



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



Instituto de
Investigación en
Ciencias
Básicas y
Aplicadas



Plan de Estudios
Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS BÁSICAS Y APLICADAS (IICBA)

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS (CIICAp)

DOCTORADO EN INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

Grado a otorgar: Doctor

Orientación: Investigación

Duración: 4 Años

Consejo interno de posgrado: 30 de agosto de 2022

Consejo técnico: 30 de agosto de 2022

Comisión académica de consejo universitario: septiembre de 2022

Consejo universitario: septiembre de 2022

Cuernavaca, Morelos, septiembre de 2022.





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



Instituto de
Investigación en
Ciencias
Básicas y
Aplicadas



Plan de Estudios
Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas

DIRECTORIO INSTITUCIONAL

Dr. Gustavo Urquiza Beltrán
Rector

Mtra. Fabiola Álvarez Velasco
Secretaria General

Dr. José Mario Ordoñez Palacios
Secretaria Académica

Dra. Patricia Mussali Galante
Directora de Investigación y Posgrado

Dr. J Jesús Escobedo Alatorre
Presidente del Consejo Directivo del IICBA
Director del Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas

Dr. Juan Carlos García Castrejón
Coordinador del Posgrado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas

Mtra. Raquel Sotelo Urueta
Jefa del Posgrado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas



FECHAS DE APROBACIÓN POR LOS ÓRGANOS COLEGIADOS

Creación del plan de estudios: 2002

Consejo universitario: 05 de diciembre 2002

Reestructuración curricular de 2007

Consejo universitario: 17 de septiembre 2007

Reestructuración curricular de 2011

Consejo interno de posgrado: mayo 2011

Consejo técnico: 18 de mayo de 2011

Comisión académica de consejo universitario: 19 de septiembre 2011

Consejo universitario: 30 de septiembre 2011

Reestructuración curricular de 2014

Consejo interno de posgrado: 12 de noviembre de 2013

Consejo técnico: 15 de noviembre de 2013

Comisión académica de consejo universitario: 9 de octubre de 2014

Consejo universitario: 12 de diciembre 2014

Reestructuración curricular de 2019

Consejo interno de posgrado: 4 de noviembre 2019

Consejo técnico: 8 de noviembre 2019

Comisión académica de consejo universitario: noviembre 2019

Consejo universitario: diciembre 2019

Modificación curricular de 2022

Consejo interno de posgrado: 29 de agosto de 2022

Consejo técnico: 30 de agosto de 2022

Comisión académica de consejo universitario: septiembre 2022

Consejo universitario: septiembre 2022





COMISIONES DE DISEÑO Y REESTRUCTURACIÓN CURRICULAR

Comisión de reestructuración curricular de 2007

Dr. Pedro Antonio Márquez Aguilar
Dra. Margarita Tecpoyotl Torres
Dra. Elsa Carmina Menchaca Campos
Dr. Fernando Zenaido Sierra Espinosa
Dra. Rosa María Melgoza Alemán

Comisión de reestructuración curricular de 2011

Dra. Marisol Güizado Rodríguez
Dr. Gilberto Anzueto Sánchez
Dr. José Gonzalo González Rodríguez
Dr. Juan Carlos García Castrejón
Dr. José Alfredo Hernández Pérez
L. A. Raquel Sotelo Urueta

Comisión de reestructuración curricular de 2014

Dr. José Alfredo Hernández Pérez
Dr. J Jesús Escobedo Alatorre
Dr. José Gonzalo González Rodríguez
Dr. José Alfredo Rodríguez Ramírez
Dr. Armando Huicochea Rodríguez
L. A. Raquel Sotelo Urueta

Comisión de reestructuración curricular de 2019

Dr. Rosenberg Javier Romero Domínguez
Dr. Dr. Gennadiy Burlak
Dra. María Elena Nicho Díaz
Dra. Laura Lilia Castro Gómez
Dr. David Juárez Romero
Mtra. Raquel Sotelo Urueta

Comisión de asesoría técnico metodológica de 2019

MPD. Mónica Martínez Peralta
Lic. Jacqueline Pineda Uribe



Comisión de modificación curricular de 2022

Dr. Juan Carlos García Castrejón
Dra. Laura Lilia Castro Gómez
Dr. Gennadiy Burlak
Dr. Arturo Molina Ocampo
Dr. Fernando Zenaido Sierra Espinosa
Dr. José Alfredo Hernández Pérez
Mtra. Raquel Sotelo Urueta

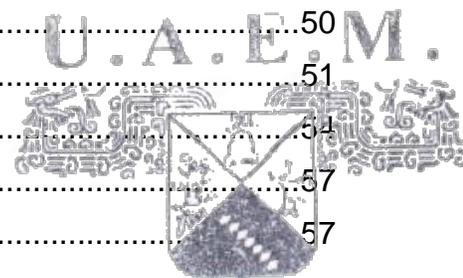
Comisión de asesoría técnico metodológica de 2022

MPD. Mónica Martínez Peralta
Lic. Ana Velia Martínez García
Lic. Jacqueline Pineda Uribe



CONTENIDO

1. PRESENTACIÓN.....	9
2. JUSTIFICACIÓN.....	13
3. FUNDAMENTACIÓN.....	15
3.1 Fundamentos de política educativa.....	16
3.2 Fundamentos del contexto socioeconómico y cultural.....	19
3.3 Avances y tendencias en el desarrollo de las disciplinas que participan en la configuración de la profesión.....	20
3.4 Mercado de trabajo.....	22
3.5 Datos de oferta y demanda educativa.....	26
3.6 Análisis comparativo con otros planes de estudio.....	28
3.7 Evaluación del programa educativo.....	35
4. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS.....	39
5. OBJETIVOS CURRICULARES.....	40
5.1 Objetivo general.....	40
5.2 Objetivos específicos.....	40
5.3 Metas.....	40
6. PERFIL DEL ALUMNO.....	42
6.1 Perfil de ingreso.....	42
6.2 Perfil de egreso.....	42
6.2.1 Competencias genéricas.....	43
6.2.2 Competencias específicas.....	44
7. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA.....	45
7.1 Flexibilidad curricular.....	45
7.1.1 Movilidad.....	46
7.2 Ciclos de formación.....	47
7.2.1 Formación teórico técnica.....	48
7.3 Ejes generales de la formación.....	49
7.4 Tutorías.....	50
7.5 Líneas de generación y aplicación del conocimiento (LGAC).....	51
7.6 Vinculación.....	54
8. MAPA CURRICULAR.....	57
8.1 Ejemplo de trayectoria académica de un estudiante.....	57





9. MEDIACIÓN FORMATIVA.....60

10. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE64

11. UNIDADES DE APRENDIZAJE66

12. REQUISITOS DE INGRESO, PERMANENCIA Y EGRESO.....67

12.1 Requisitos de ingreso68

12.2 Requisitos de permanencia69

12.3 Requisitos de egreso69

13. TRANSICIÓN CURRICULAR70

14. CONDICIONES PARA LA GESTIÓN Y OPERACIÓN.....71

14.1 Recursos humanos72

14.1.1 Consejo Interno de Posgrado73

14.1.2 Director de la Unidad Académica.....74

14.1.3 Coordinador del Posgrado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas74

14.1.4 Jefe de posgrado75

14.1.5 Comisión de Seguimiento y Evaluación Curricular75

14.1.6 Comisión Académica75

14.1.7 Comité de Admisión.....76

14.1.8 Tutor76

14.1.9 Director76

14.1.10 Comité Tutoral76

14.1.11 Jurado de Examen de Grado.....77

14.2 Recursos financieros77

14.2.1 Convenios.....77

14.3 Infraestructura.....77

14.4 Recursos materiales78

14.4.1 Laboratorios.....78

14.4.2 Biblioteca78

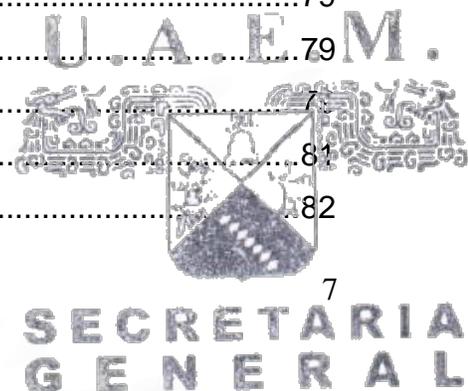
14.4.3 Sala de tecnologías de la información y comunicación.....79

14.4.4 Cubículos.....79

14.5 Estrategias de desarrollo79

15. SISTEMA DE EVALUACIÓN CURRICULAR.....81

ANEXO 1. LISTADO GENERAL DE UNIDADES DE APRENDIZAJE82





ANEXO 2. UNIDADES DE APRENDIZAJE	85
ANEXO 3. ÁREA DE CONOCIMIENTO PITC-LGAC	344
ANEXO 4. CONVENIOS VIGENTES.....	348
ANEXO 5. LABORATORIOS	350



1. PRESENTACIÓN

El programa de estudios de Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (DICA) fue desarrollado de manera conjunta entre el Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (CIICAp) y la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería (FCQeI) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), como un sólo programa de posgrado que incluía la Maestría en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (MICA). El Posgrado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (PICA, constituido por MICA-DICA) se aprobó por Consejo Universitario el 5 diciembre de 2002 e inició actividades académicas el 24 de marzo de 2003. El plan de estudios ha tenido cuatro reestructuraciones: la primera en el 2007, en el que se realizó el registro independiente de los dos grados académicos (Maestría y Doctorado), la segunda en el 2011 donde se incrementó el periodo de estudios de tres a cuatro años, modificando la currícula de acuerdo a los avances tecnológicos y dándole flexibilidad, la tercera en el 2014, en la cual se actualizó el mapa curricular, eliminado las opciones terminales. En sesión de Consejo Universitario celebrado el 09 de diciembre de 2016, se aprobó el cambio de adscripción del DICA al Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas (IICBA). El IICBA está integrado por el Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (CIICAp), el Centro de Investigación en Dinámica Celular (CIDC), el Centro de Investigación en Ciencias (CInC) y el Centro de Investigaciones Químicas (CIQ). Cabe mencionar que el IICBA fue creado el 12 de diciembre de 2014 con el objetivo de lograr una estructura organizacional que fortalezca la optimización de los recursos humanos, materiales y financieros de la UAEM, así como mantener los criterios de transdisciplinariedad del conocimiento, racionalidad administrativa y mejora continua, por lo que en la reestructuración 2019 se busca fomentar y consolidar la internacionalización del posgrado de forma integral con el objetivo de lograr resultados más eficientes, atendiendo las observaciones de la evaluación de los pares académicos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT).

Hasta agosto 2019, en general los resultados del programa han sido en su totalidad satisfactorios teniendo una matrícula total de 2003 a 2019 de 346 estudiantes y 258 estudiantes egresados con una eficiencia terminal global del 54.11%. En las últimas 10 generaciones (01/2015 - 08/2019) el promedio de ingresos por ciclo escolar es de 7 estudiantes; y un alto índice de titulación del 71.7% en promedio en las últimas 10 generaciones (01/2011 - 01/2015). Sin embargo, ambos parámetros de matrícula y eficiencia terminal se pueden mejorar sustancialmente, realizando evaluaciones del Plan de Estudios de forma constante, promoviendo un alto compromiso social con calidad y eficacia en cada una de las áreas de investigación.



Para llevar a cabo la reestructuración de este plan de estudios en 2019 se ha considerado lo establecido: en el Plan Nacional¹ y Estatal de Desarrollo² (PND y PED, respectivamente) de ambos gobiernos (de la República 2019-2024 y de Morelos 2019-2024), en el Plan Institucional de Desarrollo (PIDE) 2018-2023³ de la UAEM, así como los lineamientos de Diseño y reestructuración curricular de la UAEM, junto con las recomendaciones realizadas en la evaluación de la convocatoria 2015, por los pares académicos del CONACyT en el proceso de ratificación de permanencia en el PNPC.

En el primer apartado se hace la PRESENTACIÓN de la reestructuración de este Plan de Estudios, en el que se describen los aspectos relevantes de las adecuaciones realizadas como la modificación del mapa curricular.

En el segundo apartado, JUSTIFICACIÓN, se exponen los antecedentes y motivos que dieron lugar a la reestructuración de este plan de estudios, considerando la relevancia y las innovaciones disciplinares y académicas que se presentan en este programa educativo.

El tercer apartado se refiere a la FUNDAMENTACIÓN de dicha reestructuración, que se basa tanto en las necesidades de crecimiento de la planta industrial instalada en el estado de Morelos, la cual requiere no solo mano de obra calificada, sino de ingenieros especializados con niveles de estudio de posgrado; con el objetivo de competir internacionalmente en la producción y distribución de sus productos, así como en la necesidad de formar recursos humanos de alto nivel que coadyuven en el desarrollo de las ciencias y la tecnología, en el marco de las políticas educativas y el contexto nacional.

En el cuarto apartado se presentan las PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS del DICA en su estructura curricular, ejes formativos y valor de créditos.

En el apartado cinco se describen los OBJETIVOS O PROPÓSITOS CURRICULARES, describiendo los conocimientos, actitudes, valores habilidades y destrezas necesarias para este programa.

En el apartado seis PERFIL DEL ALUMNO, se establecen las competencias deseables en los aspirantes así como las que adquieren en el transcurso de sus estudios en este programa.

¹ Diario Oficial de la Federación, (2019). *PLAN Nacional de Desarrollo 2019-2024*. Recuperado el 19 de septiembre de 2019 de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019

² Periódico Oficial "Tierra y libertad", (2019). *PLAN Estatal de Desarrollo 2019-2024*. Recuperado el 19 de septiembre de 2019 de http://marcojuridico.morelos.gob.mx/archivos/reglamentos_estatales/pdf/PED2019-2024.pdf

³ *Plan Institucional de Desarrollo 2018-2023*. Recuperado el 19 de septiembre de 2019 de http://pide.uaem.mx/assets/PIDE_2018-2023.pdf



En el apartado siete ESTRUCTURA ORGANIZATIVA, se describen las principales características y modificaciones que se hacen en este plan de estudios, así como los ejes formativos del DICA (metodológico y de investigación), donde el estudiante puede desarrollarse en las LGAC de las áreas de investigación de eléctrica, materiales, mecánica y química, lo que hace posible que el posgrado tenga un carácter interdisciplinario; el catálogo de cursos de temas selectos es dinámico, permitiendo agregar, modificar o eliminar cursos en función de las necesidades de los temas de investigación, y del avance de la ciencia y la tecnología.

En el apartado ocho MAPA CURRICULAR, se representa gráficamente la trayectoria ideal de un estudiante conforme a los ejes teórico metodológico y de investigación, con sus horas y créditos correspondientes, así como las actividades formativas pertinentes.

En el apartado nueve MEDIACIÓN FORMATIVA, se presentan las estrategias y acciones para favorecer el aprendizaje y concretar el proceso formativo del alumno para contribuir a la formación integral con la participación de alumnos, profesores y personal administrativo.

El apartado diez, EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE, muestra el sistema de evaluación que se aplica al estudiante en el transcurso de su estancia en este programa. Establece que la evaluación está integrada en las actividades realizadas y en consecuencia se adapta a las modalidades de éstas y sus variables cognoscitivas. De esta manera, también la evaluación de la enseñanza se lleva a cabo en forma continua en lugar de centrarse en un examen terminal.

