios conductores. Ondas en medios no conductores. Distribución de corriente en conductores. Reflexión y refracción en dieléctricos. Ecuaciones de Fresnel. Reflexión total interna y externa. Reflectancia y transmitancia. Reflexión y refracción en metales.
- 2. **Interferencia**. Interferencia entre dos ondas planas viajeras monocromáticas. Vector de onda, modulación y visibilidad de un patrón de interferencia. Interferencia entre una onda plana y una esférica. Interferómetros por división de amplitud: Interferómetro de Michelson. Interferómetros por división de frente de onda: Experimento de Young. Introducción a la teoría de coherencia. Placas y películas dieléctricas. Interferencia de haces múltiples: Interferómetro de Fabry-Perot.
- 3. **Difracción**. Aspectos introductorios. Integral de difracción para una abertura en un plano opaco iluminada por una onda divergente. Patrones de difracción de Fraunhofer. Difracción de Fresnel. Principio de Babinet.
- 4. **Óptica de Fourier**. Principios de la transformada de Fourier. Efectos de la propagación libre sobre una distribución espacial de amplitud compleja. Difracción por objetos con una estructura complicada. Transformación de Fourier por lentes delgadas.

Bibliografía:

- [1] E. Hecht y A. Zajac, Óptica, Addison-Wesley, Tercera Edición, 1986.
- [2] G. R. Fowles, *Introduction to modern optics*, Dover, Second edition, 1989.
- [3] W. C. Elmore and M. A. Heald, *Physics of waves*, Dover Publication, First edition, 1985.
- [4] Max Born and Emil Wolf, Principles of Optics, Cambridge University Press, Seventh edition, 2005.
- [5] Miles V. Klein and Thomas E. Furtak, Optics, Second Edition, Wiley, 1986.
- [6] B. E. A. Saleh and M. C. Teich, Fundamentals of Photonics, John Wiley and Sons, 1991.
- [7] F. G. Smith, T. A. King and D. Wilkins, Optics and photonics: An introduction, J. Wiley and Sons, 2007.
- [8] M. Francon, Optical Interferometry, Academic Press, 1966.
- [9] Joseph W. Goodman, Statistical Optics, Wiley-Interscience, 2000.
- [10] Ronald N. Bracewell, The Fourier transform and its applications, Third edition, 2000.

Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral (X)
Exposición audiovisual (X)
Ejercicios dentro de clase (X)
Seminarios ()
Lecturas obligatorias (X)
Trabajos de investigación (X)
Prácticas en taller o laboratorio ()
Prácticas de campo ()
Otras:	X)

Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia a prácticas	()
Otras:	(X)

Metodología: Habrá exposiciones por parte del profesor utilizando tanto el pizarrón como diapositivas, cañón o videos. También los alumnos participarán en la exposición de temas que el profesor considere pertinentes. En todo caso se promoverá la discusión y participación de los estudiantes.

Libros de texto: Refs. [1], [2] y [9]. Lecturas obligatorias se recomiendan:

- Conceptos de Ondas electromagnéticas, Interferencia y Difracción de las Refs. [3], [4] y [8].
- Tipos de interferómetros de las Refs. [1] y [8].
- Teoría de Coherencia de la Ref. [4]
- Transformadas de Fourier de la Ref. [10]
- Óptica de Fourier de la Ref. [9].

Bibliografía complementaria: Refs. [5], [6] y [7].

Evaluación:

Se evaluará con un porcentaje de ponderación del 50% de los exámenes parciales, el 10% de un examen final, el 20% de los trabajos y tareas, el 10% de la participación en clase, y el 10% del reporte de las lecturas obligatorias. Todos estos elementos deberán retroalimentar la práctica docente para mejorar la eficiencia y disminuir la reprobación.

NOMBRE: LABORATORIO DE ÓPTICA

CLAVE: O

CICLO: 2-4 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (ÓPTICA) HRS./SEM.: 4 (4 hrs. en el laboratorio), 4 horas individuales

Objetivo: Introducir el alumno a los principios básicos y más avanzados de óptica experimental. Por medio de esta materia el estudiante será capaz de diseñar, planear y ejecutar experimentos en el área de Óptica. Comprobará los fundamentos avanzados de la óptica por medio de prácticas experimentales y será capaz de diseñar, planear y ejecutar experimentos basados en sus conocimientos previos en óptica. Adicionalmente, se familiarizará con laboratorios de investigación en el área de la óptica operando adecuadamente equipo de investigación.

EXPERIMENTOS

- **Lentes Delgadas e Instrumentos Ópticos**. Objetivo: Analizar la formación de imágenes por lentes delgadas. Obtener experimentalmente la Fórmula de Gauss. Construcción de un instrumento de visión cercana (microscopio).
- **Polarización. Ley de Malus**. Objetivo: Analizar experimentalmente las propiedades de la polarización de la luz
- **Polarización II. Reflexión TM**. Objetivo: Medición de la curva de la Reflexión paralela para la determinación del ángulo de Brewster.
- **Interferencia I. Experimento de Young**. Objetivo: Analizar el fenómeno de interferencia de frente de onda mediante el experimento clásico de Young. Medición de la longitud de onda media de un frente luminoso.
- **Interferencia II. Interferencia de dos haces**. Objetivo: Medición del ángulo de inclinación de dos caras de vidrio plano-paralelas.
- **Interferómetro de Michelson y de Fabry-Perot**. Objetivo: Estudiar los principios de operación de dos de los interferómetros más comunes, mostrando algunas de sus aplicaciones más importantes.
- **Difracción. Difracción por abertura circular**. Objetivo: Estudiar las características de la difracción de Fraunhofer mediante los patrones de difracción producidos una abertura circular.
- Red de Difracción. Objetivo: Conocer y entender una red de difracción e introducir al campo de la espectroscopia.
- **Radiación Láser**. Objetivo: Estudiar los fundamentos de la óptica moderna por medio de la utilización y comprensión del funcionamiento de un láser. Medición de las características de un láser He-Ne.
- **Espectroscopía y Holografía**. Objetivo: Estudiar los principios de espectroscopía y holografía más comunes, mostrando algunas de sus aplicaciones más importantes.

- [1] Grant R. Fowles, Introduction to Modern Optics, Second Edition, Dover Publications, 1989.
- [2] Eugene Hecht y Alfred Zajac, Óptica, Addison-Wesley, Tercera Edición, 1986.
- [3] Daniel Malacara, Óptica Básica, Fondo de Cultura Económica, 1989.

[4] Warren J. Smith, Modern Optical Engineering, Third Edition, McGraw-Hill Professional, 2000.

Técnicas	de	enseñanza	sugeridas
Evno	cici	ón oral	

Exposición oral (X)
Exposición audiovisual (X)
Ejercicios dentro de clase (,)
Seminarios (X)
Lecturas obligatorias (,)
Trabajos de investigación (X)
Prácticas en taller o laboratorio (X)
Prácticas de campo (,)
Otras: (X)

Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	()
Exámenes finales	()
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia a prácticas	(X)
Otras:	(X)

Metodología:

Habrá exposiciones por parte del profesor utilizando tanto el pizarrón como acetatos, diapositivas, cañón o videos, para la explicación de los experimentos. También los alumnos participarán en la exposición de temas que el profesor considere pertinentes. En todo caso se promoverá la discusión y participación de los estudiantes durante su desarrollo de los experimentos.

Libros de texto: Refs. [2] y [3].

Lecturas para seminarios y trabajos de investigación se recomiendan las cuatro referencias citadas.

Evaluación:

Se evaluará con un porcentaje de ponderación del 50% de la realización de los experimentos, el 20% de las exposiciones de los seminarios y trabajos de investigación, el 10% de la participación en clase, y el 20% delos reportes de cada uno de los experimentos realizados. Todos estos elementos deberán retroalimentar la práctica docente para mejorar la eficiencia y disminuir la reprobación.

NOMBRE: PROPIEDADES FÍSICAS DE MATERIALES

CLAVE: O

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS, DOCTOR EN INGENIERÍA

HRS./SEM.: 4(4 hrs. en el Aula), 4 horas individuales

Objetivo: El objetivo general del curso es que el alumno esté capacitado para poder interpretar y medir las propiedades físicas de los materiales.

- 1. **Propiedades mecánicas de los materiales**. Estructura de los Materiales. Teoría de la nucleación y cinética de Crecimiento. Fronteras de grano y lugares vacantes. Teorías de dislocaciones y fenómenos de deslizamiento. Maclado, deformación y Fractura Termofluencia.
- 2. Propiedades eléctricas de los materiales. Fenómenos de polarización dieléctrica. Campo eléctrico en el interior de un dieléctrico: Inducción eléctrica. Campo total. Mecanismos de polarización. Relación entre polarización y constante dieléctrica. Constante dieléctrica compleja. Fenómenos de relajación y resonancia Materiales ferroeléctricos, piroeléctricos y piezoeléctricos. Aplicaciones. Estudio de las propiedades conductoras de los materiales. Bandas de energía en sólidos. Conducción eléctrica en los sólidos. Semiconductores intrínsecos. Semiconductores extrínsecos. Localización del nivel Fermi en semiconductores. Diodos semiconductores y transistores. Materiales superconductores. Aplicaciones.
- 3. Propiedades magnéticas de los materiales. Conceptos fundamentales. Campo magnético en el vacío. Campo magnético en la materia. Inducción electromagnética y energía magnética. Magnetismo de la materia. Origen microscópico del magnetismo. Magnetismo lineal. Diamagnetismo. Paramagnetismo. Efectos cooperativos en magnetismo: Ferromagnetismo. Antiferromagnetismo y Ferromagnetismo Magnetismo técnico. Anisotropias magnéticas. Materiales magnéticos tecnológicos y materiales magnéticos blandos.
- 4. **Propiedades ópticas de los materiales**. Naturaleza de la radiación electromagnética. Energía, frecuencia, longitud de onda e intensidad de una onda electromagnética. Espectro electromagnético. Luz monocromática, luz polarizada y luz natural. Interacción de la luz con la materia: Reflexión, absorción, luminiscencia y dispersión o esparcimiento. Instrumentos ópticos para la espectroscopia de materiales. Fuentes de luz. Detectores de radiación. Análisis y descomposición de la luz. Espectroscopia de absorción, Espectroscopia de emisión. Espectroscopia de vidas medias. Reflectividad.
- 5. Técnicas de caracterización. Equipos básicos para el estudio de los materiales Sistemas de vacío. Producción y medidas de bajas temperatura. Medida de propiedades termomecánicas. Ensayos termomecánicos. Medidas magnéticas. Medidas dieléctricas. Medidas ópticas. Absorción y Emisión atómica. Cromatografía. Análisis térmico. Espectroscopia IR. Visible y U.V. Espectroscopia Raman. Resonancia Magnética Nuclear.