En el apartado once, UNIDADES DE APRENDIZAJE, se describen los elementos que integran los contenidos temáticos de los cursos: nombre, objetivo, perfil del profesor, contenido temático, método de evaluación y referencias.

En el apartado doce, REQUISITOS DE INGRESO, PERMANENCIA Y EGRESO, se establecen los requisitos y el mecanismo de ingreso que deben cumplir los aspirantes al DICA, desde la publicación de la convocatoria de ingreso hasta la lista de aceptados, así como los requisitos de permanencia en su trayectoria académica y los requisitos de egreso hasta la defensa de su tesis.

El apartado trece, TRANSICIÓN CURRICULAR, se establece que los estudiantes inscritos al doctorado en los planes de estudio anteriores quedarán regidos por los lineamientos y particularidades de dichos planes, sin embargo y en beneficio de los estudiantes vigentes, a partir de su entrada en vigor, este plan de estudios permitirá que los estudiantes

inscritos en los planes de estudio anteriores se gradúen con los requisitos de egreso plasmados en este documento.

El apartado catorce, **CONDICIONES PARA LA GESTIÓN Y OPERACIÓN**, se describen los recursos humanos, financieros, materiales y de infraestructura necesarios para el desarrollo de las actividades académicas y administrativas inherentes a este programa.

Los recursos humanos con los que cuenta el DICA, son: los investigadores de la planta académica del CIICAp, profesores invitados tanto de otras unidades académicas de la UAEM como externos, personal administrativo, mantenimiento y servicios generales.

Dentro de los espacios físicos, el programa cuenta con 43 laboratorios de investigación, taller mecánico, departamento mejoras tecnológicas, biblioteca, sala de Tecnologías de la Información y comunicaciones (TIC), centro de cómputo, cubículos, espacios para estudiantes, conectividad a internet inalámbrico con las medidas de seguridad pertinentes en cada uno de ellos.

En cuanto a recursos materiales, el programa cuenta con apoyos institucionales, proyectos financiados por entidades federales, la industria privada, convenios de cooperación con otras entidades académicas, la industria y el gobierno, que permiten la adquisición de mobiliario, equipos, materiales bibliográficos y didácticos y mantenimiento de equipo de laboratorio para la operatividad del plan de estudios.

En el apartado quince, **SISTEMA DE EVALUACIÓN CURRICULAR**, se establece que la Comisión de Evaluación y Seguimiento Curricular vigila el cumplimiento de los objetivos y metas estipulados en el plan de estudio y detectando las necesidades de formación docente tanto en la cuestión disciplinar como en la curricular. Así mismo, se establece un programa de trabajo de los procesos de evaluación y reestructuración del plan de estudios.

En el apartado dieciséis **REFERENCIAS O FUENTES DE CONSULTA** se integran la bibliografía y las fuentes de consulta para la elaboración de este documento.

Finalmente, en el apartado diecisiete se presentan los **ANEXOS** del plan de estudios.



2. JUSTIFICACIÓN

El gobierno federal promoverá la investigación científica y tecnológica; apoyará a estudiantes y académicos con becas y otros estímulos en bien del conocimiento. El CONACYT coordinará el Plan Nacional para la Innovación en beneficio de la sociedad y del desarrollo nacional con la participación de universidades, pueblos, científicos y empresas⁴.

Conforme a los Objetivos de Desarrollo Sostenible del documentos “Transformar Nuestro Mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”, de la Organización de las Naciones Unidas, se busca “aumentar el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento”, así como, “aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, el fomento a la innovación y el aumento de trabajadores en la esfera de investigación y desarrollo”.⁵

El Sistema Educativo Mexicano de Alto Nivel debe seguir constantemente fortaleciéndose para estar a la altura de las necesidades que un mundo globalizado demanda. Por consiguiente el desarrollo constante de conocimiento teórico-aplicado y de las técnicas científicas aplicadas enfocadas a las ciencias (física, química, biología, entre otras) e ingeniería (área: eléctrica, química, material, mecánica, entre otras) permitirá resolver los problemas científicos que afectan la actividad cotidiana de un mundo globalizado. Se sabe que la ciencia es un conjunto coherente de conocimientos enfocados a fenómenos que obedecen leyes y que son evidenciados por métodos experimentales. Todo trabajo que genere conocimiento científico está compuesto por: OBSERVACIÓN, EXPERIMENTACIÓN y LEYES. La aplicación de este conocimiento científico a la invención o perfeccionamiento de nuevas técnicas es una de las características que define a la Ingeniería. Las Ciencias fundamentales y la Ingeniería tienen como objetivo un cuestionamiento profundizado que conduce a conocimientos que permiten comprender los fenómenos naturales, sirven de base científica a las actividades humanas y son factores que enriquecen la educación, y la cultura de la humanidad para promover un desarrollo sustentable fundado en la ciencia⁶. Finalmente, el conjunto de la investigación en Ingeniería y las Ciencias Aplicadas tiene objetivos de formación comunes así como una cultura científica fundada en las relaciones que mantienen con la colaboración del sector industrial y la academia, impulsando el desarrollo productivo de nuestro país. Dentro de este marco, el programa de DICA fue creado en diciembre del 2002 e inició operaciones en el

⁴ Diario Oficial de la Federación, (2019). *PLAN Nacional de Desarrollo 2019-2024*. Recuperado el 19 de septiembre de 2019 de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019

⁵ ONU México, (2015). *METAS DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE*. Recuperado el 24 de septiembre de 2019 de http://www.onu.org.mx/wp-content/uploads/2017/07/180131_ODS-metas-digital.pdf

⁶ UNESCO 2009, *Sixty years of science at UNESCO, 1945-2005*; Consultado en Septiembre de 2014. <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001481/148187e.pdf>

2003 con base en las necesidades existentes en la región, desde su creación la formación que provee este programa es en las áreas de investigación eléctrica, materiales, mecánica o química. Durante estos dieciséis años en el programa DICA han obtenido el grado 201 estudiantes, sin embargo, dado el acelerado desarrollo tecnológico y las demandas actuales de la sociedad, así como las modificaciones para mejorar el programa, es necesario una reestructuración que mantenga su excelencia académica.

La reestructuración del programa educativo también obedece a las observaciones realizadas por el comité de pares del CONACyT en el marco de evaluación de la Convocatoria 2015 del PNPC, las cuales se pueden resumir en:

Buscar avanzar en la internacionalización del posgrado de forma integral, para lo cual se recomienda incluir los valores y atributos del aspirante en el perfil de ingreso; buscar un equilibrio en las LGAC en la distribución promedio y la distribución individual de la relación estudiante/profesor; especificar si se cuenta con curso propedéutico e incluir dentro de la convocatoria en la página de internet el perfil de ingreso; mejorar el programa de seguimiento de egresados; así como diversificar y documentar las colaboraciones con otros sectores de la sociedad.

El objetivo de la reestructuración es **incrementar el índice de eficiencia terminal, la participación de PITC en la dirección de tesis y la vinculación con la sociedad**. Cabe mencionar que esta reestructuración mantiene la flexibilidad del programa y promueve la movilidad estudiantil. Por otro lado se actualizan los contenidos temáticos de los cursos del eje teórico-metodológico y se anexaron tópicos de actualidad en el área de la ingeniería y ciencias aplicadas para cubrir las demandas educativas y tecnológicas que son de relevancia en nuestro país. Se cuenta ya con la solicitud de cédula al departamento de profesiones de la Secretaría de Educación Pública con fecha 10 de enero de 2018 y dictamen aprobatorio con fecha 14 de mayo de 2019.

Es claro que la riqueza de las instituciones no sólo radica en su infraestructura física, sino que su misión es determinante como nicho de oportunidad para los estudiantes. La colaboración que existe entre el IICBA, unidades académicas de la UAEM y otras instituciones, permite atender la demanda de estudiantes para realizar sus proyectos de investigación y obtener el grado de doctorado. Esta propuesta académica, al corresponder a investigación aplicada, tiene que desarrollarse en un entorno de investigación y ser impartida por docentes con los más altos grados de habilitación (doctorado y posdoctorado).

3. FUNDAMENTACIÓN

La UAEM es una de las universidades públicas estatales mejor consolidadas y con prestigio nacional⁷ debido a su producción científica y número de investigadores con SNI. Esto debido al fortalecimiento y apoyo a sus programas de posgrado de los cuales 47 cuentan con el reconocimiento del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC), dichos programas se desarrollan en sus Facultades y Centros de investigación; en particular, cuenta con tres centros en los que se desarrolla investigación en el área de las ciencias y la tecnología: Centro de Investigaciones Químicas (CIQ), Centro de Investigación en Biotecnología (CEIB) y el Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (CIICAp). Éstos coexisten con otros centros de investigación de la UNAM, lo cual coadyuva a construir una atmósfera propicia para el estudio y la investigación en el estado de Morelos.

Actualmente, el 51% de los programas acreditados en el PNPC lo conforman las ciencias aplicadas, lo que representa un aumento significativo comparado con el entorno de la reestructuración 2014⁸. En el estado de Morelos, los lugares donde se puede optar por un doctorado por el PNPC del CONACyT en las ingenierías y ciencias aplicadas son la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET) y el Instituto de Energías Renovables (IER)⁹.

El DICA se ha constituido como una alternativa nacional e internacional que atiende necesidades de superación académica con el máximo grado de habilitación que proporcione las herramientas para el análisis y solución de problemas desde otra perspectiva técnica, debido al avance acelerado de la ciencia y tecnología. Cabe resaltar que el posgrado está orientado a responder a las demandas del sector productivo relacionadas con desarrollo e innovación tecnológica y ha desarrollado programas específicos bajo contrato con empresas tales como la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y TEMIC Continental (MICA, generación 2008-2010 y DICA generación 2013-2017), considerando lo anterior, se espera una creciente demanda del DICA. En relación a la parte internacional se puede mencionar que el DICA cuenta con egresados y alumnos vigentes de diferentes nacionalidades: Marruecos, Cuba, Colombia, India y Venezuela. Además estudiantes de doctorado de la Universitat Rovira i Virgili de España han realizado estancias de investigación en el CIICAp.

Con base en lo mencionado en párrafos anteriores para fundamentar la pertinencia de este programa a continuación se describen los aspectos más importantes de la relación de este plan de estudios con su entorno socioeconómico y educativo que incluyen aspectos de

⁷ Ranking Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2011, Foro Consultivo Científico y Tecnológico A.C.
⁸ Dirección de Posgrado CONACyT, (2019). *11 años de impulsar al Posgrado en México*. Recuperado el 24 de septiembre de 2019 de <http://svrtmp.main.conacyt.mx/ConsultasPNPC/images/infografia%20PNPC.jpg>
⁹ *Padrón del Programa Nacional de Posgrados de Calidad*. Recuperado el 29 de enero de 2012 de <http://svrtmp.main.conacyt.mx/ConsultasPNPC/padron-pnpc.php>



vinculación con las políticas educativas nacionales y el plan de desarrollo institucional, mercado de trabajo, oferta y demanda educativa y el análisis comparativo con otros planes de estudio.

3.1 Fundamentos de política educativa

El programa de posgrado fue diseñado tomando en cuenta el marco normativo interno de la UAEM¹⁰, las definiciones de la ANUIES, el PND y PED 2019-2024, el PIDE 2018-2023 y la normativa del CONACyT, considerando en un corto plazo afianzar la internacionalización del programa. Estas consideraciones toman en cuenta el interés del estudiante al optimizar sus oportunidades de empleo.

El PND y PED están diseñados y enfocados a incrementar el potencial humano con Educación de Calidad en el país. Hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible. Así como también hacer un Estado de Morelos atractivo competitivo e innovador conforme al quinto eje rector de PED, a través del desarrollo de innovación, ciencia y tecnología y sustentabilidad del medio ambiente.

El estado de Morelos posee características muy destacadas en términos de su actividad científica, ya que es la segunda entidad con mayor número de investigadores con relación a su Población Económicamente Activa (PEA). Cuenta con 110 investigadores por cada 100 mil habitantes de su PEA, siendo el promedio nacional de 40 por cada 100 mil. La cantidad de investigadores y la producción científica por persona empleada que se origina en Morelos es similar a la que tienen Estados miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). En Morelos hay cerca de 40 centros de investigación y más de 250 laboratorios especializados. En 2018, de acuerdo a datos del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) el estado registró mil 112 investigadores, lo que representa 3.9% de los investigadores registrados ante el SNI a nivel nacional. Las áreas de conocimiento que presentaron una mayor concentración de investigadores fueron biología y química con un 25% y ciencias de la ingeniería con un 17%. El estado es líder nacional en la generación de conocimiento. El Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos propiciará acciones de política pública al mayor nivel gubernamental, para fortalecer la apropiación social del conocimiento y la innovación, así como el reconocimiento público de su carácter estratégico para el desarrollo integral del estado¹¹.

¹⁰ Ley Orgánica de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos en el Compendio de Legislación Universitaria, UAEM. Lineamientos de Diseño y Reestructuración Curricular Aprobado por el Honorable Consejo Universitario en Agosto de 1999. UAEM, Secretaría Académica, Cuernavaca, 1999.

Reglamento General de Estudios de Posgrado en el Compendio de Legislación Universitaria, UAEM, Cuernavaca, 3 septiembre del 2020.

¹¹ Periódico Oficial "Tierra y libertad", (2019). *PLAN Estatal de Desarrollo 2019-2024*. Recuperado el 19 de septiembre de 2019 de http://marcojuridico.morelos.gob.mx/archivos/reglamentos_estatales/pdf/PED2019-2024.pdf



El PIDE 2018-2023 de la UAEM, es el marco de referencia que orienta y guía todas las acciones de la Universidad en materia académica y administrativa. Con relación al subsistema de educación de posgrado, la política general de la UAEM es consolidarse como la universidad pública estatal que realiza investigación básica y aplicada en el país con posgrados de calidad con reconocimiento en el PNPC. Ampliar su proyección y presencia a nivel internacional También debe ofrecer doctorados pertinentes a las necesidades de desarrollo del estado de Morelos y del país, basados en conocimientos de frontera de diversas disciplinas de la ingeniería y ciencias aplicadas que permitan la transferencia tecnológica con mejoras al incremento de calidad de vida y disminución de la dependencia de tecnología de nuestro país.

La política para el posgrado y la investigación tiene que prever y planear la renovación de la planta académica, bajo un esquema que garantice la permanencia y actualización de las líneas de investigación al tiempo de generar nuevos proyectos pertinentes. En este sentido, el IICBA a través del CIICAp ofrece el Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (DICA). Es importante señalar que el DICA cumple los requisitos para pertenecer al PNPC. En la Figura 1 se presenta la estadística de solicitudes de ingreso y aceptados al programa de los últimos cinco años, mientras que en la Figura 2 muestra los resultados de graduación por cohorte generacional la cual es superior al 71%, en promedio de las últimas cinco generaciones (enero 2011 - enero 2015); lo que indica la pertinencia del programa en cuanto al incremento de la demanda estudiantil así como del índice de egresados mostrando una tendencia a la alza. Cabe mencionar que en la última generación de agosto 2015- 2019, hasta este momento hay estudiantes que están realizando sus trámites de titulación, por tal motivo el número incrementará durante el semestre agosto - diciembre 2019.