- [1] J. M. Albella, A. M. Cintas, T. Miranda y J. M. Serratosa, *Introducción a la ciencia de materiales, técnicas de preparación y caracterización*, C.S.I.C., 1993.
- [2] Robert E. Reed Hill, *Principios deMetalurgia Física*, Compañía Editorial Continental, 1968.
- [3] Derek Albert Long, Raman Spectroscopy, McGraw-Hill, 1977.
- [4] B. D. Cullity and C. D. Graham, Introduction to magnetic materials, Wiley-Blackwell, 2008.
- [5] Jesús Morcillo Rubioy Ramón Madroñero Peláez, Aplicaciones prácticas de la espectroscopia infrarroja, Santillana, 1962.

Técnicas	de	enseñ	anza	sugeridas	
-		,	1		

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	(X)
Trabajos de investigación	(X)
Prácticas en taller o laboratorio	()
Prácticas de campo	()
Otras:	()

Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia a prácticas	()
Otras:	()

Evaluación:

Se evaluará con un porcentaje de ponderación del 50% de los exámenes parciales, el 10% de un examen final, el 20% de los trabajos y tareas, el 10% de la participación en clase, y el 10% del reporte de las lecturas obligatorias. Todos estos elementos deberán retroalimentar la práctica docente para mejorar la eficiencia y disminuir la reprobación.

NOMBRE: FENÓMENOS INTERFACIALES

CLAVE: O

CICLO: SEGUNDO SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS

HRS./SEM.: 4 (2 hrs en Aula y 2 en Laboratorio), 4 horas individuales

Objetivo: Proveer al estudiante con el conocimiento fundamental requerido para comprender el comportamiento de superficies e interfaces. Hacer de su conocimiento las técnicas experimentales y teóricas modernas utilizadas para caracterizar y estudiar superficies e interfaces. Enseñarle la forma de aplicar este conocimiento para el estudio de fenómenos novedosos y el desarrollo de tecnología.

- 1. **Introducción a las superficies e interfaces**. Líquidos y superficies liquidas; Sólidos y superficies sólidas. Relación de área a volumen y energía libre superficial.
- 2. **Interacciones moleculares.** Fuerzas intramoleculares. Fuerzas y potenciales intermoleculares. Interacciones coulómbicas. Interacciones ion-dipolo y dipolo-dipolo. Interacciones entre dipolos inducidos y permanentes. Interacciones de van der Waals. Potenciales de Lennard-Jones. Enlace de hidrógeno. Interacciones hidrofóbicas e hidrofílicas.
- 3. **Termodinámica de interfases**. Introducción a la termodinámica de interfases. Interfase de Gibbs y funciones de exceso. Fenómenos de adsorción. Condiciones de equilibrio en interfases múltiples. Relación entre parámetros termodinámicos y fuerzas intermoleculares.
- 4. **Superficies líquidas puras**. Transiciones de fase en líquidos puros. Ecuación de Young-Laplace. Capilaridad. Variación de la tensión superficial con la temperatura y la presión. Condensación capilar y nucleación.
- 5. Superficies de soluciones líquidas. Equilibrio. Funciones termodinámicas de exceso y mezclado. Soluciones que contienen surfactantes solubles. Termodinámica de adsorción de monocapas solubles de Gibbs en superficies líquidas. Monocapas de Langmuir de materiales insolubles sobre superficies líquidas. Micelas, bicapas, vesículas, liposomas, membranas celulares y micelas invertidas, microemulsiones.
- 6. Determinación experimental de la tensión superficial en superficies e interfaces liquidas. Método de la capilaridad. Método de la gota colgante. Método de la presión máxima de burbuja. Método del anillo. Métodos aplicables a interfases. Microtensiometría. Medidas sobre metales fundidos. Efectos de surfactantes.
- 7. Energía potencial de interacción entre partículas y superficies. Fuerzas entre partículas y entre moléculas, diferencias y similitudes. Interacciones de van der Waals entre cuerpos macroscópicos. Cálculos de constante de Hamaker. Medias experimentales de las constantes de Hamaker. Efectos del solvente.
- 8. **Superficies sólidas**. Propiedades generales de superficies sólidas. Tensión y energía libre superficial de superficies sólidas. Adsorción. Isoterma de Langmuir. Isoterma de adsorción B.E.T. Termodinámica de la adsorción. Efectos catalíticos de superficies.
- 9. **Angulo de contacto**. Ecuación de Young. Medidas de ángulos de contacto y su dependencia con la temperatura. Angulo de contacto para polvos. Histéresis en medidas de ángulo de contacto. Tensión superficial de sólidos a partir de medidas de ángulo de contacto.
- 10. Aplicaciones. Adsorción; Detergencia; Microemulsificación; Flotación; Coagulación.

Bibliografía:

- [1] Husnu Yildirim Erbil, Surface chemistry of solid and liquid interfaces, Blackwell Publishing Ltd, 2006.
- [2] Arthur W. Adamson and Alice P. Gast, Physical Chemistry of surfaces, John Wiley & Sons, 1997.
- [3] Paul C. Hiemenz and Raj Rajagopalan, *Principles of Colloid and Surface Chemistry*, Third Edition, Marcel Dekker Inc., 1997.

Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Seminarios	()
Lecturas obligatorias	(X)
Trabajos de investigación	(X)
Prácticas en taller o laboratorio	(X)
Prácticas de campo	()
Otras:	()

Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia a prácticas	(X)
Otras:	()

- En la evaluación a través de las Exposiciones Audiovisuales y Trabajos de Investigación los estudiantes leerán artículos científicos recientes seleccionados, que después implementarán en el laboratorio y mostrarán el arreglo experimental al profesor y sus compañeros, o alternativamente, profundizarán en su comprensión y realizarán Exposiciones Audiovisuales frente a grupo. Para realizar esta actividad, los estudiantes del curso serán organizados en equipo, a cada equipo se le asignará un tema de investigación a profundizar, y de forma programada realizarán la Exposición de su Tema de Investigación. Esta actividad se realiza para que los estudiantes tengan un acercamiento directo con las aplicaciones modernas de la materia.
- En este curso se deja a los estudiantes problemas de tarea tanto teóricos como experimentales, en los
 experimentales antes de implementar los arreglos en el laboratorio deben planearlos con anticipación.
 En los Ejercicios Dentro de Clase, los estudiantes expondrán la forma en que abordaron los problemas
 teóricos de las tareas, así como la forma en que planearon las prácticas de laboratorio antes de
 realizarlas.
- En las Prácticas en Laboratorio los estudiantes implementaran, con la guía del profesor, los experimentos demostrativos y de Investigación que lleven a la comprensión integra de los temas del curso.

NOMBRE: ELECTROQUÍMICA

CLAVE: O

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS

HRS./SEM.: 4 (2 hrs en Aula y 2 en Laboratorio), 4 horas individuales

Objetivo: Proveer al estudiante con un conocimiento avanzado de los fundamentos de la electroquímica y conocimiento práctico de la gran variedad de técnicas experimentales disponibles para el estudio de la transferencia de electrones a través de interfaces.

- 1. **Conceptos fundamentales de electroquímica**. Corrientes eléctricas y conductores iónicos. Procesos Faradaicos. Doble capa eléctrica. Electrocapilaridad.
- 2. **Potenciales de electrodo.** Diferencia de potencial interfacial. Corriente de intercambio. Potencial de circuito abierto. Potencial de electrodo. Voltaje de celda. Potencial electroquímico.
- 3. Termodinámica de sistemas electroquímicos. Funciones termodinámicas en electroquímica. Actividad termodinámica. Ecuaciones para la fuerza electromotriz en celdas galvánicas. Dependencia del potencial de electrodo de la concentración de especies.
- **4. Reacciones de electrodo y propiedades interfaciales**. Voltametría Cíclica. Mecanismos de reacción. Espectroscopia electroquímica. Microscopía electroquímica de barrido. Microbalanza de cristal de cuarzo. Espectroscopía de impedancia electroquímica.
- 5.**Técnicas de potencial controlado**. Cronoamperometría. Polarografía. Voltametría pulsada. Voltametría AC
- 6.Consideraciones prácticas. Celdas electroquímicas. Solventes y electrolitos de soporte. Remoción de oxígeno. Instrumentación. Electrodos de trabajo, electrodo de mercurio, electrodos sólidos, electrodos de disco rotatorio y cilindro rotatorio, electrodos químicamente modificados, microelectrodos.
- 7. **Potenciometría**. Principios de medidas potenciométricas. Electrodos de ion selectivo. Medidas potenciométricas en línea, en sitio y en vivo.
- 8.- **Técnicas de corriente controlada**. Corriente constante. Barrido lineal de corriente. Inversión de corriente. Cronoamperometría cíclica
- 9.- Espectroscopía de Împedancia Electroquímica. Impedancia. Aplicaciones de la Transformadas de Laplace a circuitos eléctricos. Circuito eléctrico equivalente. Obtención de información electroquímica a partir de la impedancia.

Bibliografía:

- [1] Allen J. Bard and Larry R. Faulkner, *Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications*, John Wiley & Sons Inc. 2001.
- [2] Joseph Wang, Analytical electrochemistry, John Wiley & Sons Inc. 2006.
- [3] John O'M. Bockris, Amulya K. N. Reddy and Maria Gamboa-Aldeco, *Modern Electrochemistry*, Fundamentals of Electrodics, Second Edition, Springer, 2001.
- [4] Vladimir Sergeevich Bagotsky, Fundamentals of electrochemistry, John Wiley & Sons Inc. 2006.
- [5] Evgenij Barsoukov and J. Ross Macdonald, *Impedance Spectroscopy: Theory, Experiment, and Applications*, John Wiley & Sons Inc. 2005.

Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Seminarios	()
Lecturas obligatorias	(X)
Trabajos de investigación	(X)

Practicas en taller o laboratorio	(X)
Prácticas de campo	()
Otras:	()
Elementos de evaluación sugeridos	
Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia a prácticas	(X)
Otras:	()

- En la evaluación a través de las Exposiciones Audiovisuales y Trabajos de Investigación los estudiantes leerán artículos científicos recientes seleccionados, que después implementarán en el laboratorio y mostrarán el arreglo experimental al profesor y sus compañeros, o alternativamente, profundizarán en su comprensión y realizarán Exposiciones Audiovisuales frente a grupo. Para realizar esta actividad, los estudiantes del curso serán organizados en equipo, a cada equipo se le asignará un tema de investigación a profundizar, y de forma programada realizarán la Exposición de su Tema de Investigación. Esta actividad se realiza para que los estudiantes tengan un acercamiento directo con las aplicaciones modernas de la materia.
- En este curso se deja a los estudiantes problemas de tarea tanto teóricos como experimentales, en los experimentales antes de implementar los arreglos en el laboratorio deben planearlos con anticipación. En los Ejercicios Dentro de Clase, los estudiantes expondrán la forma en que abordaron los problemas teóricos de las tareas, así como la forma en que planearon las prácticas de laboratorio antes de realizarlas.
- En las Prácticas en Laboratorio los estudiantes implementaran, con la guía del profesor, los experimentos demostrativos y de Investigación que lleven a la comprensión integra de los temas del curso.

NOMBRE: ELEMENTOS FINITOS

CLAVE: O

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICO/MATEMÁTICAS) HRS./SEM.: 4 (2 Hrs. En el Aula y 2 Hrs. en el Laboratorio), 4 horas individuales.