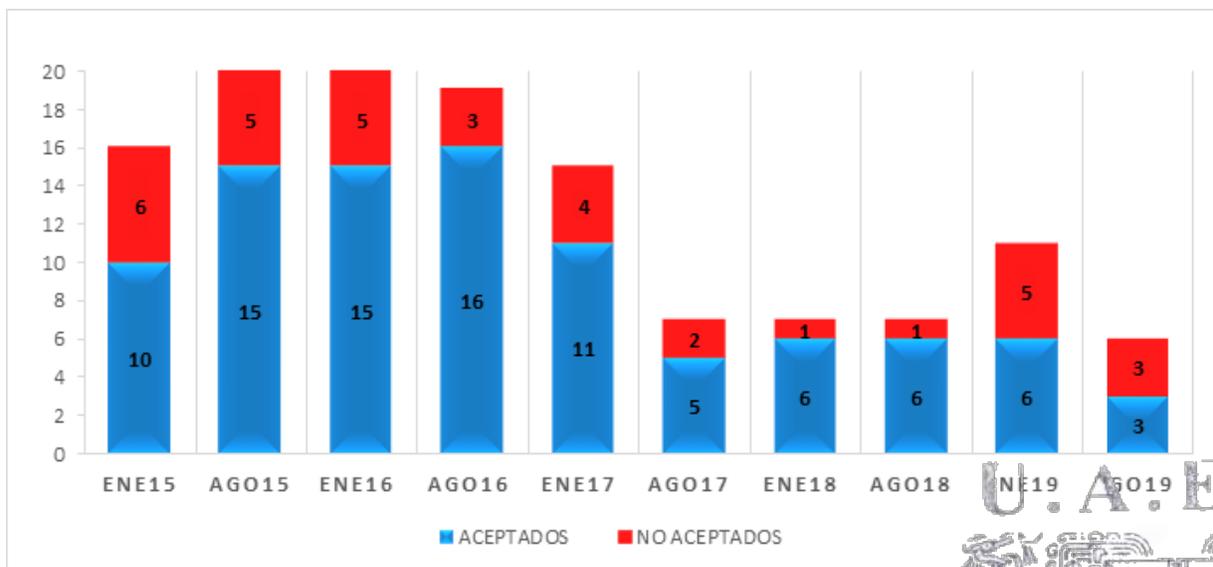


Figura 1: Solicitantes & Aceptados

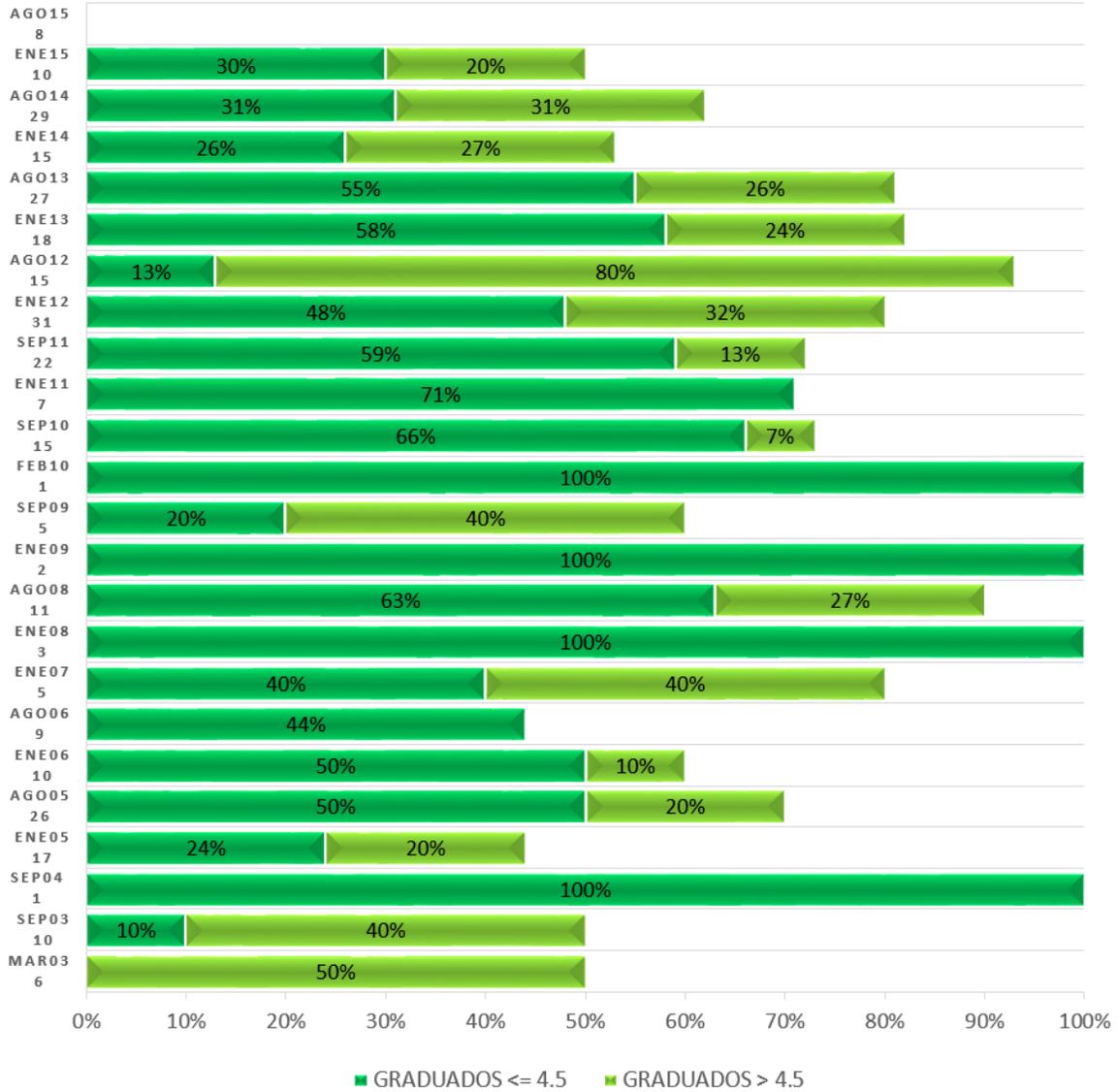
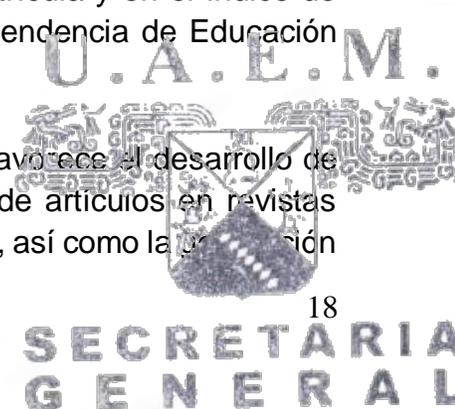


Figura 2: Índice de titulación por generación

Adicional al apoyo de la UAEM y otras instituciones (SEP con sus diferentes programas), el CONACyT contribuye a la vida académica del posgrado soporte económico que coadyuva a la formación de recursos humanos de alto nivel, promoviendo la permanencia de los estudiantes en el programa, lo que impacta en el aumento de la matrícula y en el índice de titulación. Esto beneficia directamente alumnos, al CIICAp, a la Dependencia de Educación Superior (DES) de Ciencias Exactas e Ingeniería y a la Universidad.

La formación de doctores en Ingeniería y Ciencias Aplicadas favorece el desarrollo de las líneas de generación y aplicación de conocimiento, publicación de artículos en revistas internacionales de alto impacto, escritura de capítulos de libros y libros, así como la publicación



de patentes de los investigadores que apoyan al posgrado. Todo esto contribuye con la política general de la UAEM de generar programas de posgrados de calidad.

La normatividad con la que se rige el programa se apega al Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UAEM vigente. Es importante mencionar que la UAEM ha actualizado su Ley Orgánica y su Estatuto Universitario y con ello, la actualización de todos los reglamentos de la Legislación Universitaria, incluyendo el Reglamento General de Estudios de Posgrado para elevar la calidad de su personal y sus programas académicos.

3.2 Fundamentos del contexto socioeconómico y cultural

El estado de Morelos, está ubicado en la parte central de la República Mexicana y tiene una superficie de 4 mil, 893 kilómetros cuadrados, que representan el 0.2% de la superficie territorial del país. Al norte limita con el Estado de México y el Distrito Federal; al este con el Estado de México y Puebla; al sur con Puebla y Guerrero; al Oeste con Guerrero y el Estado de México. La entidad se conforma de 36 municipios.

De acuerdo con la información oficial del Censo de Población y Vivienda en el 2010 (INEGI, 2010), la población total del Estado es de 1,777,227 habitantes (Mujeres: 918,639; Hombres: 858,588).¹²

Debido a la creciente competitividad de la economía mundial y del mercado laboral, México ha venido otorgando gran importancia al aumento del número de estudiantes e investigadores en las áreas de ciencias e ingeniería. En el 2016, un cuarto de las personas de entre 25 a 64 años con educación superior en México tenía título en alguna de las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés), igual al promedio de la OCDE (25%). Sin embargo, recientemente, los alumnos de nuevo ingreso a estas áreas de estudio, han superado el promedio de la OCDE. En el 2015, el 32% de los alumnos de nuevo ingreso a la educación superior eligió áreas relacionadas con la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM), proporción que se encuentra entre los cuatro primeros países de la OCDE y 5 puntos porcentuales arriba del promedio de la OCDE que es de 27%.¹³

Las actividades económicas preponderantes son los servicios, la manufactura y el comercio. Entre las ramas manufactureras, destacan las industrias automotriz-autopartes, químico-farmacéutica, de alimentos y bebidas y las de fabricación de productos a base de minerales no metálicos. Desde mediados de los noventa, en Morelos, las principales ramas de

¹² <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=17>

¹³ OCDE, (2017). *Panorama de la Educación 2017*. Recuperado el 26 de septiembre de 2019 de <https://www.oecd.org/education/beyond-school/EAG2017CN-Mexico-Spanish.pdf>



la manufactura han experimentado un intenso proceso de reconversión tecnológica, el cual ha implicado un alto grado de automatización y flexibilización del proceso productivo, así como la implantación de principios de calidad total y sistemas de mejora continua que se han reflejado en un aumento sensible de la productividad de las empresas y necesidad de capacitación a nivel profesional y de posgrado^{14,15}

Lo anterior genera un nicho de oportunidades para el desarrollo de los egresados del DICA; la vinculación del programa con los sectores productivo, social y gubernamental, adicionalmente, el posgrado ofrece la oportunidad de elevar el nivel académico del personal que labora en estos sectores, como los convenios realizados con CFE y Temic Continental.

El programa del DICA impacta principalmente en elevar el nivel académico de sus estudiantes ya que se le dan estrategias para buscar información, resolver problemas, desarrollar investigación, realizar innovación científico-tecnológica, difundir el conocimiento, entre otros. Algunos de nuestros egresados se han sumado al sector productivo y académico del estado de Morelos así como en el resto de la república tales como el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Instituto de Investigaciones Eléctricas, Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Universidad Tecnológica Emiliano Zapata, Temic Continental, Corrosión y Protección S. A. de C. V., Inoba S. A. de C. V., Universidad Veracruzana, Universidad Politécnica de Puebla, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Universidad Autónoma del Carmen, entre otros.

3.3 Avances y tendencias en el desarrollo de las disciplinas que participan en la configuración de la profesión

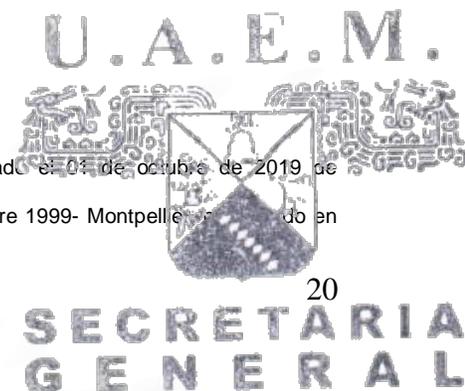
Más allá de las referencias históricas, la ingeniería aparece en su versión moderna, en su mayoría en el siglo XIX antes de la segunda guerra mundial en los Estados Unidos, en Gran-Bretaña y en Alemania. La noción de la Ingeniería se designa a la actividad de la concepción o montaje de grandes unidades de fabricación industrial en el dominio principalmente del petróleo, de la petroquímica, de la química, de la mecánica y de las fábricas de armamento¹⁶.

Por lo tanto, la Ingeniería Eléctrica, Química, Material y Mecánica son ramas de la Ingeniería que se relacionan en la generación y aplicación de conocimiento así como en el desarrollo tecnológico, por ejemplo la Ingeniería en:

¹⁴ Datos de sobre matrícula de nivel superior SEDECO 2009

¹⁵ Datos estadísticos de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos 2000 - 2012, Recuperado el 07 de octubre de 2019 de <https://www.uaem.mx/transparencia/pdf/MatriculasPOSG2000-2011.pdf>

¹⁶ Le Boterf, G. Journée d'Étude "Ingénierie des dispositifs de formation à l'international" 24-25 novembre 1999- Montpellier, recuperado en septiembre de 2014, https://www.agropolis.fr/formation/pdf/Le_Boterf.pdf





- Eléctrica: aplica conocimiento de ciencia como la física y las matemáticas para diseñar sistemas y equipos que permiten generar, transportar, distribuir y utilizar la energía eléctrica.
- Material: se fundamenta en las relaciones propiedades-estructura y diseña o proyecta la estructura de un material para conseguir un conjunto predeterminado de propiedades.
- Mecánica: aplica los principios de la termodinámica, la mecánica, la ciencia de materiales, la mecánica de fluidos y análisis estructural para el diseño y análisis de diversos elementos usados en la actualidad tales como maquinarias con diversos fines (térmicos, hidráulicos, transporte, manufactura, sistemas de ventilación, vehículos motorizados terrestres, aéreos y marítimos, generación de energía eléctrica, entre otros).
- Química: se encarga del diseño, manutención, evaluación, optimización, simulación, control, planificación, construcción y operación de todo tipo de elementos en la industria de procesos, que es aquella relacionada con la producción de compuestos y productos cuya elaboración requiere de sofisticadas transformaciones físicas y químicas de la materia, así como entender los fenómenos de transporte involucrados de energía, masa y momento.

En los años sesentas surgió la Escuela de Ciencias Químicas en la UAEM con lo cual se pretendía formar ingenieros que pudieran resolver problemas de la industria farmacéutica y de alimentos. Posteriormente con el establecimiento del sector mecánico automotriz en el Estado, surgió la necesidad de formar ingenieros mecánicos, eléctricos e industriales con lo que la Escuela de Ciencias Químicas se convirtió en la Escuela de Ciencias Químicas e Industriales, cambiando su nombre posteriormente a Escuela de Ciencias Químicas e Ingeniería. Con el surgimiento de las maestrías en Química Orgánica e Ingeniería Industrial se convirtió en Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería.

En 1995, la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, en colaboración con el Laboratorio Cuernavaca del Instituto de Física de la UNAM crearon el Doctorado en Ingeniería y Ciencias de Materiales, con el objetivo de formar recursos humanos de alto nivel para resolver la problemática en materiales de la industria local y nacional así como para iniciar la investigación y desarrollo en dicho campo de investigación. Sin embargo, no existía en la UAEM personal ni infraestructura para que dicha investigación se desarrollara en sus instalaciones, por lo que se recurrió a investigadores e infraestructura de otras instituciones.

En 1996 se inició con la contratación de investigadores, con el grado de doctor, que formarán parte del personal de la UAEM, constituyendo un grupo de investigadores en las disciplinas de los materiales metálicos, cerámicos, semiconductores, poliméricos, y, en forma transversal, el de Corrosión y Protección de materiales. Fue hasta el año 2000 que se

construyó el edificio que alberga al CIICAp, y con la contratación de investigadores en otras ramas de la Ingeniería, en 2003 se creó el Posgrado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas con 4 opciones terminales: Tecnología Mecánica, Tecnología Eléctrica, Tecnología Química y Tecnología de Materiales, absorbiendo esta última el antiguo doctorado en Ingeniería y Ciencias de Materiales. De esta forma, contando ya con una base amplia de investigadores en las distintas áreas del posgrado así como una adecuada infraestructura material, se logró el ingreso del Posgrado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (PICA) al Programa Nacional de Posgrados del CONACYT primero para la maestría y posteriormente para el doctorado.

El CIICAp surgió como una necesidad de que la FCQel incursionará en la investigación en las carreras que en ella se imparten (Química Industrial, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Química, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Industrial). Ya existían dos maestrías, una en Ingeniería Química y otra en Ingeniería Industrial así como el Doctorado en Ciencias e Ingeniería de Materiales. Sin embargo no se contaba con investigadores de tiempo completo con el grado de doctor para mantener estos programas en el Padrón de Excelencia del CONACyT, por lo que para crear un programa de posgrado de calidad, se fusionaron estos programas, excepto el de Ingeniería Industrial, contratando personal de tiempo completo. Así surgió el presente posgrado, inicialmente con las opciones terminales en Tecnología Eléctrica, Tecnología de Materiales, Tecnología Mecánica y Tecnología Química.

A partir del 2016, el programa del DICA se encuentra adscrito al IICBA y está fortalecido con una planta académica que comprende profesores investigadores del CIICAp y de otras unidades académicas de la UAEM, los cuales pertenecen al SNI y cumplen en su mayoría con el perfil deseable de PRODEP. El Centro de Investigación que alberga este programa ha crecido y mejorado considerablemente, lo demuestra el aumento a **43 laboratorios, respecto a los 37 con los que contaba en 2014**, en donde se desarrolla la investigación referente en este programa. De tal manera que la presente propuesta consolida una de las directrices de la UAEM, que es mejorar la calidad de los programas de posgrado fortaleciendo los Cuerpos Académicos que les dan sustento y la infraestructura requerida para su operación. Con esto, contribuye a incrementar la matrícula de este nivel, en particular, en las áreas de las ciencias, ingeniería y tecnología, para ampliar la base de recursos humanos de alto nivel que impulsen el desarrollo sustentable del país y del sistema de educación superior, que permite competitividad internacional.

3.4 Mercado de trabajo

Debido a la creciente competitividad de la economía mundial y del mercado laboral México ha venido otorgando gran importancia al aumento del número de estudiantes e investigadores en las áreas de ciencias e ingeniería. En el 2016, un cuarto de las personas de entre 25 a 64 años con educación superior en México tenía título en alguna de las áreas de



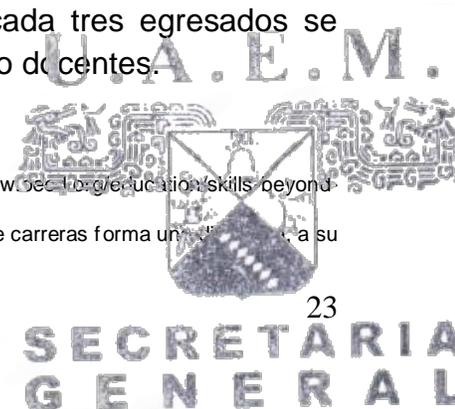
Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés), igual al promedio de la OCDE (25%). Sin embargo, recientemente, los alumnos de nuevo ingreso a estas áreas de estudio, han superado el promedio de la OCDE. En el 2015, el 32% de los alumnos de nuevo ingreso a la educación superior eligió áreas relacionadas con la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM), proporción que se encuentra entre los cuatro primeros países de la OCDE y 5 puntos porcentuales arriba del promedio de la OCDE que es de 27%. En el 2016, la tasa de empleo fue de 65% para personas de 25 a 64 años con educación por abajo de media superior (promedio de la OCDE: 57%), subiendo un 70% y 80% para la población con estudios de educación media superior y superior, respectivamente. Ambas tasas están cerca del promedio de la OCDE de 75% y 84%, respectivamente. Las tasas de empleo aumentan considerablemente alcanzando los niveles de educación superior: desde un 70% para los titulados de Técnico Superior Universitario, hasta un 80% para los licenciados o equivalentes, y alrededor del 85% para los que cuentan con títulos de maestría o equivalente o doctorado¹⁷.

Conforme al Manual de Camberra (guía básica que define el marco teórico y sirve de guía práctica para recopilar datos estadísticos comparables internacionalmente, en relación con la existencia y demanda de Recursos Humanos dedicados a la Ciencia y la Tecnología (RHCT). Esta guía fue elaborada conjuntamente por la OCDE y Oficina de Estadística de las Comunidades Europeas (Eurostat) y publicada por primera vez en 1992). El programa impacta en las áreas de matemáticas e informática, ciencias físicas, químicas y biológicas, ciencias de la tierra y del medio ambiente, así como en ingeniería eléctrica y electrónica y otras ciencias de la ingeniería.

De acuerdo al Servicio Nacional de Empleo, con base en los datos de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) y la clasificación de las profesiones del INEGI, en 2010, 43 son las disciplinas con mayor número de ocupados a nivel nacional, los cuales suman 5 millones 553 mil profesionistas¹⁸. Poco más del 60 por ciento de los profesionistas ocupados pertenecía a tan sólo diez carreras: Contaduría (11.9%), Ciencias Administrativas (10.9%), Derecho (9.9%), Ingeniería en Computación e Informática (5.9%), Formación Docente en Educación Primaria (5.2%), Ingeniería Industrial (3.7%), Medicina (3.6%), Psicología (3.6%), Arquitectura (3.1%) e Ingeniería Mecánica (2.7%). En el caso de egresados están impactando en la academia como docentes y en en la investigación como investigadores. No se cuenta con un dato institucional de los 258 egresados, sin embargo 79 han obtenido la distinción del Sistema Nacional de Investigadores y considerando que uno de cada tres egresados se desempeñan como investigadores, al menos 158 estarán en IES como docentes.

¹⁷ OCDE, (2017). *Panorama de la Educación 2017*. Recuperado el 26 de septiembre de 2019 de https://www.oecd.org/education/skills_beyond_school/EAG2017CN-Mexico-Spanish.pdf

¹⁸ El INEGI las designa como carreras, aunque, de acuerdo con la clasificación de ANUIES, un grupo de carreras forma un área del conocimiento. A su vez las disciplinas forman áreas del conocimiento





La Ingeniería y Tecnología se ubica en segundo lugar dentro de las disciplinas con mayor número de ocupados por área, la cual concentra el 23.2% de los ocupados a nivel nacional. Las carreras de esta área que destacan son Ingeniería en Computación e Informática, Ingeniería Industrial, Arquitectura, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Civil e Ingeniería Electrónica, las cuales representan el 87% del total de los ocupados del área. En último lugar está el área de Ciencias Naturales y Exactas, la cual ocupa el 1.8% del total. En ella las tres carreras que sobresalen son Biología, con un 55%; Matemáticas, con un 28%, y Ciencias Químicas, con un 17% del área.

De acuerdo con la distribución de las mismas carreras por áreas del conocimiento de ANUIES, el tercer lugar es del área de Ingeniería y Tecnología con un 22.1%, un poco menos que el porcentaje ocupado a nivel nacional, 23.2%; y el quinto lugar es del área de Ciencias Naturales y Exactas con un 5.1%, este está por encima del porcentaje nacional, donde los profesionistas de esta área sólo ocupan el 1.8%.

Las cifras anteriores demuestran que el área de ingeniería y tecnología es un nicho de oportunidad que este posgrado aprovecha para robustecer su oferta educativa y formar recursos humanos capaces de coadyuvar a sustentar y fortalecer el desarrollo nacional y regional, incrementando la capacidad de vinculación al proveer soluciones interdisciplinarias integrales.

La oportunidad de empleo para los egresados del DICA es amplia considerando la cantidad de parques industriales instalados en el Estado y el país así como su constante crecimiento, además de la cultura de contratación de personal con mayor grado de estudios que están adoptando algunas empresas con el fin de mejorar sus procesos y calidad de productos finales.

Las principales áreas de la ingeniería y tecnología en las que se desarrollan los egresados del DICA son de manera general: energía y medio ambiente, uso de fuentes no convencionales de energía, ahorro de energía en las plantas industriales, desarrollo y aplicación de materiales tecnológicos, ingeniería de turbomaquinaria, diagnóstico de flujo turbulento y transferencia de calor, sistemas de comunicación, de computación, procesamiento de señales, sensores con fibra óptica, diseño de sistemas digitales, entre otras.

Los egresados del DICA, encuentran diferentes oportunidades laborales en empresas automotrices, farmacéutica, química, metal-mecánica y aquellas que hacen uso de la automatización y el control, así como instituciones de educación media superior y superior sobre todo aquellas que se encuentran ubicadas en el sector empresarial de la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC), como NISSAN, Unilever, entre otras, de igual



manera lo son las que se encuentran en el Parque Industrial de Cuautla, como Saint-Gobain, TEMIC-Continental; TELMEX.

1. Reconocimiento académico del Sistema Nacional de Investigadores (SNI).

Actualmente se cuenta con 79 egresados que han recibido la distinción del SIN, convocatoria 2019. Considerando un total de 258 egresados, se concluye que uno de cada 3 egresados se dedica a la investigación.

2. Pertenencia a Academias, Sociedades y/o organizaciones profesionales (Certificación, Colegios Profesionales, etcétera).

3. Participación en redes.

Los egresados han formado parte las Redes del CONACYT:

Temática Sustentabilidad Energética, Medio Ambiente y Sociedad, (RED-SUMAS)

Temática de Bioenergía, (RTB)

Temática de Energía Solar (RED-SOLAR)

Temática Mujeres en Energía Renovable y Eficiencia Energética (RED-MEREE)

4. Continuación de estudios.

En el caso de los egresados se cuenta con solicitudes apoyadas por CONACYT para estudios de posgrado, así como Institucionales en la UNAM por parte de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico y su Programa de Becas Posdoctorales.

5. Estancias posdoctorales Nacionales.

Los egresados han solicitado becas posdoctorales nacional e Internacionales para continuar su formación en Alemania y Australia.

La demanda por parte del sector educativo también es importante, como evidencian los egresados que se encuentran laborando en lugares como el Instituto de Energías Renovables (IER), Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata (UTEZ), las Universidades Politécnicas de Morelos, Guerrero y Guanajuato, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Universidad Veracruzana (UV), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Universidad Autónoma del Carmen, entre otros.

3.5 Datos de oferta y demanda educativa

Para el ciclo escolar 2017 - 2018 el estado de Morelos contaba con una matrícula total a nivel posgrado de 5,768 estudiantes en los tres niveles de posgrado¹⁹, de los cuales la UAEM atendió a 1,614 estudiantes²⁰, lo que representa el 28% de la población estudiantil de posgrado del Estado, en particular, el DICA atendió a 97 estudiantes en el mismo periodo.

Se estima que podrían estar interesados en continuar con estudios de posgrado:

1. Jóvenes recién egresados de las licenciaturas en el área de ciencias exactas e ingeniería y tecnología que buscan continuar su formación directamente en un posgrado.
2. Profesionales egresados en el ejercicio de su profesión con alguna experiencia laboral (1.7% de la población económicamente activa del Estado), que buscan mejorar su desarrollo profesional y su posición en el trabajo²¹.

En el estado de Morelos, además del IICBA-UAEM, los únicos lugares donde se puede optar por un posgrado de excelencia en el área de ingeniería y computación son el CENIDET, el IER, el Instituto de Ciencias Físicas (ICF) y el Doctorado en Ingeniería Ambiental y Técnicas Sustentables (DIATS) (FCQel). En este sentido, el DICA está orientado a satisfacer estos segmentos de demanda, y constituirse como una alternativa nacional que atienda las necesidades de superación académica al ofertar un programa interdisciplinario.

Las funciones básicas de la educación superior son: la formación de profesionales en los distintos campos del saber, el ejercicio de la investigación como tarea permanente y la extensión de los beneficios de la cultura (entendido como la suma de lo creado por el hombre y no sólo aquello relativo al arte) a todos los sectores de la comunidad nacional, con propósitos de integración, superación y transformación de la sociedad. Es evidente el compromiso social de las universidades e instituciones educativas²². Dadas las condiciones actuales y como parte de esta función, también se debe atender la formación de los estudiantes hacia sus futuras actividades en el sector productivo²³ y servicios, en las que diversas organizaciones gubernamentales han mostrado un creciente interés por áreas como la energía y el medio

¹⁹ Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (2018). *Anuario Educación Superior – Posgrado*. Recuperado el 08 de octubre de 2019 de <http://www.anuies.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>

²⁰ UAEM, (2018). *Módulo de indicadores educativos y de gestión*. Recuperado el 08 de octubre de 2019 de http://sistemas.dti.uaem.mx/MIEG/Capacidad_Academica/general/matricula/graficas/grafica_matricula_total_ciclo.php

²¹ “Demanda posgrado y competitividad del personal académico de la educación superior en México”. Revista ANUIES. (http://www.anuies.mx/servicios/p_anuies/publicaciones/revsup/res102/txt2.htm#2). 2011.

²² Antonio Gago Hugué. “El juego de la papa caliente, o cómo aprendimos a darle la vuelta al problema de la relación entre la oferta y la demanda de educación superior en México”. Revista ANUIES, No. 38, 1981.

²³ “Demanda posgrado y competitividad del personal académico de la educación superior en México”. Revista ANUIES. http://www.anuies.mx/servicios/p_anuies/publicaciones/revsup/133/03.html. 2011.



ambiente, las comunicaciones y la computación. Esto es muy favorable, ya que son precisamente estas áreas parte de las que se cultivan en el posgrado, aunado al desarrollo de la investigación.

La universidad atiende y satisface una infinidad de necesidades a través de programas dirigidos a la totalidad de la población y no sólo a la población estudiantil. Es por esta razón, que en el DICA se ofrece la oportunidad de que personal del sector público y privado se incorpore al programa y continúe con su formación profesional. En relación a la parte internacional se puede mencionar que se cuenta con egresados y alumnos vigentes de diferentes nacionalidades: Marruecos, Cuba, Colombia, India y Venezuela.

Asimismo, se cuenta con los mecanismos necesarios de vinculación con las empresas privadas, lo que permite mantener el rumbo adecuado en la formación de los estudiantes cuyo perfil de conocimientos y habilidades corresponde al entorno. Sobre este punto, se han iniciado pláticas con empresas como NEC con instalaciones en el Parque Industrial CIVAC, y con Coca-Cola Company, entre otras. También a través del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos (CCyTEM) se están desarrollando oportunidades para que la UAEM tenga presencia en el Parque Tecnológico y participe en la transferencia de conocimiento con el fin de satisfacer las demandas específicas del sector industrial e impulsar la vinculación con el mismo. Se cuenta con una dirección de patentes de la UAEM con la finalidad de impulsar la innovación y el desarrollo de patentes encaminadas a la solución de demandas específicas del estado de Morelos.