Objetivo: Que el estudiante adquiera la habilidad y capacidad suficiente para resolver problemas básicos en modelado usando Elementos Finitos.

- **1.-Introducción.** Hipótesis de discretización. Funciones de interpolación. Expresión de las deformaciones unitarias. Relación tensión-deformación unitaria. Ecuación de equilibrio de un elemento. Ecuación de equilibrio del conjunto. Minimización de la energía potencial. Cálculo de tensiones. Criterios de convergencia.
- **2.-Modelos 1D.** Estructuras de barras.
- 3.-Modelos de potencial. Electrostática, transmisión de calor, flujo en medios porosos.
- **4.-Elasticidad lineal**. Formulaciones fuertes y variacionales.
- 5.- Elasticidad 2D, modelos axilsimétricos y tridimensionales.
- **6.-Elementos isoparamétricos.** Elementos 2D triangulares y cuadriláteros.
- **7.-Elementos 3D**. Cuadraturas. Convergencia y Estabilidad del MEF. Elementos mixtos y elementos mejorados.
- 8.-Generación de mallas, pre y post-proceso de resultados.
- 9.- Modelos estructurales. Vigas.
- 10.- Problemas parabólicos e hiperbólicos.

- [1] O. C. Zienkiewicz and R. L. Taylor, *The Finite Element Method Vol. 1: The Basics*, Butterworth-Heinemann, 2000.
- [2] O. C. Zienkiewicz and R. L. Taylor, *The Finite Element Method Vol. 2: Solid Mechanics*, Butterworth-Heinemann. 2000.
- [3] E. Oñate, Cálculo de Estructuras por el Método de los Elementos Finitos, CIMNE, 1992.
- [4] K. J. Bathe, Finite Element Procedures in Engineering Analysis, Prentice-Hall, 1996.
- [5] M. A. Crisfield, Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures, John Wiley & Sons, 1991.
- [6] K. H. Huebner, E. A. Thornton and T. Byrom, *The Finite Element Method for Engineers*, JohnWiley &Sons, 1995.
- [7] T. Belytschko, W. K. Liu and B. Moran, Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, John Wiley& Sons, 2000.

/ ·		~	• •
Penicas	O O	enseñanza	cuaeridae
1 CCIIICAS	ut	CHSCHanza	Sugti iuas

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Seminarios	(X)

Lecturas obligatorias	(X)
Trabajos de investigación	(X)
Prácticas en taller o laboratorio	(X)
Prácticas de campo	()
Otras:	()
Elementos de evaluación sugeridos			
Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	Ì.	X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia a prácticas	(X)
Otras:	Ì)

Metodología: Habrá exposiciones por parte del profesor utilizando tanto el pizarrón como acetatos, diapositivas, cañón o videos. También los alumnos participarán en la exposición de temas que el profesor considere pertinentes. En todo caso se promoverá la discusión y participación de los estudiantes.

Evaluación:

Se evaluará con un porcentaje de ponderación del 30% de los exámenes parciales, 20% de prácticas en el laboratorio, el 10% de un examen final, el 20% de los trabajos y tareas, el 10% de la participación en clase, y el 10% del reporte de las lecturas obligatorias. Todos estos elementos deberán retroalimentar la práctica docente para mejorar la eficiencia y disminuir la reprobación.

NOMBRE: ECUACIONES DIFERENCIALES APLICADAS

CLAVE: O

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICO/MATEMÁTICAS)

HRS./SEM.: 4(4 hrs. en el Aula), 4 horas individuales.

Objetivo: Que el estudiante adquiera la habilidad y capacidad suficiente para resolver problemas básicos en Ecuaciones Diferenciales ordinarias y parciales.

- **1.-Ecuaciones diferenciales ordinarias**. Estabilidad de soluciones de ecuaciones y sistemas. Teoría de perturbaciones. Dinámica no lineal. Bifurcaciones.
- **2.-Introducción a ecuaciones parciales.** Derivación de ecuaciones de onda, calor y Laplace. Características y ecuaciones del primer orden. Separación de variables.
- **3.-El problema de Sturm-Liouville, series e integrales de Fourier.** El problema de Sturm-Liouville. Ecuaciones integrales. Funciones especiales (Bessel, polinomios ortogonales). Series e integrales de Fourier. Aplicaciones.
- **4.-Ecuaciones elípticas.** Teoría de potencial. Funciones generalizadas, funciones de Green, soluciones fundamentales. Aplicaciones.
- **5.-Propagación de ondas.** Soluciones de la ecuación de ondas en 1, 2 y 3 dimensiones. Ecuación de Helmholtz y condiciones de radiación. Ecuaciones de ondas no lineales, solitones.

Bibliografía:

[1] Erwin Kreyszig, Advanced Engineering Mathematics, Wiley, 2011.

[2] Glyn James, David Burley, Dick Clements, Phil Dyke, John Searl, Nigel Steele and Jerry Wright, *Advanced Modern Engineering Mathematics*, Pearson, 2011.

- [3] Alan Jeffrey, Advanced Engineering Mathematics, Academic Press, 2002.
- [4] Richard Courant and D.Hilbert, Methods of Mathematical Physics, John Wiley & Sons, 1989.
- [5] V.S. Vladimirov, Equations of mathematical physics, Mir, 1984.
- [6] A.N.Tijonov y A.A. Samarsky, Ecuaciones de la física matemática, Mir, 1980.
- [7] Mark H.Holmes, Introduction to perturbation methods, Springer, 1995.

Técnicas de enseñanza sugeridas	
Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	
Ejercicios dentro de clase	(X)
Seminarios	()
Lecturas obligatorias	()
Trabajos de investigación	(X)
Prácticas en taller o laboratorio	()
Prácticas de campo	(
Otras:	()
Elementos de evaluación sugeridos	
Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)

Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	()
Asistencia a prácticas	()
Otras:	()

 Se evaluará con un peso de un 60% de la calificación de exámenes parciales, un 30% examen final, 10% calificación de las tareas y trabajo en clase.

NOMBRE: DINÁMICA NO LINEAL Y CAOS

CLAVE: O

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICO/MATEMÁTICAS) HRS./SEM.: 4 (2 Hrs. Aula y 2 Hr. En el Laboratorio), 4 horas individuales.

Objetivo: Que el estudiante maneje los conocimientos de teorías del caos y comprenda sus principios, ecuaciones y fundamentos para resolver los problemas básicos de caos cuántico.

- 1. **Fenomenología del Caos**. Sistemas lineales y no lineales. Un sistema eléctrico no lineal. Modelo matemático de crecimiento biológico de la población. Un modelo de convección.
- 2. **Dinámica en el espacio de estados**: *Una y dos dimensiones*. Espacio de estados. Sistemas descritos por ecuaciones diferenciales de primer orden. Espacio de estados en una y dos dimensiones. Dinámica y valores característicos complejos. Análisis de estabilidad lineal. Clasificación de puntos fijos. Ciclos límite. Teorema de Poincaré-Bendixson. Introducción a la Teoría de bifurcaciones. Ejemplos y aplicaciones.
- 3. **Flujos en tres dimensiones y caos**. Rutas hacia el caos. Sistemas dinámicos en tres dimensiones. Puntos fijos en tres dimensiones. Ciclos limite y secciones de Poincaré. Exponentes de Liapunov y caos. La universalidad del caos. Atractores extraños.
- 4. **Sistemas Hamiltonianos.** Ecuaciones de Hamilton y la Hamiltoniana. Espacio Fase. Constantes de movimiento y Hamiltonianas integrables. Sistemas integrables y no integrables, el teorema de KAM. Caos Hamiltoniano. Hamiltoniano de Hénon-Heiles. Aplicaciones de dinámica Hamiltoniana.

- [1] Robert C. Hilborn, *Chaos and Nonlinear Dynamics, an Introduction for Scientists and Engineers*, Oxford University Press, 1994.
- [2] J. M. T. Thompson and H. B. Stewart, Nonlinear Dynamics and Caos, Wiley, 2002.
- [3] Edward Ott, Chaos in Dynamical Systems, Cambridge University Press, 2002.

Técnicas de enseñanza sugeridas	
Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	(X)
Trabajos de investigación	(X)
Prácticas en taller o laboratorio	(X)
Prácticas de campo	()
Otras:	()
Elementos de evaluación sugeridos	
Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia a prácticas	(X)

Otras:	())
--------	-----	---

Metodología: Habrá exposiciones por parte del profesor utilizando tanto el pizarrón como acetatos, diapositivas, cañón o videos. También los alumnos participarán en la exposición de temas que el profesor considere pertinentes. En todo caso se promoverá la discusión y participación de los estudiantes.

Evaluación:

Se evaluará con un porcentaje de ponderación del 30% de los exámenes parciales, 20% de prácticas en el laboratorio, el 10% de un examen final, el 20% de los trabajos y tareas, el 10% de la participación en clase, y el 10% del reporte de las lecturas obligatorias. Todos estos elementos deberán retroalimentar la práctica docente para mejorar la eficiencia y disminuir la reprobación.

NOMBRE: FENÓMENOS DE TRANSPORTE

CLAVE: O

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN INGENIERÍA, DOCTOR EN CIENCIAS

HRS./SEM.: 4(4 hrs. en el Aula), 4 horas individuales

Objetivo: Que el estudiante adquiera el conocimiento necesario sobre los fenómenos de transporte principalmente de masa y calor, así como las leyes de conservación que le permitan establecer modelos simples en los sistemas físicos y biológicos. El transporte de momento se trata someramente ya que corresponde propiamente a la dinámica de fluidos.

- 1. **Introducción.** Hipótesis del continuo. Teoría molecular del trasporte. Difusión, convección y radiación. Leyes de conservación y balance. Fuerzas y flujos generalizados. Ecuación de transporte. Ecuaciones adimensionales.
- 2. Transporte de momentum. Fluidos. Flujos laminares. Viscosidad de un fluido. Efectos de la temperatura y presión. Ley de Newton. Balance de momento entre capas. Perfil de velocidad. Flujo a través de obstáculos. Ecuación de continuidad. Ecuación de movimiento. Ecuación para la energía y el momento angular. Derivada sustancial. Análisis dimensional de las ecuaciones. Problema numérico: flujo laminar inestable en un tubo circular.
- 3. Transporte de calor. Ley de Fourier. Conductividad térmica. Dependencia de la temperatura y presión. Balance de energía. Conducción de calor estacionaria. Paredes cilíndricas y esferas. Distribuciones de temperatura. Conducción de calor no estacionaria. Transferencia de calor en un medio finito. Transferencia de calor por convección en cilindros. Transferencia de calor por convección alrededor de obstáculos. Transferencia de calor durante condensación y ebullición. Problema numérico: transferencia de calor en un impulsor circular.
- 4. Transporte de masa. Ley de Fick. Coeficiente de difusión. Dependencia de la temperatura y presión. Balance de masa. Difusión estacionaria. Distribuciones de concentración. Transferencia de masa con convección forzada. Transferencia de masa en flujos laminares y turbulentos. Transferencia de masa con reacciones químicas homogéneas. Difusión en suspensiones y polímeros. Absorción de gases. Evaporación de líquidos. Transporte de masa y calor simultáneo: secado. Problema numérico: transferencia de masa con convección y difusión simultánea.