Es importante señalar que en nuestro país, el desarrollo de los procesos internacionales o globales afecta fuertemente el plano nacional²⁴. En este contexto de globalización, las entidades locales o regionales requieren fortalecerse mediante un proceso en el que participen la sociedad civil en general y el Estado, tal y como lo propone el informe de la Comisión Mundial de la UNESCO sobre cultura y desarrollo. Esto implica retos a resolver para la educación superior: las instituciones que mejor respondan a tales desafíos serán aquellas que contribuyan al vínculo permanente entre desarrollo, conocimiento y educación; además que oferten servicios educativos cuyo currículum se diseñe bajo los criterios de: competitividad, interdisciplinariedad, autonomía, flexibilidad, multifuncionalidad y formación continua.

Con esto en mente, se ha invertido mucho trabajo para lograr que los planes y programas de estudio sean lo más flexibles, acordes a la realidad y a las necesidades que se viven en este entorno de globalización, con miras a compartir la infraestructura con centros y universidades nacionales, así como promover el intercambio estudiantil con universidades

²⁴ Jorge Luis Guevara Reynaga. "Globalización y cooperación académica: En busca de un modelo regional del posgrado". Revisión NUIES. No.109.



extranjeras. El contar con profesionales de alto nivel, capaces de desarrollar, innovar, adaptar y realizar la gestión y comercialización de los bienes y servicios que demandan los mercados nacional y externo, proporciona una fuente de riqueza y de bienestar social y económico; pretensión fundamental de la propuesta que se presenta.

3.6 Análisis comparativo con otros planes de estudio

El plan de estudios de Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas ofertado por el IICBA de la UAEM consta de un Eje Teórico-Methodológico el cual comprende 4 cursos de temas selectos, 1 seminario metodológico, 1 seminario de desarrollo de proyectos y 1 seminario de innovación y protección intelectual; así como un eje de Investigación integrado por 7 cursos y un examen predoctoral, para la evaluación y seguimiento de los estudiantes. Como requisito de titulación el estudiante tiene que presentar un producto resultado de su investigación y una tesis doctoral concluida. Este plan de estudios evoluciona de la misma forma que el modelo educativo actualmente aprobado en la Universidad, representa una propuesta sólida y viable, enmarcada en el análisis de los resultados de la comparación con otros planes de estudio similares a nivel nacional e internacional, ya consolidados.

Por otro lado, el doctorado análogo de la UNAM de Ciencia e Ingeniería de Materiales consta de 3 etapas: en la primera el estudiante aprueba cursos de adquisición de conocimientos sólidos en ciencia e ingeniería de materiales. En la segunda, se elabora un proyecto de investigación para tesis doctoral. En la tercera, se dedica al desarrollo de su proyecto de investigación, la elaboración de un artículo de investigación referente a su trabajo de tesis, así como la escritura de su tesis doctoral, finalizando con la presentación de su examen de grado.

El Plan de Estudios del Programa de Doctorado en Tecnología de Polímeros del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) de Saltillo, Coahuila, tiene una duración de 4 años. Su orientación es hacia la investigación, por lo que la principal actividad es el desarrollo de un trabajo de tesis en un tema original, el cual debe ser presentado en un documento escrito y defendido en una presentación oral ante un Jurado Calificador. Los estudiantes necesitan aprobar 3 cursos básicos y 6 cursos electivos. Las materias obligatorias y los cursos especiales, tienen el propósito de que el estudiante adquiera conceptos fundamentales sobre síntesis, procesamiento y aplicación de los polímeros. En nuestro plan de estudios tenemos el área de materiales en la que se puede desarrollar la especialidad de polímeros.

En el doctorado en Ingeniería del Instituto de Ciencias Físicas de la UNAM se tiene un sistema basado en la formación personalizada de los estudiantes, los cuales tienen un tutor o asesor principal. Las actividades que realiza cada estudiante asignadas por su tutor y avaladas por su comité tutorial sin valor de créditos son:



- Trabajo de Investigación
- Seminario de Investigación doctoral.
- Informe semestral de avance del proyecto de investigación
- Examen de candidatura al grado de doctor.
- Actividades docentes
- Artículo basado en el trabajo de investigación

En el Centro de investigación en Ciencias de Materiales del CIMAV,²⁵ Chihuahua, el doctorado no tiene cursos, el programa se desarrolla en competencias: cognitivas, instrumentales y de valores. Su enfoque está centrado en la investigación evaluada a través de seminarios.

En las **competencias cognitivas** se tiene:

- Dominio de las teorías, metodologías y tecnologías de la Ciencia de Materiales:
- Capacidades metodológicas de la investigación científica, con énfasis en el desarrollo de habilidades heurísticas;
- Conocimiento del contexto, estructura y desarrollo tecnológico del sector productivo;
- Valoración del conocimiento existente en el área de la Ciencia e Ingeniería de Materiales;
- y
- Generación de investigaciones básicas y aplicadas, originales e independientes, que permitan el enriquecimiento del conocimiento de la Ciencia e Ingeniería de Materiales.

Competencias instrumentales:

- Dominio eficiente de la operación y manejo de equipo, materiales, instrumentos y laboratorios afines a la Ciencia de Materiales.
- Creación de nuevas técnicas y procedimientos de operación y manejo de equipos, materiales, instrumentos y laboratorios; y
- Desarrollo de competencias docentes para la conducción de grupos de aprendizaje de Educación Superior y Posgrado.

Competencias Valórales:

- Enriquecimiento de las dimensiones valórales y actitudinales del conocimiento científico;
- Desarrollo de una conciencia ecológica en sus quehaceres de investigación y de servicio al sector productivo; y
- Caracterización de los valores éticos del quehacer científico y profesional.

²⁵ <http://www.cimav.edu.mx/data/files/posgrado/doctorado-materiales/Doctorado-Materiales.pdf>



- Capacidad de liderazgo en el ámbito del conocimiento de la Ciencia e Ingeniería de Materiales, y
- Capacidad para participar en la formación de investigadores de alto nivel en el campo de la Ciencia e Ingeniería de Materiales.

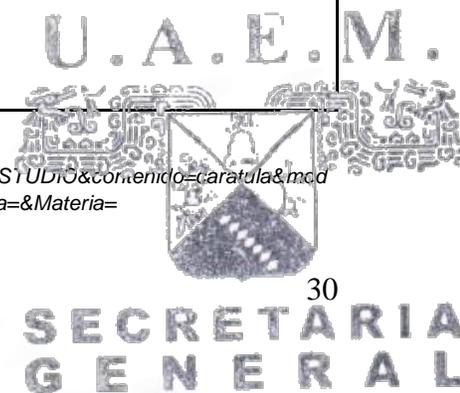
Así mismo, en el doctorado en Ciencia de Materiales del Instituto Politécnico Nacional y de la Universidad de Guadalajara no llevan materias curriculares solamente realizan investigación.

El Doctorado en Ingeniería Ambiental y Tecnologías Sustentables,²⁶ presenta una estructura curricular de 4.5 años que comprende: 11 cursos optativos, 3 investigaciones dirigidas, 14 investigaciones doctorales, 3 seminarios de investigación, 3 propuestas de investigación, 1 curso de métodos de investigación e innovación y 1 curso de liderazgo. El plan de estudios establecido por el Tecnológico de Monterrey presenta un gran porcentaje de cursos debido a que no es un doctorado tradicional, sino directo, cuyo requisito es haber cursado una carrera profesional. A continuación se presenta este análisis en la Tabla 1.

Tabla 1: Análisis comparativo con otros planes de estudio

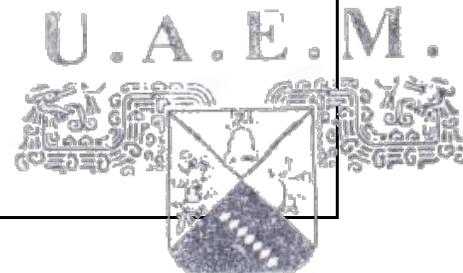
OBJETIVOS	PERFIL DE INGRESO Y EGRESO	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
DOCTORADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES		
<p>Formar científicos con sólidos conocimientos y experiencia en investigación, capaces de realizar contribuciones originales en ciencia e ingeniería de materiales, así como de formar grupos de investigación y recursos humanos de la más alta calidad</p>	<p>Perfil de ingreso Los estudiantes que aspiran a ingresar al doctorado requieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tener vocación e interés por la investigación científica en alguna de las áreas de la ciencia o la ingeniería de los materiales. • Estar comprometidos con una superación académica sólida. • Estar comprometidos a dedicar tiempo completo para terminar sus estudios en los plazos establecidos en el plan de estudios. 	<ul style="list-style-type: none"> -Materiales Cerámicos -Materiales Complejos -Materiales Electrónicos -Materiales Metálicos -Materiales Poliméricos

²⁶ <https://serviciosva.itesm.mx/PlanesEstudio/Consultas/Planes/ConsultaPlanEstudio.aspx?form=PLANES1UD10&contenido=caratula&modovista=default&Idioma=ESP&claveprograma=DC111&UnaCol=NO&VerReq=No&VerEqui=No&IdTipoArea=&Materia=>



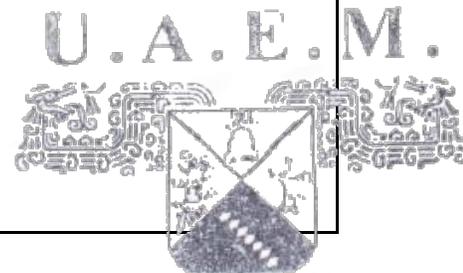


OBJETIVOS	PERFIL DE INGRESO Y EGRESO	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> • Tener los conocimientos necesarios, en el nivel de maestría sobre matemáticas, química y física, además de la capacidad para adquirir los contenidos previstos en el plan de estudios del doctorado. • Haber obtenido un promedio mínimo de ocho en sus estudios de maestría. • Tener conocimientos amplios del idioma inglés. 	
DOCTORADO EN TECNOLOGÍA DE POLÍMEROS		
<p>El objetivo del Plan de Estudios del Programa del Doctorado en Tecnología de Polímeros es formar investigadores de alto nivel, capaces de generar, publicar y aplicar conocimiento científico y tecnológico original en el área de los polímeros.</p>	<p>Los candidatos a ingresar deben contar con título de maestría en polímeros, química, ingeniería química, materiales o carreras afines de maestría en polímeros, química, ingeniería química, materiales o carreras afines.</p> <p>El egresado, además de poseer conocimientos avanzados en el área de los polímeros, debe tener la capacidad de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proponer y ejecutar proyectos de investigación originales y de vanguardia. • Difundir el conocimiento científico generado de su trabajo de investigación en foros nacionales e internacionales de reconocido prestigio. • Analizar y resolver problemas científicos y tecnológicos en el área de los polímeros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Síntesis de Polímeros - Procesos de Polimerización - Procesos de Transformación - Materiales Avanzados





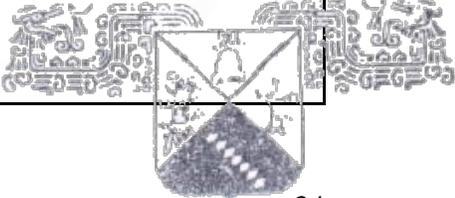
OBJETIVOS	PERFIL DE INGRESO Y EGRESO	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> • Ser una persona responsable, con principios y valores que favorezcan su buen desempeño en el trabajo. 	
DOCTORADO EN INGENIERÍA		
<p>Formar investigadores con una formación sólida profesional, científica y metodológica del más alto nivel académico, capaces de realizar investigación original multi e interdisciplinaria de manera independiente y/o coordinando equipos de trabajo e investigación. Lo que propiciará la elevación del nivel de la enseñanza y la investigación en ingeniería, la realización de estudios multi e interdisciplinarios, así como la ampliación de grupos de alto nivel capaces de formar recursos humanos para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en ingeniería en el país.</p>	<p>Perfil de ingreso En aspirante al doctorado deberá:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Poseer conocimientos sólidos y actuales en el campo de conocimiento, y en su caso en el disciplinario de interés. • Dominar los métodos y técnicas fundamentales, teóricas y experimentales del campo conocimiento y/o disciplinario al que desea ingresar. • Contar con las características necesarias para realizar y desarrollar estudios y proyectos de investigación básica, aplicada y tecnológica, así como para plantear estrategias para su realización, en los ámbitos académico, industrial, productivo y de servicios. • Manejar de manera crítica información científica y técnica de fuentes especializadas de actualidad. • Tener capacidad de razonamiento e integración del conocimiento. • Contar con los conocimientos y habilidades necesarias para comunicarse correctamente de manera oral y escrita. • Mostrar interés y disposición para realizar investigación original. 	<p>Corrosión en materiales usados para la industria petrolera (refinación y aplicaciones petroquímicas). Corrosión en tuberías. Corrosión en estructuras. Corrosión marina.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caracterización microestructural y mecánica de materiales. - Interacción y modificación de superficies - Materiales compuestos con matriz metálica - Nanomateriales y Nanobiotecnología.





OBJETIVOS	PERFIL DE INGRESO Y EGRESO	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
	<p>Perfil de egreso</p> <p>Los egresados:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Contarán con los conocimientos y habilidades necesarias para resolver problemas profesionales y realizar proyectos de investigación original de manera independiente y/o coordinando grupos de investigación de manera inter y multidisciplinaria •Conocerán de manera profunda las bases científicas y tecnológicas de su campo de conocimiento, y además del campo disciplinario que cursó. •Conocerán ampliamente los conceptos, métodos y técnicas de su campo de conocimiento, y además del campo disciplinario. •Manejan de manera crítica información científica y técnica de fuentes especializadas de actualidad. •Formarán recursos humanos para la docencia y la investigación. 	
DOCTORADO EN INGENIERÍA AMBIENTAL Y TECNOLOGÍAS SUSTENTABLES		
<p>Formar doctores en ingeniería ambiental y tecnologías sustentables mediante conocimientos teórico, disciplinares, metodológicos y de investigación básica y aplicada en un proyecto</p>	<p>Perfil de Ingreso</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contar con los conocimientos del nivel inmediato anterior en las áreas de posgrado en Ingenierías y afines. - Poseer la habilidad para la lectura y comprensión de textos en inglés 	<ul style="list-style-type: none"> - Ingeniería aplicada en tecnologías ambientales para la gestión de contaminantes en agua, aire y suelo. - Innovación y sustentabilidad en procesos ambientales



OBJETIVOS	PERFIL DE INGRESO Y EGRESO	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
<p>sobre procesos ambientales sustentables en la gestión de contaminantes para mitigar problemáticas en agua, aire, suelo y energía con responsabilidad social.</p>	<p>con constancia expedida por la UAEM u otra institución.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contar con un rendimiento académico mínimo de 8.0 en la maestría. - Ser estudiante de tiempo completo. - Demostrar capacidad oral y escrita en la presentación de su proyecto de investigación. - Poseer capacidad de abstracción, análisis y síntesis. - Poseer aptitud académica: razonamiento abstracto, razonamiento verbal, uso del lenguaje y capacidad de comprensión de lectura, además deberá poseer liderazgo y ética profesional. - Tener conocimientos y habilidades en estadística y ciencias ambientales que le permiten entender la problemática ambiental actual. <p>Perfil de Egreso Contará con los conocimientos, habilidades y aptitudes para:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar investigación e innovación de tecnologías sustentables - Identificar propuestas de solución a los problemas que generen impactos al medio ambiente mediante un enfoque integral y multidisciplinario. 	<p style="text-align: center;">U.A.E.M.</p> 

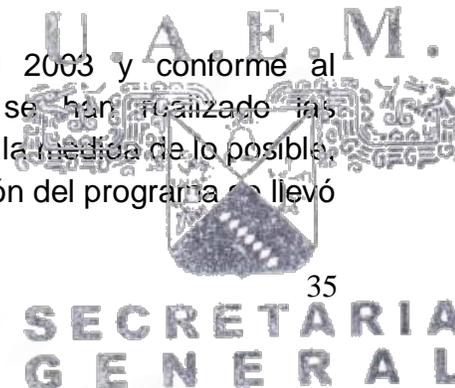


OBJETIVOS	PERFIL DE INGRESO Y EGRESO	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> - Operar y desarrollar procesos, equipos e instrumentos en el área ambiental. - Promover la divulgación de la cultura y concientización ambiental. - Formar recursos humanos de alto nivel en el área ambiental. 	

Comparativamente, se puede notar que el DICA ofrece a los estudiantes un amplia gama de cursos de cada una de las áreas de investigación de este posgrado (eléctrica, química, materiales y mecánica) y de acuerdo a las necesidades del tema de tesis de cada estudiante, favoreciendo la investigación interdisciplinaria mediante el desarrollo de la tesis. Este plan de estudios permite al estudiante concluir en un tiempo menor a los 4 años, dependiendo del grado de avance de su tema de investigación. Además se puede subrayar que el estudiante de DICA puede contar con codirectores de tesis con los diferentes investigadores de las cuatro áreas (por ejemplo: 1 director de Mecánica con especialidad en fluidos y otro de Química con especialidad en procesos, o 1 director de Materiales especialista en cerámicos y 1 de Eléctrica especialista en óptica) logrando el perfil del egresado en una amplia especialidad dentro de la Ingeniería y Ciencias Aplicadas. Los diferentes cursos tomados por los estudiantes en las diferentes áreas o las codirecciones han logrado significativos desarrollos de conocimiento básicos y aplicados e innovadores en las cuatro áreas, además que terminan en productos de manera conjunta (estudiante-investigador) como artículos de alta calidad internacional (factores de impacto 2014 mayores de 3; por ejemplo: Applied Energy, Electrochimica Acta, Energy, Renewable Energy, Desalination, Solar Energy, Fuel, Corrosion Science, Solar Energy Materials and Solar Cells, entre otras) y en desarrollo de patentes importantes (por ejemplo: la patente de usar piezoeléctricos en el interior de las llantas de los autos No. Patente Mx/a/2011/013525). Cabe mencionar que el DICA es único a nivel nacional que oferta las cuatro áreas en un posgrado con cuatro LGAC específicas.

3.7 Evaluación del programa educativo

El programa inició actividades académicas en marzo del 2003 y conforme al Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UAEM se han realizado las reestructuraciones correspondientes, con la finalidad de subsanar, en la medida de lo posible, las debilidades del mismo, por consiguiente, la primera reestructuración del programa se llevó





a cabo en el 2008, cuando el DICA se separó de la MICA, posteriormente en 2011 se realizó una reestructuración trascendental, que puede resumirse en los siguientes aspectos: se migró de cuatrimestres a semestres, se incrementó la duración de los estudios de tres a cuatro años, se formalizó el examen predoctoral como requisito de permanencia, se estructuró el plan de estudios en dos ejes formativos (Teórico metodológico y de Investigación) permitiendo flexibilidad, se redujo a cuatro el número de LGAC. En 2014 las opciones terminales se establecieron como áreas que contienen una LGAC de investigación en cada una de ellas, además se incluye el seminario de Innovación y protección intelectual y se hace un proceso de selección más riguroso, además se establece como requisito de egreso el acreditar dominio del idioma inglés con un puntaje mínimo determinado del examen TOEFL. En la reestructuración 2019 se actualiza el mapa curricular así como las unidades de aprendizaje, se utiliza el enfoque de competencias y se actualiza el perfil de ingreso.

Igualmente, para dichas reestructuraciones fueron considerados los resultados del instrumento de seguimiento de egresados, en el cual se detectaron las siguientes áreas de oportunidad que se han subsanado por parte del CIICAp y la administración central de la UAEM: mejora de las redes alámbrica e inalámbrica de todo el centro, acceso a revistas de prestigio internacional, incrementar los espacios físicos y el apoyo administrativo especializado.

Igualmente, el programa se ha sometido a las evaluaciones del CONACyT: en el 2006 haciendo las siguientes observaciones: “no existe apoyo por parte de la UAEM para la operación del posgrado; no hay apoyo para la movilidad de estudiantes; no hay suficiente infraestructura; no hay seguimiento de egresados; no hay egresados en el SNI; baja eficiencia terminal; no hay un soporte profesional de software; poca vinculación del posgrado con la sociedad”. Para la evaluación en 2007 las observaciones más relevantes fueron las siguientes: “no hay apoyo para congresos; mejorar el seguimiento a egresados; baja eficiencia terminal; no hay egresados en el SNI; poca vinculación con la sociedad”. En la evaluación 2008 sólo hicieron las siguientes observaciones “aumentar la eficiencia terminal arriba del 50%; aumentar la matrícula; implementar el examen predoctoral como requisito de permanencia”. En 2011, las observaciones más importantes hechas fueron las siguientes: “incrementar eficiencia terminal; tener más vinculación con la sociedad; aumentar el número de PITC involucrados en la dirección de tesis”. Finalmente, en 2015 el programa fue reconocido con el nivel de Competencia internacional, con la recomendación de incrementar la internacionalización.

Si bien las observaciones realizadas por los comités de pares en las diferentes evaluaciones ha disminuido drásticamente, y las acciones tomadas tanto por parte del CIICAp como de la administración central han mejorado sustancialmente las condiciones de operación del DICA, se continuará trabajando para solventar las debilidades del programa, con la

finalidad de mejorar el desempeño del doctorado, con la visión de mantener el nivel de competencia internacional del PNPC.

El Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas presenta un panorama flexible y dinámico, el cual permite establecer una estrategia que redunde en aumentar la eficiencia terminal y disminuir la deserción. Adicionalmente, los cursos de temas selectos contenidos en este programa de estudios son el resultado del consenso de los requerimientos de cada área de conocimiento, de la aportación profesional de cada profesor investigador y de un estudio de las líneas de investigación que impactan en este posgrado.

Haciendo un análisis a través del seguimiento de los estudiantes titulados de este plan de estudios fue posible constatar que un alto porcentaje de los mismos se encuentran impactando en el área de docencia e investigación en diversas universidades, institutos, tecnológicos y centros de investigación. Entre ellos están la Universidad Veracruzana, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Facultad de Ciencias UAEM, CIICAp, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, FCAel, Universidad Politécnica de Puebla, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua: Especialista en hidráulica, Universidad Panamericana / Snowbush Microelectronics, Universidad de las Américas, Puebla, IER UNAM, Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Universidad Autónoma del Carmen, Tecnológico de Monterrey Campus Tampico y Cuernavaca.

Desde su primer egreso hasta octubre 2019, 79 egresados del Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas han sido distinguidos por el Sistema Nacional de Investigadores como investigadores nacionales o candidatos, lo que representa el 31% reflejo de que la formación obtenida cumple los objetivos para los cuales fue planteada.

Este plan de estudios es resultado del consenso de todas las áreas que lo conforman. Para esto se contó con la participación de la Jefatura del Programa, la Comisión Académica, la Secretaría del Centro y la Dirección del CIICAp, así como la evaluación por parte del Consejo Interno de Posgrado, el Consejo Técnico, el Comité Académico de Área y el Consejo Universitario; quedando como evidencia las actas de dichos órganos colegiados.

Así mismo, este plan de estudios presenta los contenidos temáticos elaborados por los profesores investigadores de la planta académica activa en la plataforma del CONACyT. Los cuales cuentan con el grado de Doctorado y pertenecen al SNI y tienen el perfil deseado de PRODEP.



Por consiguiente, en un esfuerzo conjunto entre el posgrado y la Universidad se ha solventado la mayor parte de las observaciones realizadas por el Comité de Pares del CONACyT en el sentido de:

- Se ha incrementado la infraestructura,
- La matrícula es estable respecto al número de investigadores,
- Los apoyos para movilidad aumentó considerablemente,
- Se ha elevado el número de PITC involucrados en dirección de tesis,
- Se ha extendido la vinculación con la industria por medio de convenios,
- Se ha implementado el programa de seguimiento de egresados
- Se cuenta con un gran número de egresados, el 31% pertenecen al SNI.
- Se consolidó el soporte técnico profesional de computación.

Finalmente, el cumplimiento de todas estas observaciones aunadas con la implementación del examen predoctoral se ven reflejados en el incremento de los resultados de graduación por cohorte generacional la cual es superior al 71%, en promedio de las últimas cinco generaciones.

4. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

El programa educativo aquí presentado tiene una duración de ocho semestres (cuatro años) y se caracteriza por contar con una estructura académica basada en dos ejes formativos: teórico-metodológico y de investigación, de tal forma que el estudiante adquiera habilidades a través de la enseñanza práctica y asimile los conocimientos teóricos que le permitan adquirir una formación orientada a la investigación con un enfoque interdisciplinar. El desarrollo de habilidades se favorece en el DICA en el proceso de elaboración de la tesis para la obtención del grado.

El plan de estudios está estructurado bajo un sistema que le permite ser flexible, con la oportunidad de profundizar en un área específica del conocimiento o bien de forma interdisciplinaria. La gran variedad de cursos de Temas Selectos, permite dirigir al estudiante a las áreas relacionadas con su proyecto de investigación. El programa tiene una estructura disciplinaria, con la opción de profundizar en una o varias áreas del conocimiento, que el estudiante tendrá la opción de elegir en concordancia con su tema de investigación. Se deben cubrir 102 créditos, de los cuales el 69% corresponden al eje de investigación y el 31% al eje teórico metodológico.

El programa educativo hace énfasis en la adquisición de conocimientos y habilidades a través de combinar teoría y práctica, fomentando una enseñanza enfocada en la investigación. El estudiante requiere de niveles complementarios, donde los conocimientos teóricos permiten desarrollar una formación que se ve reflejada en el proyecto de investigación. El desarrollo de habilidades en la resolución de problemas de la ingeniería y las ciencias aplicadas se promueve en el DICA a través del desarrollo de tesis enfocadas a proponer soluciones a dichas problemáticas, promoviendo en el estudiante el desarrollo de la capacidad de innovación y aplicación del conocimiento.

5. OBJETIVOS CURRICULARES

5.1 Objetivo general

Formar recursos humanos con visión científica y tecnológica en las diferentes áreas de la ingeniería y las ciencias aplicadas a través del desarrollo de habilidades y competencias en la frontera del conocimiento. Además de la participación en proyectos de vinculación e innovación para desarrollar investigación original, competitiva e interdisciplinaria a nivel nacional e internacional, que permitan solucionar problemas científicos y tecnológicos.

5.2 Objetivos específicos

1. Proporcionar conocimientos teóricos de frontera y desarrollar las habilidades que contribuyan al análisis de problemáticas actuales o futuras de la ingeniería y ciencias aplicadas.
2. Generar alternativas científico-tecnológicas interdisciplinarias para proponer soluciones a problemas actuales de la ingeniería y ciencias aplicadas, para dar respuesta a las demandas a nivel regional, estatal, nacional o internacional.
3. Desarrollar investigación innovadora relacionada con procesos de la ingeniería y las ciencias aplicadas para impactar tecnológicamente en el fortalecimiento de los sectores social y productivo.
4. Desarrollar habilidades para generar, transmitir, aplicar o modificar metodologías y conocimientos actuales en las áreas de la ciencia y la ingeniería.
5. Fortalecer vínculos de cooperación con investigadores, la industria y otras instituciones de investigación y desarrollo tecnológico a través de proyectos en el ámbito nacional e internacional que contribuya a la formación integral del estudiante.

5.3 Metas

- Formar recursos humanos con nivel doctorado con habilidades para contribuir al desarrollo de investigación, la generación de conocimiento y aplicación tecnológica en ingeniería y ciencias aplicadas.



- Generar, aplicar y difundir el conocimiento adquirido a nivel nacional e internacional en actividades académicas que contribuyan a la solución de problemas específicos de la ciencia y tecnología relacionadas con los perfiles del DICA.
- Incrementar la participación de estudiantes en proyectos que involucren innovación o transferencia de tecnología.
- Mantener e incrementar la movilidad estudiantil con otros centros de investigación de instituciones de educación superior nacionales e internacionales.
- Mantener e incrementar los vínculos con los sectores industriales, productivos y educativos para impactar en el desarrollo socio económico del Estado y del país.



6. PERFIL DEL ALUMNO

6.1 Perfil de ingreso

- **Conocimientos:**

- Tener el grado de Maestría preferentemente en ciencias exactas, ingeniería, sustentabilidad, ambiental o afines a las ciencias exactas. Otros casos serán evaluados por el Comité de Admisión.
- Contar con conocimientos y habilidades para la búsqueda, comprensión y redacción de textos científicos.
- Contar con conocimiento básico del idioma inglés.
- Contar con conocimientos disciplinares en la LGAC en que se realizará el proyecto de investigación, mediante la presentación de un anteproyecto en la entrevista con el Comité de Admisión.

- **Habilidades:**

- Para la investigación y redacción de resultados científicos.
- Pensamiento matemático, pensamiento analítico, estructura de lenguaje, comprensión lectora, metodología de proyectos e inglés.

- **Valores:**

- Solidaridad.
- Compromiso.
- Honestidad.
- Responsabilidad social.

6.2 Perfil de egreso

En el desarrollo de la trayectoria del Doctorado, se buscará que los estudiantes desarrollen las siguientes competencias:

- **Conocimientos:**

- El egresado del DICA, tendrá una sólida formación interdisciplinaria en investigación científica y desarrollo tecnológico.
- Tendrá los conocimientos y habilidades necesarias para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada de frontera de manera individual y colaborativa.
- Conocerá los procedimientos básicos para la protección intelectual de productos derivados de la investigación.



- **Habilidades:**

- Podrá incorporarse a plantas académicas universitarias, centros de investigación, industrias o instancias gubernamentales para coadyuvar en la resolución de problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas.
- Tendrá las habilidades para la formación de recursos humanos en ciencia y tecnología.

6.2.1 Competencias genéricas

Conforme a lo descrito en el Modelo Universitario de la UAEM, el currículo universitario se regirá, entre otros principios, bajo la Incorporación del enfoque de competencias (genéricas, transversales y específicas), beneficiando el desarrollo y la adquisición de competencias que tiendan hacia la profesionalización, la investigación y la creación mediante una diversidad de experiencias en las que el futuro profesional universitario se relacione responsablemente con su entorno. Las competencias se constituyen a partir de cuatro componentes básicos — cognitivo, actitudinal, conativo y práctico— que coadyuvan a la solución de problemas concretos de la realidad. Se entiende la competencia como la capacidad que tiene una persona de seleccionar, movilizar, gestionar sus disposiciones (habilidades, destrezas, actitudes y conocimientos) y los recursos materiales que se requieren para ejercer las habilidades o destrezas, o bien resolver problemas en un campo determinado, o satisfacer necesidades y cumplir intereses en un contexto dado. En lo que refiere al nivel de posgrado, se integrarán las competencias genéricas y las competencias específicas conforme lo requieran los fines de formación de los programas educativos²⁷.