- [1] R. Byron Bird, Warren E. Stewart and Edwin N. Lightfoot, *Transport Phenomena*, John Wiley & Sons, 2002.
- [2] The Staff of REA, The Transport Phenomena Problem Solver, Research and Education Association, 1991.
- [3] W. J. Thompson, Introduction to Transport Phenomena, Prentice Hall, 2000.
- [3] J. Bear and Y. Bachmat, *Introduction to Modeling of Transport Phenomena in Porous Media*, Kluwer Academic Publishers, 1991.

Técnicas de enseñanza sugerida	ridas	suge	enseñanza	de	Técnicas
--------------------------------	-------	------	-----------	----	-----------------

Exposición oral	(:	X)
Exposición audiovisual	(:	X)
Ejercicios dentro de clase	(:	X)
Seminarios	(:	X)
Lecturas obligatorias	()
Trabajos de investigación	()
Prácticas en taller o laboratorio	()

Prácticas de campo	()
Otras:	()
Elementos de evaluación sugeridos	
Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia a prácticas	()
Otras:	()

Metodología: Habrá exposiciones por parte del profesor utilizando tanto el pizarrón como acetatos, diapositivas, cañón o videos. También los alumnos participarán en la exposición de temas que el profesor considere pertinentes. En todo caso se promoverá la discusión y participación de los estudiantes.

Libros de texto: Refs. [1], [2] y [3]. Lecturas obligatorias se recomiendan:

- Problema numérico: flujo laminar inestable en un tubo circular. [1].
- Absorción de gases. [2].
- Transporte de masa y calor simultáneo: secado. [3].

Evaluación:

Se evaluará con un porcentaje de ponderación del 50% de los exámenes parciales, el 10% de un examen final, el 20% de los trabajos y tareas, el 10% de la participación en clase, y el 10% del reporte de las lecturas obligatorias. Todos estos elementos deberán retroalimentar la práctica docente para mejorar la eficiencia y disminuir la reprobación.

NOMBRE: MECÁNICA DE FLUIDOS

CLAVE: O

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS, DOCTOR EN INGENIERÍA

HRS./SEM.: 4(4 hrs. en el Aula), 4 horas individuales

Objetivo: Que el estudiante adquiera la habilidad y capacidad suficiente para modelar y resolver problemas en el área de Mecánica de Fluidos.

- Generalidades. Hipótesis del continuo. Teoría molecular del trasporte. Fuerzas volumétricas y superficiales. Conceptos termodinámicos. Líquidos y gases. Condiciones de frontera entre medios diferentes.
- 2. Dinámica de un fluido. Campos de flujo y leyes de conservación. Derivada material. Distribuciones de velocidad sin vorticidad. Flujos irrotacionales e incompresibles en dos y tres dimensiones. Potencial complejo. Campo de velocidad con vorticidad. Fuentes y sumideros. Distribuciones de vorticidad. Integrales materiales en un fluido. Ecuación de momento. Ecuación constitutiva en fluidos newtonianos. Ecuaciones de Navier-Stokes. Energía interna de un fluido. Teorema de Bernoulli. Conjunto de ecuaciones para el movimiento de un fluido.
- 3. **Fluido incompresible viscoso**. Flujos uniformes. Fluidos rotantes. Jets uniformes. Similaridad y el número de Reynolds. Lubricación. Colado a través de medios porosos. Flujos en esquinas. Movimiento de cuerpos en fluidos. Suspensiones diluidas.
- 4. **Efectos de la viscosidad.** Dinámica de vórtices. Vorticidad en un fluido no viscoso. Flujos generados por superficies. Capas de frontera. Arrastre sobre burbujas en fluidos.
- 5. **Fluidos irrotacionales**. Ecuaciones de movimiento y su integración. Flujos estables (teoremas de Bernoulli y del momentum). Flujo causado por movimiento de cuerpos. Potencial complejo en dos dimensiones. Alas y alerones. Impactos de cuerpos en superficies de líquidos. Burbujas. Cavitación. Jets uniformes.

[1] G.	. K. Batche	lor, <i>An I</i>	ntroduction	to Flu	id Dynami	<i>cs</i> , Cambridg	ge University	Press, 2002.
--------	-------------	------------------	-------------	--------	-----------	----------------------	---------------	--------------

- [2] D. J. Tritton, *Physical Fluid Dynamics*, Oxford Science Publications, 1988.
- [3] O. Kolditz, Computational Methods in Environmental Fluid Mechanics, Springer-Verlag, 2002.
- [4] J. Tannehill, Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer, Taylor and Francis, 1997.
- [5] Ira M. Cohen and Pijush K. Kundu, Fluid Mechanics, Academic Press, 2004.
- [6] A. J. Smits, Mecánica de fluidos, Alfaomega, 2003.
- [7] R. A. Brown, Fluid Mechanics of the Atmosphere, Academic Press, 1991.

Técnicas de enseñanza sugeridas	
Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Seminarios	()
Lecturas obligatorias	(X)
Trabajos de investigación	()
Prácticas en taller o laboratorio	()
Prácticas de campo	
Otras:	()
Elementos de evaluación sugeridos	
Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)

Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia a prácticas	()
Otras:	()

Metodología: Habrá exposiciones por parte del profesor utilizando tanto el pizarrón como acetatos, diapositivas, cañón o videos. También los alumnos participarán en la exposición de temas que el profesor considere pertinentes. En todo caso se promoverá la discusión y participación de los estudiantes.

Lecturas obligatorias se recomiendan:

- Condiciones de frontera entre medios diferentes. [1].
- Flujos en esquinas. [1].
- Arrastre sobre burbujas en fluidos. [1,2].
- Alas y alerones [1].

Evaluación:

Se evaluará con un porcentaje de ponderación del 50% de los exámenes parciales, el 10% de un examen final, el 20% de los trabajos y tareas, el 10% de la participación en clase, y el 10% del reporte de las lecturas obligatorias. Todos estos elementos deberán retroalimentar la práctica docente para mejorar la eficiencia y disminuir la reprobación.

NOMBRE: ELEMENTOS DE FRONTERA

CLAVE: O

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS, DOCTOR EN INGENIERÍA HRS./SEM.: 4 (2 Hrs. En el Aula y 2 Hrs. en el Laboratorio), 4 horas individuales

- **Objetivo:** El alumno aprenderá a plantear y resolver problemas prácticos en la Física de Medios Continuos con modelos matemáticos empleando ecuaciones en derivadas parciales (EDP). Adquirirá las técnicas de resolución numérica de EDP más avanzadas como son los Elementos de Frontera, apoyándose en lenguajes de programación como *Mathematica*, MatLab y FORTRAN- 90 o C++
- 1. Requisitos Matemáticos Preliminares. Algebra Lineal Numérica. Matrices llenas sin Estructura. El Teorema General de Stokes. Clasificación de Ecuaciones en Derivadas Parciales. Valor inicial y condiciones de frontera. Los Teoremas de Green. La Distribución de Dirac en 1D, 2D y 3D. Aproximación con Polinomios. Bases y Espacios Funcionales. Integración Numérica de Integrales de Línea. Cuadraturas de Gauss. Programación Básica con Mathematica y en Matlab.
- 2. Las Integrales de Contorno en la Solución de Ecuaciones en Derivadas Parciales. Breve Introducción Histórica a los Elementos de Frontera. Modelos de Interpolación en 1, 2 y 3 dimensiones. Mallas de Frontera. La Solución Fundamental para la Ecuación de Laplace y de Poisson en 2D. El Método de Superficies y Volúmenes Finitos Integrados (SVFI).
- 3. Elementos de Frontera en la Solución de Ecuaciones en Derivadas Parciales. Soluciones Fundamentales en Dominios Finitos e Infinitos. Problemas de Potencial Aplicados: Ecuaciones de Laplace y de Poisson. Solución de Problemas en Elasticidad Lineal. Problemas Térmicos. Solución de la ecuación de Helmholtz y las Olas en el Océano. Flujo Subterráneo en Medios Porosos Anisotrópicos.
- 4. Elementos de Frontera en la Deformación Elástica de Medios Continuos. Las Leyes Fundamentales de Conservación en Medios Elásticos. Desplazamiento Vectorial. Tensores de Esfuerzos y Deformaciones. Las Ecuaciones Elásticas Fundamentales con Elementos de Contorno. Problemas selectos de Elasticidad y Termoelasticidad en 2D.

- [1] R.Haberman, Elementary Applied Partial Differential Equations, Prentice-Hall, 1983.
- [2] P. Kythe, An Introduction to Boundary Element Methods, CRC Press, 1995.
- [3] S. Wolfram, *Mathematica, a System for Doing Mathematics by Computer*, Addison-Wesley Publishing Company, 1992.
- [4] M. Subrata and Y. Mukherjee, *Boundary Methods: Elements, Contours and Nodes*, Taylor & Francis Group, 2005.

Técnicas de enseñanza sugeridas	
Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	(X)
Trabajos de investigación	(X)
Prácticas en taller o laboratorio	(X)
Prácticas de campo	()
Otras:	()
Elementos de evaluación sugeridos	
Exámenes parciales	(X)

Exámenes finales	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia a prácticas	(X)
Otras:	()

Metodología: Habrá exposiciones por parte del profesor utilizando tanto el pizarrón como acetatos, diapositivas, cañón o videos. También los alumnos participarán en la exposición de temas que el profesor considere pertinentes. En todo caso se promoverá la discusión y participación de los estudiantes.

Evaluación:

Se evaluará con un porcentaje de ponderación del 30% de los exámenes parciales, 20% de prácticas en el laboratorio, el 10% de un examen final, el 20% de los trabajos y tareas, el 10% de la participación en clase, y el 10% del reporte de las lecturas obligatorias. Todos estos elementos deberán retroalimentar la práctica docente para mejorar la eficiencia y disminuir la reprobación.

NOMBRE: FENÓMENOS CRÍTICOS

CLAVE: O

CICLO: SEGUNDO-TERCER SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICO/MATEMÁTICAS)

HRS./SEM.: 4(4 hrs. en el Aula), 4 horas individuales

Objetivo: Que el estudiante adquiera la habilidad y capacidad suficiente para resolver problemas básicos en transiciones de fase y fenómenos críticos.

- 1.- **Principios de la termodinámica.** Leyes de la termodinámica. Potenciales termodinámicos. Relaciones de Maxwell.
- 2.- Estabilidad de sistemas termodinámicos. Estabilidad intrínseca de sistemas termodinámicos. Condiciones de estabilidad para potenciales termodinámicos. Consecuencias físicas. Efectos cualitativos de fluctuaciones
- 3.-Transiciones de fase de primer orden. Introducción y definiciones. Discontinuidad en la entropía-calor latente. Curvas de coexistencia. Ecuación de van der Waals. Ecuación de Clapeyron. Isotermas inestables. Transiciones de fase de primer orden. Atributos generales de las transiciones de primer orden. Sistemas binarios. Transiciones de fase en sistemas multi-componentes. Diagramas de fase. Aplicaciones.
- 4.-**Fenómenos críticos.** Termodinámica en la vecindad de un punto crítico. Divergencia y estabilidad. Teoría de Landau Parámetros de orden y exponentes críticos. Escalamiento y universalidad.
- **5.-Tópicos especiales (Opcional)**. Modelo de Ising. Teoría de Ginsburg-Landau. Escalamiento de Widom y Kadanoff. Grupo de Renormalización. Puntos fijos.

- [1] Mark W. Zemansky y Richard H. Dittman, Calor y Termodinámica, 6ª Edición, McGraw-Hill, 1994.
- [2]Herbert B. Callen, *Thermodynamics and introduction to thermostatistics*, Second Edition, John Wiley & Sons, 1985.
- [3] A. B. Pipard, Elements of classical thermodynamics, CUP, 1981.
- [4] L. E. Reichl, Statistical Physics, John Wiley & Sons, 1998.
- [5] M. Le Bellac, Quantum and Statistical Field Theory, Clanderon Press, 1997.
- [6] N. Goldenfeld, Lectures on phase transitions and the renormalization, Addison-Wesley, 1992.

Técnicas de enseñanza sugeridas	
Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	(X)
Trabajos de investigación	(X)
Prácticas en taller o laboratorio	()
Prácticas de campo	()
Otras:	()
Elementos de evaluación sugeridos	
Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia a prácticas	()
Otras:	()

Metodología: Habrá exposiciones por parte del profesor utilizando tanto el pizarrón como acetatos, diapositivas, cañón o videos. También los alumnos participarán en la exposición de temas que el profesor considere pertinentes. En todo caso se promoverá la discusión y participación de los estudiantes.

Lecturas obligatorias se recomiendan:

- Ecuación de Clapeyron. [1].
- Transiciones de fase en sistemas multi-componentes. [2].
- Modelo de Ising. [4].

Evaluación:

Se evaluará con un porcentaje de ponderación del 50% de los exámenes parciales, el 10% de un examen final, el 20% de los trabajos y tareas, el 10% de la participación en clase, y el 10% del reporte de las lecturas obligatorias. Todos estos elementos deberán retroalimentar la práctica docente para mejorar la eficiencia y disminuir la reprobación.

NOMBRE: INTERACCIÓN RADIACIÓN-MATERIA

CLAVE: O

CICLO: 2-3 semestre.

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS O INGENIERÍA HRS./SEM.: 4 (3 hrs. en el aula 1 hr. en el laboratorio), 4 horas individuales.

Objetivo: Preparar al estudiante para realizar experimentos de determinación de la radiactividad natural y artificial, según las necesidades y las posibilidades a su alcance. Entender los fundamentos fenomenológicos de la radiactividad y las reacciones nucleares que después se aplican en los detectores, en las técnicas nucleares y en la protección radiológica. Entender los mecanismos de interacción de la radiación ionizante que producen efectos detectables por los instrumentos y efectos dañinos a los sistemas vivos. Conocer la estructura general de detección de la radiación ionizante. Entender y saber aplicar las definiciones fundamentales para caracterizar un experimento de detección de la radiación ionizante. Conocer el funcionamiento y las aplicaciones principales de los detectores gaseosos en los experimentos con radiación ionizante. Conocer las características generales de la función de respuesta que produce cualquier detector espectrométrico de radiación gamma, las relaciones entre las posiciones y las formas de los picos y el fondo en los espectros, a partir de los mecanismos de interacción de la radiación gamma en los materiales. Conocer la detección de rayos gamma mediante la luminiscencia producida por la ionización y su conversión a pulsos eléctricos mediante el fotoefecto combinado con la multiplicación electrónica. Conocer la detección de radiación ionizante mediante la ionización de la zona empobrecida y la generación y colección de portadores. Comprender el origen de la gran resolución energética de los detectores de semiconductores, en comparación con los gaseosos y los de centelleo. Aplicaciones de los detectores semiconductores a la medida de la radiactividad. Entender la función que realizan las diferentes etapas de procesamiento de los pulsos que salen de un detector hasta la producción de un espectro.

- **1.-Introducción de Física Nuclear**. Masa y energía. Sistemas cuánticos. Producción de rayos X. El núcleo atómico y algunas de sus características. Radiactividad. Ley experimental de la radiactividad y actividad instantánea. Desintegraciones sucesivas. Radiactividad alfa. Radiactividad beta. Radiactividad gamma. Reacciones nucleares. Reacciones de físión y fusión nucleares. Práctica de Laboratorio: Período de semidesintegración.
- **2.-** Interacción de la radiación ionizante con los materiales. Partículas cargadas pesadas. Electrones y positrones. Rayos X y gamma. Neutrones. Radiología digital y evaluación asistida por computadora. Práctica de Laboratorio: Absorción de la radiación gamma por los materiales.
- **3.- Modelo general de un detector**. Función de respuesta de un detector. Resolución. Eficiencia. Estadística de conteo y errores aleatorios. Prácticas de Laboratorio: Medición de radiación. Fluctuaciones estadísticas y errores de medición de la radiación.
- **4.-Detectores gaseosos**. Regímenes de trabajo. Eficiencia y características de conteo para diferentes voltajes de polarización. Detectores de partículas cargadas. Ventanas de entrada. Cámaras de ionización, modo de pulsos y modo continuo. Uso en dosimetría. Detector proporcional, coeficiente de multiplicación. Detector Geiger Muller, apagado, tiempo muerto. Práctica de Laboratorio: El detector Geiger Muller.
- **5.-Función de respuesta de los detectores de rayos gamma**. Fotópico, continuo y borde de Compton. Picos de escape simple y escape doble.
- **6.-Detectores de Centelleo**. Tubo fotomultiplicador electrónico. Fotocátodo, dinodos, multiplicación electrónica. Detector de Ioduro de sodio (NaI), mecanismo de fluorescencia. Número de portadores y resolución energética. Eficiencia y resolución. Detector de arrastres para rayos gamma. Aplicaciones de los detectores de centelleo en la medida de la radiactividad. Práctica de Laboratorio: Estudio de la forma de un espectro simple. Determinación de la eficiencia y la resolución del detector.

7.-Sistemas espectrométricos. Fuente de alimentación. Preamplificadores. Amplificadores. Contadores. Espectrómetros monocanales y multicanales.

Bibliografía:

- [1] Glenn F. Knoll, Radiation Detection and Measurement, John Wiley& Sons, 2010.
- [2] Nicholas Tsoulfanidis, Measurement and Detection of Radiation, Second Edition, Taylor & Francis 1995.
- [3] Michael F. D'Annunziata, Handbook of Radioactivity Analysis, Second Edition, Academic Press, 2003.
- [4] James E. Turner, Atoms, Radiation, and Radiation Protection, Wiley-VCH, 2007.
- [5] G.C. Lowenthal and P.L.Airey, Practical Applications of Radioactivity and Nuclear Radiations, Cambridge University Press, 2004.
- [6] Juan Azorín Nieto, Introducción a la Física Nuclear, Universidad Autónoma Metropolitana, 2003.
- [7] Merrill Eisenbud and ThomasGesell, Environmental Radioactivity from Natural, Industrial and Military Sources, Academic Press, 1997.
- [8] Vlado Valkovic, Radioactivity in the Environment, Elsevier Science, 2000.
- [9] J. Shapiro, Radiation protection: A Guide for Scientists, Regulators, and Physicians, Fourth Edition, La Editorial, UPR, 2002.
- [10] Frank H. Attix, Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry, John Wiley & Sons, 1986.
- [11] James E. Martin, Physics for Radiation Protection, John Wiley & Sons, 2008.
- [12] N.A.Dyson, X-rays in atomic and nuclear physic, Second Edition, Cambridge University Press, 1990.
- [13] Richard H. Gold, Lawrence W. Bassett and Bobbi E. Widoff, RadioGraphics 10, 1111-1131,1990.

Técnicas de enseñanza sugeridas Exposición oral Exposición audiovisual X) Ejercicios dentro de clase (X)Seminarios Lecturas obligatorias (X)Trabajos de investigación X) Prácticas en taller o laboratorio X) Prácticas de campo) Otras:) Elementos de evaluación sugeridos Exámenes parciales (X) Exámenes finales X) Trabajos y tareas fuera del aula X) Participación en clase X) X)

Asistencia a laboratorio

Otras:

Se evaluará con un peso de un 20% de la calificación para las tareas, un 30% para prácticas en el laboratorio, 10% para la participación en clase y 40% para exámenes parciales y final.

NOMBRE: INSTRUMENTACIÓN

CLAVE: O

CICLO: TERCER SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS, DOCTOR EN INGENIERÍA

HRS./SEM.: 4 (2 hrs. en el aula 2 hr. en el laboratorio), 4 horas individuales

Objetivo: Dotar al estudiante delconocimiento y experiencia básicos para que pueda desarrollar instrumentación controlada por computadora.

1) Introducción a sistemas de adquisición de datos

- 1.1 Introducción y aplicaciones en adquisición de datos del lenguaje de programación gráfico "LabView"
- 1.2 Programación y uso del puerto paralelo de las PCs
- 1.3 Programación y uso del puerto GPIB de las PCs
- 1.4 Programación y uso del puerto RS-232 de las PCs
- 1.5 Introducción y uso del puerto USB de las PCs
- 1.6 Introducción a TCP/IP y uso del puerto ethernet de las PCs

2) Adquisición de datos mediante varios equipos

- 2.1 Interfaz entre la PC y el osciloscopio digital mediante puerto GPIB y el puerto RS-232
- 2.2 Interfaz entre la PC y un Lock-In mediante puerto GPIB y el puerto RS-232
- 2.3 Interfaz entre la PC y un espectroscopio de impedancias mediante GPIB
- 2.4 Interfaz entre la PC y un monitor de temperatura por el puerto RS-232

3) Instrumentación NIM y CAMAC

- 3.1 Uso de módulos NIM en sistemas electrónicos de adquisición de datos
- 3.2 Programación de módulos CAMAC
- 3.3 Desarrollo de un sistema de adquisición completo para contar pulsos lógicos, digitalizar cargas y medir tiempos con electrónica CAMAC

4) Introducción a la electrónica digital moderna

- 4.1 Introducción a las FPGA (Field Programmable Gate Arrays)
- 4.2 Introducción al lenguaje de programación "VHDL"
- 4.3 Programación de FPGAs
- 4.4 Interfase de FPGAs a la PC usando los puertos paralelo y RS-232
- 4.5 Aplicaciones de las FPGAs en adquisición rápida de datos y en robótica

- [1] Gary W. Johnson, Labview Graphical Programming: Practical Applications in Instrumentation and Control, McGraw-Hill, 1997.
- [2] R.A. Penfold, *Interfacing P.C.'s and Compatibles*, Bernard Babani Publishing, 1992.
- [3] Tutoriales de LabView existentes en la red. Sugerencia:
- http://www.gte.us.es/~galvan/ie 4t/tutorial%20de%20labview.pdf
- [4] Manual del kit de evaluación Spartan 3: http://www.xilinnx.com, http://www.digilent.com
- [5] Tutoriales de VHDL existentes en internet.
- [6] Guía del puerto paralelo: http://www.lvr.com/parport.htm
- [7] Información disponible en internet sobre uso de los puertos serial, gpib,usb y Ethernet.
- [8] Manual de programación del osciloscopio digital Tektronix TDS220:http://www.tektronix.com
- [9] Tutoriales sobre el uso de los estándares NIM y CAMAC: http://www.lecroy.com

Técnicas	de	enseñanza	sugeridas
Evno	cici	ón oral	

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	(X)
Trabajos de investigación	(X)
Prácticas en taller o laboratorio	(X)
Prácticas de campo	()
Otras:	()

Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia a prácticas	(X)
Otras:	()

• Se evaluará con un peso de un 20% de la calificación para las tareas, un 30% para prácticas en el laboratorio, 10% para la participación en clase y 40% para exámenes parciales y final.