²⁷ UAEM, (2010). *Modelo Universitario*. Recuperado el 09 de octubre de 2019 de https://www.uaem.mx/sites/default/files/secretaria-general/rectorado-2007-2012/menendez_samara_60.pdf



COMPETENCIAS	GENERACIÓN Y APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO	APLICABLES EN CONTEXTO
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma* ▪ Capacidad de pensamiento crítico y reflexivo* ▪ Capacidad crítica y autocrítica ▪ Capacidad de abstracción, análisis y síntesis ▪ Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente ▪ Capacidad para la investigación ▪ Capacidad de comunicación en un segundo idioma ▪ Capacidad creativa ▪ Capacidad de comunicación oral y escrita* ▪ Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación ▪ Habilidades para buscar, procesar y analizar información* 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Habilidad para el trabajo en forma colaborativa* ▪ Habilidad para trabajar en forma autónoma ▪ Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica ▪ Capacidad para formular y gestionar proyectos ▪ Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas ▪ Capacidad de motivar y conducir hacia metas comunes ▪ Capacidad para tomar decisiones ▪ Capacidad para actuar en nuevas situaciones ▪ Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión
GENÉRICAS	SOCIALES	ÉTICAS
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidad de expresión y comunicación* ▪ Participación con responsabilidad social* ▪ Capacidad para organizar y planificar el tiempo ▪ Capacidad de trabajo en equipo* ▪ Habilidades interpersonales ▪ Habilidad para trabajar en contextos culturales diversos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Autodeterminación y cuidado de sí* ▪ Compromiso ciudadano* ▪ Compromiso con la preservación del medio ambiente ▪ Compromiso con su medio sociocultural ▪ Valoración y respeto por la diversidad y la multiculturalidad ▪ Compromiso con la calidad ▪ Compromiso ético
<p>FUENTE: Adaptación de las competencias planteadas en el proyecto Tuning Latinoamérica (Beneitone et al, 2007). *Refieren las competencias clave que se desarrollarán en el bachillerato, las cuales serán reforzadas en la formación profesional y en el posgrado.</p>		

6.2.2 Competencias específicas

- Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.
- Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.
- Conocer los procedimientos básicos para la protección intelectual de los productos derivados de la investigación mediante el seminario de innovación y protección intelectual.
- Redactar artículos científicos para la divulgación de los resultados de su investigación conforme a los criterios de editoriales indexadas.
- Desarrollar un proyecto científico para la resolución de problemas actuales para beneficio de la sociedad y el desarrollo sostenible nacional.



7. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

El programa educativo aquí presentado se caracteriza por tener un eje teórico metodológico y un eje de investigación, de tal forma que el estudiante adquiere habilidades a través de la enseñanza aplicada y asimile los conocimientos teóricos que le permitan adquirir una formación orientada a la investigación. El desarrollo de habilidades se favorece en el DICA en el proceso formativo de cada uno de los ejes y en la elaboración de la tesis para la obtención del grado.

El plan de estudios del DICA tiene una estructura interdisciplinaria y es a su vez flexible (Figura 3), se tiene la oportunidad de desarrollar un proyecto de investigación dentro de las área de investigación de la ingeniería y ciencias aplicadas, ligada a cada una de las LGAC del programa educativo.



Figura 3: Interdiscipliniedad del DICA

7.1 Flexibilidad curricular

El doctorado tiene una duración mínima de **tres años y máxima de cinco años** para que el estudiante logre culminar en forma satisfactoria sus estudios de doctorado, el programa tiene la flexibilidad curricular que permite al estudiante obtener el grado en un máximo de tres años, ya que los cursos tanto del eje Teórico metodológico como del de Investigación no tienen seriación y se pueden distribuir en los semestres de acuerdo como el estudiante considere conveniente, contando con el aval de su Director de tesis y del Comité Tutorial.



Director, el estudiante y el Comité tutorial podrán considerar que se tomen cursos del eje teórico metodológico, los cuales se sugiere que sean llevados a cabo en los primeros cuatro semestres, o bien se desarrolle la parte experimental en otra institución.

Tabla 3. Sistema de créditos de DICA

EJE TEÓRICO METODOLÓGICO			EJE DE INVESTIGACIÓN		
CURSO	Nº DE CURSOS	CRÉDITOS	CURSO	Nº DE CURSOS	CRÉDITOS
Temas selectos	4	8	Investigación	7	10
Seminario metodológico	1	0			
Seminario de desarrollo de proyectos	1	0			
Seminario de innovación y protección intelectual	1	0	Examen predoctoral	1	0
TOTAL	7	32	TOTAL	8	70
TOTAL DE CRÉDITOS 102					

7.1.1 Movilidad

La flexibilidad e interdisciplinariedad del Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, permite al estudiante distribuir y organizar sus cursos de acuerdo a sus intereses académicos y su área o áreas de conocimiento, así como la posibilidad de cursar otras asignaturas en programas educativos pertenecientes al PNPC o en el extranjero y la Universidad apoya con el Programa institucional de Movilidad e Intercambio Estudiantil Nacional e Internacional se tramitan apoyos para estancias en instituciones nacionales e internacionales que propicien experiencias y conocimientos disciplinares que contribuyan a su formación integral.





Para garantizar la movilidad de los estudiantes en cursos o estancias cortas de investigación en otras instituciones de educación superior, eventos académicos, donde participen como ponentes o asistentes a congresos nacionales o internacionales, el DICA justifica inasistencias durante los eventos y el CIICAp conforme a sus recursos financieros asigna apoyos económicos para fomentar la movilidad.

La UAEM a través de la Secretaría Académica emite convocatorias en la Dirección de Cooperación Académica de Movilidad en períodos semestrales, con base al presupuesto de cada año, en los que los alumnos de Tiempo Completo pueden participar para la obtención de apoyos cubriendo los requisitos señalados por el programa institucional de movilidad.

7.2 Ciclos de formación

El DICA se enfoca primordialmente a la formación de investigadores. Forma recursos humanos de alto nivel, capaces de desarrollar proyectos de investigación originales, así como profundizar en un campo de conocimiento específico, tiene una duración de cuatro años, en periodos semestrales y requiere dedicación de tiempo completo.

El programa está diseñado para cursarse de entre seis a ocho semestres. Cada semestre tiene una duración de 16 semanas hábiles de estudios.

Dependiendo de las necesidades de formación del estudiante y del avance semestral de su trabajo de tesis, el Comité Tutoral avalará la pertinencia de estancias de investigación del estudiante en otras Instituciones de Educación Superior (IES) y Centros de Investigación (CIS), y definirá la duración y plan de trabajo de las mismas.

El Doctorado está organizado en dos Ejes fundamentales: **Teórico-Methodológico e Investigación**, ver figura 5.



EJE TEÓRICO METODOLÓGICO

- TEMAS SELECTOS
- SEMINARIO METODOLÓGICO
- SEMINARIO DE DESARROLLO DE PROYECTOS
- SEMINARIO DE INNOVACIÓN Y PROTECCIÓN INTELECTUAL

EJE DE INVESTIGACIÓN

- PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN
- DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE TRABAJO
- EXAMEN PREDOCTORAL
- TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
- RESULTADOS
- ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES
- ESCRITURA, SEGUIMIENTO Y ENVÍO DE ARTÍCULO
- BORRADOR DE TESIS

Figura 5: Ejes formativos y cursos

7.2.1 Formación teórico técnica

El **eje Teórico-Methodológico**, tiene como función proporcionar las herramientas para la formación básica de los estudiantes de posgrado. Incluye los cursos de temas selectos, el seminario metodológico y el seminario de innovación y protección intelectual. Estos cursos suman un total de 32 créditos.

Temas selectos: Los cursos de temas selectos tienen el propósito de profundizar en los conceptos requeridos por la investigación a realizar, de tal manera que permitan a los estudiantes adquirir las habilidades y herramientas necesarias para abordar las tareas académicas correspondientes a su proyecto de investigación. Los estudiantes deberán tomar cuatro cursos de temas selectos, elegidos con el apoyo de su Comité tutorial, del listado general de cursos, contenido en el Anexo B.

Estos cursos se actualizarán, incrementarán y cancelarán de manera dinámica de acuerdo al avance e innovación de la ciencia y la tecnología así como a la actualización del NA, la incorporación de nuevos profesores y la demanda estudiantil. Los contenidos temáticos se presentan en el Anexo C, en donde se harán las adecuaciones pertinentes de manera continua con el fin de mantener actualizado el catálogo de cursos.

Seminario metodológico: Tiene como objetivo dar a conocer al estudiante los últimos avances de la investigación en ciencia y tecnología, aplicar las herramientas y métodos más



que utilizan los investigadores para lograr sus metas de desarrollo científico, así como el conjunto de técnicas que se pueden utilizar para lograr un mismo fin. Éstos son impartidos por investigadores (nacionales o extranjeros) y/o estudiantes de posgrado, quienes compartirán sus conocimientos y avances de sus proyectos de investigación.

Seminario de desarrollo de proyectos: Tiene como objetivo dar a conocer al estudiante las estructuras básicas para la integración de un proyecto basado en el método científico y orientar la ejecución de una investigación. Las partes que revisa este seminario le permiten al estudiante diseñar un protocolo detallado de un proyecto de investigación a nivel doctoral, identificar la metodología para satisfacer un objetivo general del proyecto, plantear una hipótesis científica, diseñar una secuencia de metas para obtener resultados significativos, establecer una discusión de resultados y redactar las conclusiones de un proyecto. Será impartido por un investigador que compartirá ejemplos de investigaciones publicadas y generará discusión con los estudiantes para generen al final del curso estrategias académicas que coadyuven a la investigación de cada estudiante.

Seminario de innovación y protección intelectual: Se proporcionan los conceptos e información básica relacionada con la innovación, el desarrollo tecnológico, y sobre los procedimientos de la protección intelectual que incluyen trámite de patentes, derechos de autor, transferencia tecnológica, entre otras.

7.3 Ejes generales de la formación

El **eje de Investigación**, se refiere al desarrollo de la investigación que el estudiante realiza a través del planteamiento y desarrollo de la tesis. Tiene como objetivo apoyar y guiar al estudiante durante el desarrollo de su proyecto de investigación, el cual culminará en una tesis en la que se describen a detalle los materiales, métodos, análisis de resultados y conclusiones de la investigación, la cual el estudiante sustentará y defenderá en el examen para la obtención del grado. Este eje consta de 70 créditos.

Consta de las siguientes etapas:

- Protocolo de investigación
- Desarrollo de la metodología de trabajo
- Examen predoctoral
- Trabajo de investigación
- Resultados
- Análisis de resultados y conclusiones
- Escritura, envío y seguimiento de artículo
- Borrador de tesis



El **Examen predoctoral**: Consiste en un informe escrito y una presentación oral del proyecto de investigación, en la cual se evalúan conceptos básicos del área de investigación así como los conocimientos necesarios para llevar a cabo el desarrollo de la tesis. Adicionalmente, se analiza la viabilidad del proyecto, dominio del tema, compromiso y permanencia en el doctorado. Se recomienda la participación de al menos un Investigador externo, el cual coadyuvará a la evaluación. Cabe mencionar que de acuerdo a la comisión académica se sugiere hacer este examen en el tercer semestre ya que tiene una madurez del trabajo desarrollado. En caso de no aprobar el examen predoctoral, el estudiante tendrá un plazo no mayor a un semestre para presentarlo nuevamente; de reprobar en la segunda oportunidad, será causa de baja definitiva.

Borrador de Tesis Se puede asentar la calificación en cuanto el Director de tesis dé el aval al documento de borrador de tesis, pudiendo ser en cualquier momento del semestre.

En el doctorado, se requiere que los estudiantes aprueben cursos de inglés dirigidos para la formación de investigadores que culminen con la capacidad de poder redactar artículos científicos. En atención a esto, se cuenta con el apoyo del Centro de Lenguas (CELE) de la UAEM para que los estudiantes puedan cubrir el requisito del nivel de inglés, y no sea éste un obstáculo para la obtención del grado.

7.4 Tutorías

El sistema de tutorías comprende tres figuras: Tutor, Director y Comité Tutorial.

Al momento de que un aspirante es aceptado al DICA, el Comité de Admisión le asigna un **Tutor de seguimiento académico**, perteneciente al NA, para el apoyo académico-administrativo relacionado con su proceso educativo durante su estancia en este programa, con la finalidad de que su formación sea integral y personalizada; para cumplir con este objetivo el estudiante y el Tutor deberán tener sesiones periódicas de retroalimentación.

Durante el primer semestre el estudiante formaliza el protocolo de investigación de tesis que presentó durante el proceso de selección y en los siguientes semestres lo desarrolla bajo la guía académica y de investigación de un **Director**, perteneciente al NA. El estudiante presentará semestralmente los avances de su proyecto de investigación ante su Comité Tutorial.

En caso de que el tema de tesis del estudiante así lo requiera, se contará con un **Codirector** quien dirigirá la parte de la tesis de su área de experiencia. Debe ser un investigador con el máximo grado de habilitación y puede ser de la UAEM o externo. Podrá ser



dado de alta ante la Comisión Académica a solicitud del Director de tesis y el estudiante, en el momento que la investigación lo amerite.

El **Comité tutorial**, integrado por mínimo tres y máximo cinco profesores-investigadores expertos en el área; al menos tres del mismo posgrado (incluido el director), contribuirá a la formación e información del estudiante, con respecto a su área de conocimiento, también estará involucrado en la toma de decisiones que fomenten un mejor desempeño académico del estudiante, como estancias de investigación, actividades complementarias realizadas por el estudiante, acotamiento y viabilidad del proyecto de investigación, es decir, orientará al estudiante durante su desarrollo en el doctorado para que concluya satisfactoriamente sus estudios.

7.5 Líneas de generación y aplicación del conocimiento (LGAC)

El DICA tiene cuatro LGAC, una general por cada área de investigación, integradas de la siguiente forma (tabla 2):

Tabla 2: LGAC

Área de investigación	Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento	Perfil académico del investigador
Eléctrica	Investigación básica y aplicada en electrónica, comunicaciones, fotónica y computación	Doctor en Ciencias o Ingeniería, de las áreas Electrónica, Óptica, Computación y relacionadas con la LGAC.
Materiales	Desarrollo y análisis de materiales con aplicaciones tecnológicas	Doctor en Ciencia o Ingeniería, de las áreas de Materiales, Metalurgia, Corrosión y relacionadas con la LGAC.
Mecánica	Análisis teórico y experimental, instrumentación, diagnóstico y optimización en turbomáquinas y procesos energéticos	Doctor en Ciencia o Ingeniería, de las áreas Mecánica, Electrónica, Óptica, Aeronáutica, Materiales, Energía y relacionadas con la LGAC.
Química	Investigación y desarrollo de procesos térmicos, mecánicos, ambientales y sustentables	Doctor en Ingeniería o Ciencias en Química, Energía, Procesos



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS



Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas



CIICAp

Plan de Estudios
Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas

		Ambiental y relacionados con la LGAC.
--	--	---------------------------------------

Cada LGAC abarca diferentes temáticas, donde los cursos de temas selectos cubren los objetivos de los grupos de investigación con el fin de obtener resultados específicos (Figura 4).