NOMBRE: DETECTORES DE RADIACIÓN IONIZANTE

CLAVE: O

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICA)

HRS./SEM.: 4 (2 hrs. en el aula 2 hr. en el laboratorio), 4 horas individuales

Objetivo: Dotar al estudiante del conocimiento y experiencia básicos para trabajar con detectores de radiación ionizante

1) Interacción de partículas con la materia

- 1.1 Radiactividad
- 1.2 Principios físicos de interacción de partículas cargadas y neutras con la materia
- 1.3 Simulación por computadora: Introducción a GEANT 4

2) Detectores de centelleo

- 2.1 Principios físicos de los detectores de centelleo
- 2.2 Introducción a los fotomultiplicadores
- 2.3 Aplicaciones en Física Experimental y en Física Médica

3) Detectores de silicio

- 3.1 Principios físicos de los detectores de silicio
- 3.2 Aplicaciones en Física Experimental y en Física Médica

4) Detectores de alambres a base de gases

- 4.1 Principios físicos de los detectores de alambres a base de gases
- 4.2 Tubos Geiger
- 4.3 Cámaras multialámbricas
- 4.4 Cámaras de deriva
- 4.5 Aplicaciones en Física Experimental y en Física Médica

Bibliografía:

- [1] D. W. Anderson, Absorption of lonizing Radiation, University Park Press, 1984.
- [2] Glenn F. Knoll, Radiation Detection and Measurement, John Wiley& Sons, 2010.
- [3] Klaus Debertin and Richard G. Helmer, *Gamma and X-Ray Spectrometry with Semiconductor Detectors*, North-Holland, 1988.
- [4] W.R. Leo, Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, Springer-Verlag, 1994.
- [5] Dan Green, *The Physics of Particle Detectors*, FirstEdition, Cambridge University Press, 2005.

Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	()
Ejercicios dentro de clase	(X)
Seminarios	()
Lecturas obligatorias	(X)
Trabajos de investigación	(X)
Prácticas en taller o laboratorio	(X)
Prácticas de campo	()
Otras:	()

Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia a prácticas	(X)
Otras:	()

• Se evaluará con un peso de un 20% de la calificación para las tareas, un 30% para prácticas en el laboratorio, 10% para la participación en clase y 40% para exámenes parciales y final.

NOMBRE: SIMULACIÓN DE INTERACCIÓN DE MUCHOS CUERPOS

CLAVE: O

CICLO: 3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS, DOCTOR EN INGENIERÍA

HRS./SEM.: 4(4 hrs. en el Aula), 4 horas individuales.

Objetivo: Que el estudiante conozca y aprenda a manejar las técnicas de simulación numérica en el estudio de interacción de radiación con radiación, radiación con materia y materia con materia.

1. Sistemas interactuantes

1.1 La acción y la densidad Lagrangiana

- 1.1.1 Simetrías de la acción y sus consecuencias para campos clásicos
- 1.1.2 Cuantización de la acción
- 1.1.3 Las transformaciones locales internas y externas
- 1.1.4 Simetrías de norma
- 1.1.5 Teoría de perturbaciones y una breve introducción a la matriz S
- 1.1.6 Diagramas de Feynman

1.2 Procesos fundamentales de interacción de radiación con materia

- 1.2.1 Aniquilación de pares electrón-positrón y producción de pares de muones
- 1.2.2 Tecnología de trazas
- 1.2.3 Sección eficaz no polarizada
- 1.2.4 Variables de Mandelstam
- 1.2.5 Dispersión Compton

2. Enfoque perturbativo

2.1 Regularización dimensional

- 2.1.1 Parametrización de Feynman
- 2.1.2 Divergencias ultravioletas
- 2.1.3 El método de Passarino-Veltman
- 2.1.4 Integrales de dos, tres y cuatro puntos

3. Implementación de la teoría de perturbaciones en FeynCalc

3.1 El lenguaje de FeynCalc

- 3.1.1 Álgebra de Dirac
- 3.1.2 Instrucciones para dar de alta amplitudes
- 3.1.3 Cálculo de trazas
- 3.1.4 Contracciones
- 3.1.5 Implementación de las condiciones cinemáticas

3.2 Cálculos a primer orden y simulación numérica

- 3.2.1 Ejemplos de cálculos hechos a primer orden en sistemas de espín semientero
- 3.2.2 Ejemplos de cálculos hechos a primer orden en sistemas de espín entero
- 3.2.3 Inspección de la covarianza ante transformaciones de norma a través de la identidad de Ward-Takahashi
- 3.2.4 Búsqueda de resultados finitos
- 3.2.5 Implementación en lenguaje de alto nivel y cómputo científico de los resultados analíticos
- 3.2.6 Simulación numérica, estudios de Monte Carlo y comparación con los resultados experimentales

Bibliografía

[1] G. Passarino and M. J. G. Veltman, Nucl. Phys. B160, 151 (1979).

- [2] R. Mertig, M. Bohm and A. Denner, *FEYN CALC: Computer algebraic calculation of Feynman amplitudes*, Comput. Phys. Commun.**64**, 345 (1991); Manual de FeynCalc, R. Mertig (1993).
- [3] Michael E. Peskin and Daniel V. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory, Westview Press, 1995.
- [4] A. O. Barut, Electodynamics and Classical Theory of Fields and Particles, Dover Publications, 2010.
- [5] G. J. van Oldenborgh, Comput. Phys. Commun. 66, 1 (1991).
- [6] http://comphep.sinp.msu.ru/

Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	Ì	X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	()
Trabajos de investigación	Ì	X)
Prácticas en taller o laboratorio	()
Prácticas de campo	()
Otras:	()

Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia a prácticas	()
Otras:	()

Metodología: Habrá exposiciones por parte del profesor utilizando tanto el pizarrón como acetatos, diapositivas, cañón o videos. También los alumnos participarán en la exposición de temas que el profesor considere pertinentes. En todo caso se promoverá la discusión y participación de los estudiantes.

Evaluación: Se evaluará con un porcentaje de ponderación del 50% de los exámenes parciales, el 10% de un examen final, el 20% de los trabajos y tareas, el 10% de la participación en clase, y el 10% del reporte de las lecturas obligatorias. Todos estos elementos deberán retroalimentar la práctica docente para mejorar la eficiencia y disminuir la reprobación.

NOMBRE: FÍSICA RADIOLÓGICA

CLAVE: O CICLO: -----

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS FÍSICAS HRS./SEM.: 4 en el aula o laboratorio y 4 horas individuales.

Objetivo: Esta clase está diseñada para construir una base teórica para los cálculos de una dosis de radiación ionizante precisa en un contexto médico y preparar a los estudiantes de posgrado para las presentaciones científicas adecuadas de sus trabajos. Específicamente, un estudiante que completa este curso podrá hacer lo que a continuación se describe:

- 1. Comprender y aplicar conceptos claves que son específicos a la deposición de energía a través la interacción de las partículas y los fotones energéticos en la materia biológica. Las fuentes de radiación incluyen la radioactividad, los tubos de rayos X y los aceleradores lineales.
- 2. Comprender los detalles teóricos de la dosimetría basada en la ion-cámara y los protocolos clínicos.
- 3. Lograr una apreciación de la historia y posibles desarrollos futuros en la detección de la radiación ionizante y la dosimetría.
- 1. Elementos básicos de la física atómica y de física nuclear.
- 2. Física de radiación: Interacción de las partículas cargadas con la materia.
- 3. Física de radiación: Interacción de los fotones con la materia.
- 4. Física de radiación: Interacción de las partículas neutrales con la materia.
- 5. Las mediciones de radiación.

Bibliografía:

- [1] Interaction of Radiation with Matter, Hoshang Nikjoo et al, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 2012.
- [2] Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry, Frank Herbert Attix, Wiley-Vch 1991.
- [3] Radiation Detection and Measurement, Glenn T. Knoll, 4th Edition., John Wiley, NJ, USA, 2012.

Técnicas de enseñanza sugeridas

emens ne emsemmen sugerions	
Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	(X)
Seminarios	()
Lecturas obligatorias	(X)
Trabajos de investigación	(X)
Prácticas en taller o laboratorio	(X)
Prácticas de campo	()
Otras:	()

Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales (X)

Exámenes finales	(X)	
Trabajos y tareas fuera del aula	()	
Participación en clase	(X)	
Asistencia a prácticas	(X)	
Otras:	()	

NOMBRE: ESPINTRÓNICA

CLAVE: O CICLO: -----

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS FÍSICAS HRS./SEM.: 4 en el aula o en el laboratorio y 4 horas individuales

Objetivo: Comprender el impacto de la introducción del espín de las partículas como un grado de libertad extra con importantes aplicaciones tecnológicas.

Introducción a la espintrónica. El descubrimiento del espín de las partículas; momento angular generalizado; magnetismo en sólidos; magnetoresistencia gigante y colosal;

El espín electrónico en sólidos. Ecuación de Pauli; acoplamiento espín-órbita; efecto Zeeman; estados de Bloch con acoplamiento de espín-órbita; interacción de Dresselhaus; efecto Rashba

Procesos de relajación y defase de espín. Resonancia magnética nuclear; mecanismo Elliot-Yafet mecanismo Dyakonov-Perel; mecanismo Bir-Aronov-Pikus; mecanismo de acoplamiento hiperfino

Procesos de inyección de espín. Transporte de espín polarizado; potencial electroquímico; acumulación de espín; difusión de espín; uniones FN; formalismo Rashba de inyección lineal de espín; modelo del circuito equivalente; acoplamiento Silsbee-Johnson

Dispositivos espintrónicos. Transistor de emisión de campo Datta-Das; uniones P-N; diodo bipolar magnético; transistor bipolar magnético; dispositivos de tunelamiento magnético

Bibliografía:

- [1]. S. Bandyopadhyay y M. Cahay, Introduction to spintronics.CRC Press.
- [2]. C. Felser y G. H. Fecher. Spintroncis: from materials to devices. Springer.
- [3]. D. Awschalom y T. Dietl, Spintronics. Academic Press.
- [4]. T. Shinjo, Nanomagnetism and spintronics. Elservier B. V.
- [5]. D. Awschalom, N. Samarath, y D. Loss, Semiconductor Spintronics and Quantum Computation. Springer.
- [6]. J. Atulasimha y S. Bandyopadhyay, Nanomagnetic and Spintronic Devices for Energy-Efficient Memory and Computing. John Wiley & Sons.
- [7].E. R. Hedin y Y. S. Joe, Spintronics in Nanoscale Devices. Taylor & Francis.

Técnicas de enseñanza sugeridas Exposición oral (X) Exposición audiovisual (X) Ejercicios dentro de clase (X) Seminarios () Lecturas obligatorias (X) Trabajos de investigación (X) Prácticas en taller o laboratorio () Prácticas de campo () Otras: ()

Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia a prácticas	()

NOMBRE: ÓPTICA ELECTROMAGNÉTICA

CLAVE: O

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICA)

HRS./SEM.: 4 (4 hrs. en el Aula), 4 horas individuales.

Objetivo: Estudiar la generación y propagación de la luz, como una onda electromagnética en el vacío y en medios materiales; así como la reflexión y refracción en interfases.

- Oscilaciones y ondas en una y tres dimensiones. Oscilaciones sinusoidales en una y tres dimensiones y su representación compleja: Oscilación sinusoidal en una dimensión. Oscilaciones en tres dimensiones. Vectores complejos. Ondas en campos escalares y vectoriales en su representación compleja: Ondas sinusoidales en campos escalares. Ondas sinusoidales en campos vectoriales. Superposición y descomposición.
- 2. Campos electromagnéticos. Ecuaciones de Maxwell en el vacío. Ecuación de onda. Soluciones a la ecuación de onda: ondas planas, ondas esféricas. Flujo de energía. Vector de Poynting. Intensidad o irradiancia normal. Polarización. Ondas planas en medios homógeneos: Velocidad de fase y velocidad de grupo. Polarizadores y retardadores: Rejillas de alambres, Polaroides. Ley de Malus. Efectos sobre la polarización: birrefringencia, placas de λ/2 y λ/4, actividad óptica. Análisis de polarización: matrices de Jones y parámetros de Stokes.
- 3. Interacción de radiación con materia. Modelo de Drude-Lorentz para la respuesta óptica. Radiación de un dipolo: Campos en la zona de ondas. Interpretación de los campos para osciladores lineales y elípticos. Potencia radiada. Análisis espectral de la radiación. Líneas espectrales. Ensanchamiento de líneas espectrales: ensanchamiento natural, Doppler y por presión. Esparcimiento de luz: Esparcimiento por una partícula. Esparcimiento por un átomo y un electrón. Esparcimiento por gases. Ejemplos: propiedades de polarización del cielo.
- 4. Campos electromagnéticos en medios materiales homogéneos. Ecuaciones de Maxwell en medios materiales: Susceptibilidad, permeabilidad y conductividad. Las constantes ópticas. Teoría del índice de refracción complejo. Dispersión de las constantes ópticas en materiales dieléctricos. Modelo de Lorentz: Dispersión normal y anómala. Velocidades de fase, grupo, energía y señal. Dispersión de las constantes ópticas en metales: Frecuencia de plasma. Reflexión y refracción en una interfase plana: Condiciones de frontera para los campos en una interfase. Relaciones generales para los ángulos y las amplitudes: ley de Snell y coeficientes de Fresnel. El caso de dos medios transparentes: reflexión total interna, ángulo de Brewster. Propiedades ópticas de los metales: reflexión por metales.

Bibliografía:

- [1] G. R. Fowles. Introduction to modern optics. Dover. Secondedition. 1989.
- [2] E. Hecht, and A. Zajac. Optics. Addison-Wesley. Thirdedition. 1986.
- [3] J. M. Cabrera, F. J. López. F. Agulló López. *Óptica electromagnética*. Addison-Wesley Iberoamericana. 1993.
- [4] J. B. Marion and M. A. Heald. Classical electromagnetic radiation. Thomson Learning. Thirdedition. 1995.
- [5] W. C. Elmore and M. A. Heald. Physics of waves. Dover publication. Firstedition. 1985.
- [6] M. Born and E. Wolf. Principles of Optics. Cambridge UniversityPress. Seventhedition. 2005.
- [7] D. Goldstein. Polarized light. Marcel Dekker Inc. Secondedition. 2003.

Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	()
Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	

Trabajos de investigación	(X)	
Prácticas en taller o laboratorio	()	
Prácticas de campo		
Otras:	()	
Elementos de evaluación sugeridos		
Exámenes parciales	(X)	
Exámenes finales	(X)	
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)	
Participación en clase	(X)	
Asistencia a prácticas	()	
Otras:	()	

Metodología: Habrá exposiciones por parte del profesor utilizando tanto el pizarrón como acetatos, diapositivas, cañón o videos. También los alumnos participarán en la exposición de temas que el profesor considere pertinentes. En todo caso se promoverá la discusión y participación de los estudiantes.

Libros de texto: Refs. [1], [2] y [3].

Libros complementarios: Refs. [4], [5], [6] y [7].

Evaluación:

Se evaluará con un porcentaje de ponderación del 40% de los exámenes parciales, el 30% de un examen final, el 20% de los trabajos y tareas, el 10% de la participación en clase. Todos estos elementos deberán retroalimentar la práctica docente para mejorar la eficiencia y disminuir la reprobación.

NOMBRE: SÍNTESIS DE PELÍCULAS DELGADAS

CLAVE: O

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (Materiales)

HRS./SEM.: 4 h (2 hrs. en el Aula, 2 h en laboratorio), 4 horas individuales.

Objetivo: Estudiar los fundamentos teóricos y prácticos que envuelven a las técnicas de síntesis en fase de vapor, estas técnicas guardan una estrecha relación entre sí y gracias a su gran versatilidad tienen gran importancia en la tecnología de fabricación de materiales para dispositivos electrónicos como transistores, celdas solares, recubrimientos con propiedades ópticas, mecánicas, de resistencia a la corrosión entre muchas otras. Presentar y detallar los elementos y dispositivos que componen a las diversas técnicas de síntesis de películas delgadas a través de la discusión de los fundamentos teóricos y también a través de prácticas experimentales en los laboratorios existentes en nuestra facultad.

- 1 Introducción a la tecnología de películas delgadas.
- 1.1 Aplicaciones: Revisión y discusión de las aplicaciones de las películas delgadas en la generación de tecnología en la actualidad.
- 1.2 Los pasos del proceso: Estudio de los diversos procesos envueltos en la deposición de películas delgadas.
- 2 Cinética de gases:
- 2.1 Vapores y gases: Discusión del principio para distinguir entre el comportamiento de vapores y gases. Importancia de los diagramas P-V-T en la tecnología de vacío.
- 2.2 Distribución Maxwell-Boltzmann.
- 2.3 Flujo de impacto molecular.
- 2.4 Ecuación de Knudsen en el flujo molecular.
- 2.5 Camino libre medio para moléculas, electrones e iones.
- 2.6 Propiedades de transporte.
- 2.7 Difusión.
- 3 Evaporación de materiales:
- 3.1 Termodinámica de la evaporación.
- 3.2 Velocidad de evaporación.
- 3.3 Evaporación de Aleaciones.
- 3.4 Evaporación de Compuestos.
- 3.5 Fuentes de evaporación térmica.
- 3.5.1 Diseño básico.
- 3.5.2 Contaminantes de las fuentes.
- 3.5.3 Control de temperatura.
- 3.6 Transporte del material fuente.
- 3.7 Procesos de monitoreo.
- 4 Deposición física de materiales:
- 4.1 Adsorción.
- 4.2 Difusión superficial.
- 4.3 Nucleación.
- 4.4 Crecimiento de la estructura de un material.
- 4.5 Interfaces.
- 4.6 Estrés y deformación en películas delgadas.
- 4.7 Adhesión de películas delgadas.
- 5 Epitaxia:
- 5.1 Simetría.
- 5.2 Aplicaciones en los dispositivos semiconductores.
- 5.3 Técnicas de monitoreo del crecimiento epitaxial.
- 5.4 Control en la composición.
- 5.5 Desacople de red.
- 5.6 Morfología Superficial.

Bibliografía:

- [1] Donald L. Smith, Thin Film Deposition, Principle and Practice. Mc. Graw Hill. 1995.
- [2] Krishna Seshan, Handbook of Thin Film Deposition Processes and Techniques. Second edition, William Andrew, 2001 M02 1 430 páginas.
- [3] Maurice H. Fracombe. Frontiers of Thin Film Technology. Academic Press, 2000 M11 7 476 páginas.
- [4] Mitsuharu Konuma, Film Deposition by Plasma Techniques. Springer Science & Eamp; Business Media, 2012 M12 6 224 páginas.

Técnicas de enseñanza sugeridas

8	
Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	()
Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	()
Trabajos de investigación	(X)
Prácticas en taller o laboratorio	(X)
Prácticas de campo	()
Otras:	()

Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia a prácticas	(X)
Otras:	()

Metodología: Habrá exposiciones por parte del profesor utilizando tanto el pizarrón como acetatos, diapositivas, cañón o videos. También los alumnos participarán en la exposición de temas que el profesor considere pertinentes. En todo caso se promoverá la discusión y participación de los estudiantes. Se darán espacios para realizar visitas a laboratorio.

Libros de texto: Refs. [1], [2] y [3]. Libros complementarios: Refs. [4]

Evaluación:

Se evaluará con un porcentaje de ponderación del 60% de los exámenes parciales, el 30% de un examen final, y 10% de los trabajos y tareas. Todos estos elementos deberán retroalimentar la práctica docente para mejorar la eficiencia y disminuir la reprobación.

NOMBRE: TECNOLOGÍA DE PLASMAS Y VACÍO

CLAVE: O

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (Materiales)

HRS./SEM.: 4 h (2 hrs. en el Aula, 2 h en laboratorio), 4 horas individuales.

Objetivo: Estudiar los fundamentos teóricos y prácticos de la tecnología de plasmas y la generación de vacío ara la síntesis de materiales.

- 1 Tecnología del vacío
- 1.1 Bombas de vacío
- 1.2 Problemas con los gases
- 1.3 Rendimiento del gas
- 1.4 Fuentes de contaminación de los gases
- 1.4.1 Flujo de retorno de los gases en cámaras y bombas de vacío
- 1.4.2 Evolución de los gases
- 1.4.3 Polvos contaminantes
- 1.5 Medición de la presión (vacío)
- 2 Energía de haces
- 2.1 Generación de electrones
- 2.2 Haces de electrones
- 2.3 Plasmas por arcos
- 2.4 Laser Pulsado
- 2.5 Bombardeo de iones
- 2.5.1 Efectos en las superficies de incidencia
- 2.5.2 Efectos sub-superficiales
- 2.5.3 Modificación bulto-película
- 2.5.4 Sputtering
- 3 Plasmas generados por descargas
- 3.1 Reacciones electrón-impacto
- 3.2 Estructura de los plasmas
- 3.3 Excitación DC
- 3.3.1 Configuración de placa paralela
- 3.3.2 Aplicaciones en la activación química
- 3.3.3 Sputtering
- 3.3.4 Magnetrones
- 3.4 Efectos de la frecuencia en los plasmas
- 3.4.1 Régimen de baja frecuencia
- 3.4.2 Transición a alta frecuencia
- 3.4.3 RF bias
- 3.4.4 Acoplamiento de potencia eléctrica
- 3.5 Excitación sin electrodos
- 3.5.1 Plasmas generados por microondas
- 3.5.2 Bobinas inductivas

Bibliografía:

- [1] R.J. Shul, S.J. Pearton. Handbook of Advanced Plasma Processing Techniques. Springer 2000.
- [2] Mitsuharu Konuma, Film Deposition by Plasma Techniques. Springer Science & Deposition by Plasma Techniques. Springer &
- M12 6 224 páginas.

Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Eiercicios dentro de clase	()

Seminarios	(X)
Lecturas obligatorias	()
Trabajos de investigación	(X)
Prácticas en taller o laboratorio	(X)
Prácticas de campo	()
Otras:	()
Elementos de evaluación sugeridos		
Exámenes parciales	(X)
Exámenes finales	(X)
Trabajos y tareas fuera del aula	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia a prácticas	(X)
Otras:	()

Metodología: Habrá exposiciones por parte del profesor utilizando tanto el pizarrón como acetatos, diapositivas, cañón o videos. También los alumnos participarán en la exposición de temas que el profesor considere pertinentes. En todo caso se promoverá la discusión y participación de los estudiantes. Se darán espacios para realizar visitas a laboratorio.

Libros de texto: Refs. [1], [2].

Evaluación:

Se evaluará con un porcentaje de ponderación del 60% de los exámenes parciales, el 30% de un examen final, y 10% de los trabajos y tareas. Todos estos elementos deberán retroalimentar la práctica docente para mejorar la eficiencia y disminuir la reprobación.

11.3 Anexo C: Reglamento de Protocolo de Tesis y Avance de Tesis

Reglamento del Protocolo de Tesis y Avance de Tesis

CONTENIDO

- I. Objetivo
- II. Obligaciones del Coordinador
- III. Obligaciones del Director de Tesis
- IV. Obligaciones del Estudiante
- V. Obligaciones de los Integrantes del Comité Tutorial
- VI. De las condiciones para no aprobar un Protocolo
- **I. Objetivo del Reglamento:** Normar los procedimientos, responsabilidades y obligaciones mediante los cuales se formulen, elaboren y presenten los Protocolos de Proyecto de Tesis y Avances de Tesis por parte de los estudiantes del Posgrado de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Física, que ofrece la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo a través de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas.

II. Obligaciones del Coordinador del programa

- 1. Fijar fechas precisas cada semestre para la presentación escrita y oral del Protocolo de Tesis y/o Avances de Tesis y dar difusión por medio de notificación electrónica y publicación en la página web del posgrado. Estas fechas se realizarán en la semana de evaluación de Avances de Tesis que será al final de cada semestre.
- 2. Enviar un recordatorio general anunciando con 3 días de anticipación y el día anterior de la presentación oral de los Protocolos, en el que se incluya título, presentador, hora, lugar y fecha en la que ésta se llevará a cabo.
- 3. Proveer a los integrantes del Comité Tutorial los formatos de evaluación en las presentaciones de los Protocolos y Avances de Tesis.
- 4. Estar presente en las exposiciones orales de los Protocolos para avalar dicha exposición.

III. Obligaciones del Director de Tesis

- 1. Asesorar al estudiante del Programa de Posgrado en la elaboración del Protocolo y/o Avances de Tesis correspondiente.
- 2. Proveer al estudiante con la literatura necesaria para que éste realice una revisión exhaustiva de los trabajos publicados relacionados con su tema de tesis y que, al momento de escribir su Protocolo, este conozca cuáles serán las contribuciones adicionales al conocimiento ya publicado que debe lograr durante el desarrollo de su tesis.

- 3. Asegurarse que existan las condiciones necesarias, tanto en recursos materiales como financieros, para que el tema de tesis propuesto en el Protocolo pueda llevarse exitosamente y a buen término, en un periodo no mayor a dos años a partir de la fecha de ingreso del estudiante en el caso del programa de maestría y de cuatro en el caso del programa de doctorado.
- 4. Revisar el contenido del escrito del Protocolo o Avance de Tesis, según sea el caso, antes de ser enviado al Comité Tutorial. Aclarar las dudas que surjan durante su escrito al estudiante y asegurarse que todo lo que quede plasmado por escrito corresponda al Proyecto de Tesis planeado.
- 5. Revisar el contenido de la presentación oral del Protocolo o Avance de Tesis antes de que el estudiante la presente ante el público y su Comité Tutorial. Sugerir mejoras y no permitir que el estudiante la presente hasta que esta sea a su juicio satisfactoria.
- 6. Asegurarse que el estudiante haya solicitado el espacio para la realización de la exposición oral en la semana de evaluaciones Avance de Tesis.

IV. Obligaciones del Estudiante

- 1. Presentar el Protocolo de tesis a inicios del tercer semestre.
- 2. Presentar un Avances de tesis a finales del tercer y cuarto semestre.
- 3. Acordar con su Director de Tesis el contenido de un Proyecto de Investigación relacionado con su tesis.
- 4. Escribir un Protocolo de Proyecto de Tesis que se ajuste a la Guía y Lineamientos para Desarrollar un Protocolo de Tesis que se encuentran en la página web de la maestría (http://www.mcif.fismat.umich.mx), y que refleje el Proyecto de Tesis planteado por su Director de Tesis.
- 5. Consultar a su Director de Tesis sobre la pertinencia del escrito y obtener su firma de visto bueno antes de presentar el Protocolo. Nunca debe entregar el documento sin el consentimiento del Director de Tesis.
- 6. Entregar personalmente y por escrito a cada uno de los Profesores Investigadores que conforman su Comité Tutorial su Protocolo de Tesis o su Reporte de Avance de Tesis según corresponda, con mínimo de dos semanas de anticipación a su presentación oral.
- 7. Notificar al Coordinador del Programa la entrega de dicho escrito por medio de la Constancia de Entrega de Protocolo y Avance de Tesis (Formato C), que deberá estar firmado por todo el Comité Tutorial dando constancia que ha recibido en tiempo y forma el documento de Protocolo y Avance de Tesis para su revisión.
- 8. Atender e implementar en su presentación oral las sugerencias que los integrantes de su Comité Tutorial le señalen y que el Director de Tesis considere pertinentes y adecuadas para el desarrollo del proyecto.
- 9. Informar personalmente a cada investigador integrante de su Comité Tutorial la hora, día, fecha y lugar de su presentación oral. En caso de no hacerlo así, automáticamente el estudiante estará reprobado.
- 10. Confirmar con cada miembro del Comité Tutorial su asistencia a la presentación oral, en caso de que algún profesor no pueda asistir, deberá de notificar al suplente para que asista a la evaluación.
- 11. Asegurarse que en la presentación de su Protocolo y/o Avance de Tesis cuente con los accesorios (proyector, computadora, apuntador, etc.) necesarios para su

- presentación, así como deberá confirmar disponibilidad del espacio para la realización de su presentación oral.
- 12. Al momento de presentar su Protocolo de Tesis o Avance Tesis el estudiante debe tener claro:
 - A) Los objetivos que debe alcanzar al término del desarrollo de su tesis o del periodo de avance tesis.
 - B) El contenido de su tesis o del informe de avance contextualizado dentro del protocolo inicial del proyecto de investigación.
 - C) La metodología que va a seguir para desarrollar, o que está haciendo en el desarrollo de su trabajo de tesis
 - D) Haber revisado literatura suficiente para tener claro lo que ya se ha hecho referente a su tema de tesis y en que contribuirá lo que el desarrolle. En el caso del Avance de Tesis, presentar un resumen del último avance o del protocolo y las metas alcanzadas y metas y objetivos a conseguir para el siguiente Avance de Tesis.

V. Obligaciones de los Integrantes del Comité Tutorial

- 1. Revisar el escrito del Protocolo de Proyecto de Tesis o de Avance de Tesis, según sea el caso.
- 2. Emitir una calificación de 0 al 10 para el Protocolo y/o Avance de Tesis. De acuerdo con la calidad del documento y la exposición oral que el estudiante realice. Para emitir su evaluación, cada investigador, miembro de dicho Comité, se basará en el cumplimiento de objetivos y el apego del escrito a los Lineamientos para Desarrollar un Protocolo de Tesis, el cual se encuentran en la página web (http://www.mcif.fismat.umich.mx).
- 3. La evaluación deberá ser reportada al Coordinador del Programa, y si lo considera pertinente el Investigador, debe hacer sugerencias con el objetivo de implementar posibles mejoras y enriquecer con ideas el proyecto de tesis.
- 4. Asistir puntualmente a la presentación oral del Protocolo o Avance de Tesis. En caso de que el Investigador no pueda asistir, notificar al estudiante para que el miembro suplente pueda presenciar la presentación.

Puntos que deben evaluarse en la presentación escrita y oral del Protocolo y Avance de Tesis

- 1. El proyecto debe ser viable. Se refiere a las posibilidades reales que tiene el Protocolo planteado para poderse concluir exitosamente.
 - a. Debe plantearse un tiempo de conclusión razonable que preferentemente no exceda el periodo de cuatro años.
 - b. El proyecto debe ser realizable. En caso de que se plantee un trabajo experimental o que requiera recursos de cómputo, el acceso a los materiales, equipos, financiamiento y todos los recursos necesarios para el éxito del proyecto, estos deben estar garantizados.

- c. En caso de que el proyecto involucre desarrollo teórico, este debe ser planteado de tal modo que sea alcanzable.
- 2. El estudiante debe tener claro el tema de su Proyecto de Tesis.
- 3. El estudiante debe tener clara la estructura y el contenido de su Protocolo.
- 4. El estudiante debe entender los principios científicos y la física de los fenómenos que va a estudiar.
- 5. Se debe tener un plan alternativo. Cuando se desarrolla un trabajo de investigación, con el objetivo de innovar, inventar y generar conocimiento, siempre existe el riesgo de que las hipótesis planteadas no sean alcanzables, se falle, o no se pueda lograr el objetivo por una u otra razón. El estudiante debe plantear brevemente en su presentación oral un plan alternativo o plan "B".

VI. De las condiciones para emitir una calificación inferior a ocho

El Comité Tutorial puede emitir una calificación inferior a ocho sobre el Protocolo de Proyecto de Tesis o de Avance de Tesis presentado por un estudiante cuando:

- 1. El estudiante no cumpla con todas las obligaciones descritas en la Sección IV o el Director de Tesis no cumpla con todas las obligaciones de la Sección III.
- 2. Cuando el estudiante no muestre la capacidad para exponer con claridad y con un nivel de conocimiento satisfactorio, a juicio de la mayoría de los Integrantes del Comité Tutorial, del contenido de su Protocolo de Proyecto de Tesis o de su Avance de Tesis.
- 3. Cuando la realización del Protocolo de Tesis propuesto no sea viable, ya sea porque presenta fechas imposibles de alcanzar, es irrealista en el alcance de sus objetivos, o no existan las condiciones para que el tema propuesto pueda llevarse a cabo. En el caso de Avance de Tesis, cuando sea injustificado el incumplimiento con las metas y objetivos del avance presentado.