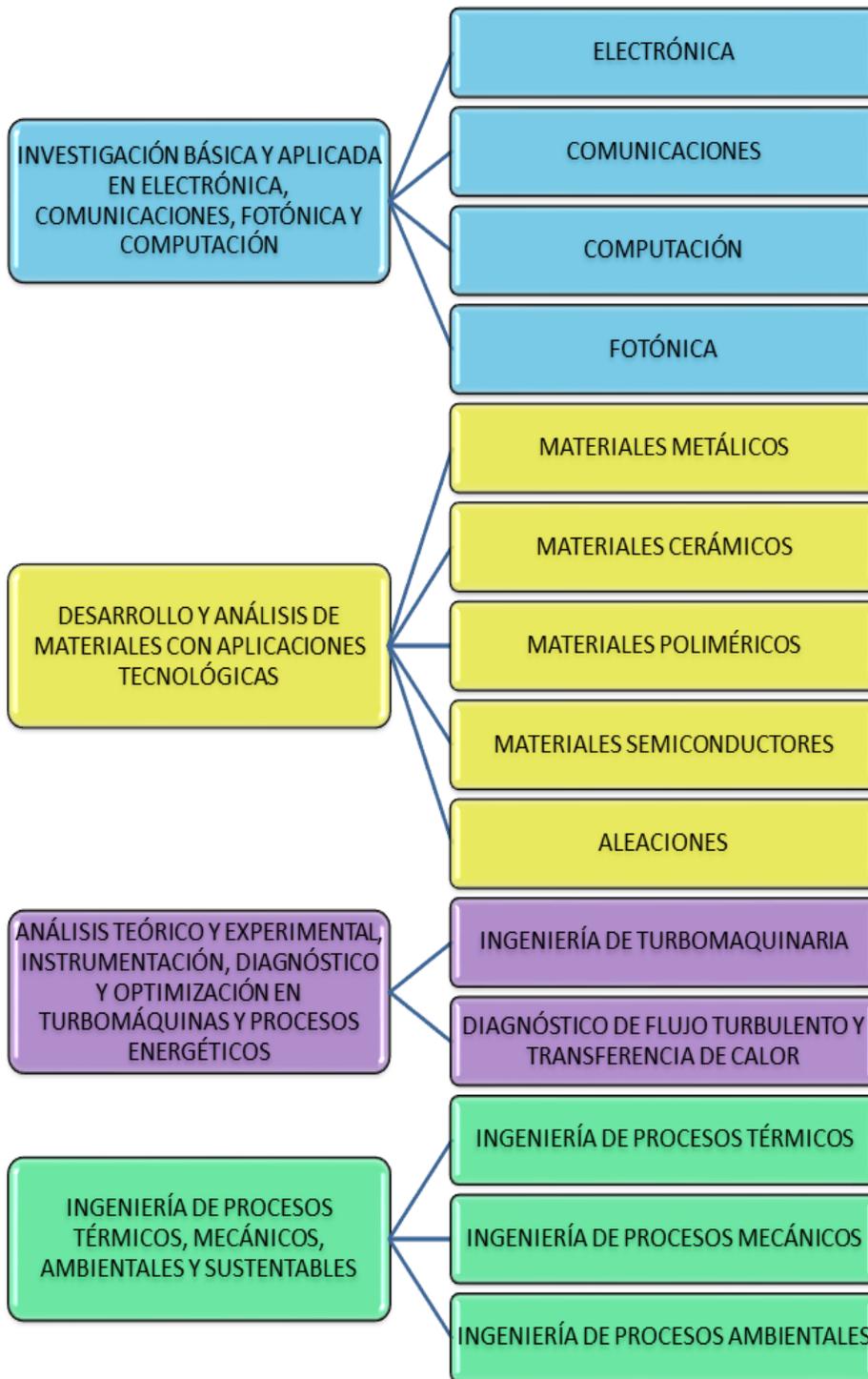


Figura 4: Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento y sus temáticas
Estas LGAC, se definen de la siguiente manera:





- **Investigación básica y aplicada en electrónica, comunicaciones, fotónica y computación:**

Investigación relativa a fenómenos y aplicaciones en electrónica, comunicaciones, fotónica, computación, aplicaciones de la electrónica, óptica, instrumentación, caracterización óptica de materiales, metodologías para comunicaciones, sensado y percepción remota, optimización combinatoria, diseño de sistemas digitales, microondas, diseño de algoritmos computacionales y las relacionadas entre estas.

- **Desarrollo y análisis de materiales con aplicaciones tecnológicas:**

Diseño, síntesis, modificación, análisis de propiedades y reciclado de materiales avanzados de diferentes tipos: orgánicos, metálicos, cerámicos, polímeros, semiconductores, aleaciones intermetálicas, materiales compuestos, híbridos y nanomateriales; así como su estudio y aplicación en procesos de corrosión, fotocatalisis, catálisis heterogénea, sensores, reflectores dieléctricos, y aplicaciones energéticas y optoelectrónicas.

- **Análisis teórico y experimental, instrumentación, diagnóstico y optimización en turbomáquinas y procesos energéticos:**

Investigación en ingeniería de turbomaquinaria, diagnóstico de flujos turbulentos, transferencia de calor, análisis de flujo, análisis de fallas, optimización de dispositivos a presión, simulación numérica, monitoreo de procesos de corrosión, sensores ópticos e instrumentación.

- **Investigación y desarrollo de procesos térmicos, mecánicos, ambientales y sustentables:**

Investigación y desarrollo de procesos térmicos, mecánicos, ambientales, ciclos termodinámicos, fenómenos de transporte, estudios de redes neuronales, tratamientos de aguas, procesos electroquímicos, energías renovables, sustentabilidad energética, medio ambiente, generación de hidrógeno, simulación y optimización de procesos.

7.6 Vinculación

La reestructuración del plan de estudios del DICA da énfasis a la vinculación del Posgrado con el sector productivo creando las condiciones para generar convenios, identificando las áreas de oportunidades para llevar a cabo investigación básica o aplicada y desarrollos tecnológicos con las empresas interesadas en elevar el nivel académico de sus empleados ayudando a colocarlos en un nivel de competencia internacional. Los estudiantes involucrados en estos convenios deben satisfacer los mismos requisitos de ingreso, permanencia y egreso que establece el programa. Además, también se promueve la vinculación con otras instituciones de educación e investigación mediante la movilidad estudiantil y del NA, así como colaboraciones en proyectos de investigación.



Una actividad concreta de vinculación con el sector productivo y de servicios son los convenios que se tienen con: Temic-Continental S.A. de C.V., SAPAC, Global Forza, CFE, Corrosión y Protección S. A. de C. V., PEMEX, UNILEVER, entre otros. Dentro de los beneficios que el DICA ha obtenido de estos proyectos es la generación de tesis de grado con temáticas relacionadas con los problemas de la industria. Esto propicia que los egresados adquieran conocimientos técnicos relacionados con la problemática específica que enfrentan algunas empresas y tengan las herramientas para proponer soluciones alternativas; y las empresas se han beneficiado con los desarrollos tecnológicos generados.

Además de los convenios anteriores, el CIICAp y la FCQel tienen convenios específicos con PEMEX GAS y Petroquímica Básica, PEMEX Exploración y Producción (PEP), PEMEX Refinación, EXPERTISE Internacional México, S.C., Mantenimiento Integral de Morelos, S.A. de C.V., PEMEX Dirección Corporativa de Operaciones, Consorcio de Servicios Electromecánicos, S.A. de C.V. (CSE), Grupo Corporativo Industrial y de Servicios, S.A. de C.V. (GRUCIS), Arquitectura e Ingeniería EGA S.A. de C.V., Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Cuernavaca. (SAPAC), Inspecciones Certificadas S. de R.L. de C.V. (ICE), Corrosión y Protección Ingeniería, S.C. (CPI), Integridad de Ductos, S.C. (IDU), Consultoría Empresarial Ejecutiva S.A. de C.V. (CEE), Continental Automotive S. A., Ductap S. A. de C. V., Modulo solar S. A. de C. V., Global Forza Solutions S. A. de C. V., Equipos Médicos Vizcarra S. A. de C. V., GD Components de México S. A. de C. V., Industrias Lavin de México S. A. de C. V., entre otros; así como un convenio internacional con BMI AUSTRAL Protección Catódica.

Con relación a la vinculación con otras instituciones de educación y de investigación se tienen convenios con la UNAM, Instituto Tecnológico de Toluca, IMTA, Instituto Tecnológico de Veracruz e internacionales como con la Universidad de Girona, España.

El listado de convenios de colaboración con diferentes instancias que son de interés para el programa se encuentra en el Anexo 4.

Aunado a esto, el NA realiza actividades de vinculación y colaboración que impactan en el Posgrado entre las que se pueden mencionar:

1. Seminarios científicos: se tiene la participación de invitados expertos, que permite al estudiantado tener una visión más amplia del campo de investigación en el cual se puede desarrollar, además de promover el intercambio con otras instituciones. Los invitados provienen de instituciones de educación pública y privada y reconocidos centros de investigación tanto nacionales como extranjeros.



2. Comités Tutorales integrados con investigadores externos: esto fortalece y transparenta la formación de los estudiantes. Los investigadores externos que han participado son de la UNAM y de la Universidad Veracruzana, de la UAM, del Instituto Nacional de Salud Pública, el Instituto de Investigaciones Eléctricas, Tecnológico de Zacatepec, Universidad Tecnológica Emiliano Zapata, entre otros.

3. Desarrollo de proyectos conjuntos con financiamiento de entidades federales, con la UNAM, UAM, BUAP, UMSNH, entre otros.

4. Colaboración continua con: Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Universidad Autónoma Metropolitana, UNAM, Universidad Autónoma del Estado de México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Universidad Tecnológica Emiliano Zapata, Centro de Investigaciones en Óptica, Universidad de Veracruz, Instituto Mexicano del Petróleo, entre otros. El alcance del posgrado ha llegado al nivel internacional en cuanto a la colaboración y cooperación interinstitucional continua, ya que la mayoría de los investigadores y estudiantes han tenido participación con grupos de investigación en el extranjero, por ejemplo el Grupo de Investigación CREVER de la Universitat Roviri y Virgili de Terragona (España), la Universidad British Columbia (Canadá), el laboratorio Blackett del Imperial Collage (Inglaterra), Northwestern University (USA), Texas A&M University (USA), University of Texas (USA), Southampton University (Inglaterra), Universidad Nacional de San Luis (Argentina), entre otras. En estas instituciones, el 50% de los PITC han realizado estancias posdoctorales y años sabáticos, además de haber impartido cursos con valor curricular a estudiantes de la unión europea.

Toda esta colaboración propicia otro aspecto de la vinculación, la movilidad estudiantil. Los estudiantes tienen la posibilidad de llevar al menos un curso de temas selectos en algún otro posgrado, siempre y cuando forme parte del PNPC, con el fin de ampliar el conocimiento básico y de frontera. Así mismo, se fomenta su participación en estancias de investigación, de preferencia en el extranjero, mediante la asignación de apoyos económicos generados en proyectos de investigación o convocatorias que para este fin sean establecidas por los organismos correspondientes, dichas estancias deberán ser aprobadas por su Comité Tutorial. Por otro lado, se apoya la asistencia a congresos nacionales e internacionales, con la posibilidad de tomar talleres o cursos ofertados en los mismos y al mismo tiempo tengan la oportunidad de difundir los resultados de su investigación. Además, el DICA cuenta con estudiantes y aspirantes provenientes de Colombia, Cuba, Marruecos, India y Venezuela.

Los beneficios de las estancias y cursos que los estudiantes realizan fuera de la UAEM se reflejan en el desarrollo de sus tesis tanto en investigación básica como aplicada y en la publicación de estos resultados en revistas indizadas, congresos nacionales e internacionales y generación de patentes.



8. MAPA CURRICULAR

El mapa curricular correspondiente se detalla en la Tabla 4, presenta las Unidades de Aprendizaje con sus horas teóricas y créditos correspondientes.

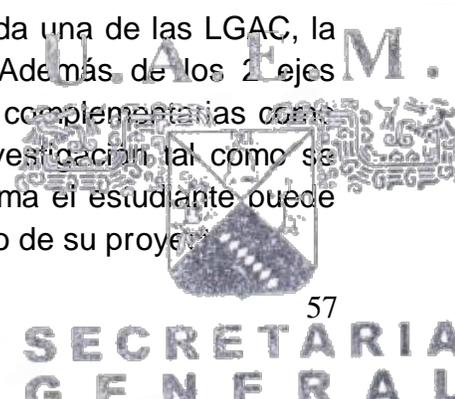
Tabla 4: Mapa curricular

MAPA CURRICULAR				
EJE TEÓRICO-METODOLÓGICO	Créditos	Horas teóricas	EJE DE INVESTIGACIÓN	Créditos
Temas selectos	8	4	Protocolo de investigación	10
Temas selectos	8	4	Desarrollo de la metodología de trabajo	10
Temas selectos	8	4	Examen predoctoral	AC
Temas selectos	8	4	Trabajo de investigación	10
Seminario metodológico	AC	-	Resultados	10
Seminario de desarrollo de proyectos	AC	-	Análisis de resultados y conclusiones	10
Seminario de innovación y protección intelectual	AC	-	Escritura, seguimiento y envío del artículo	10
			Borrador de tesis	10
TOTAL DE CRÉDITOS 102				

La lista de cursos de temas selectos se puede consultar en el Anexo 1, en donde se harán las adecuaciones pertinentes de manera continua con el fin de mantener actualizado este catálogo.

8.1 Ejemplo de trayectoria académica de un estudiante

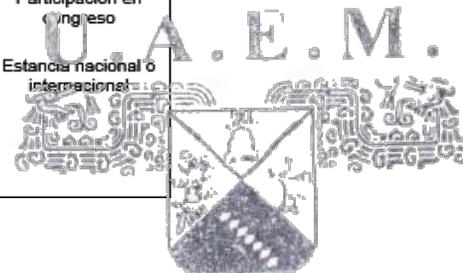
Se presenta la trayectoria curricular para un estudiante de cada una de las LGAC, la cual es recomendada por la Comisión Académica de Posgrado. Además de los 2 Ejes fundamentales, los estudiantes pueden participar en las actividades complementarias como participación en eventos académicos, congresos o estancias de investigación tal como se presenta en la Figura 6. Sin embargo dada la flexibilidad del programa el estudiante puede determinar su trayectoria curricular como mejor convenga al desarrollo de su proyecto.





EJEMPLO DE TRAYECTORIA ACADÉMICA				
EJE TEÓRICO METODOLÓGICO	EJE INVESTIGACIÓN	ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS		
LGAC: Investigación básica y aplicada en electrónica, comunicaciones, fotónica y computación				
SEMESTRE	1	- Temas selectos: <i>Láseres</i> - Temas selectos: <i>Programación matemática</i> - Temas selectos: <i>Mecánica de sólidos</i> - Seminario metodológico	Protocolo de investigación	Participación en eventos académicos Participación en congreso Estancia nacional o internacional
	2	- Temas selectos: <i>Análisis experimental de esfuerzo y vibraciones</i> - Seminario de desarrollo de proyectos	Desarrollo de la metodología de trabajo	
	3	- Seminario de innovación y protección intelectual	Examen predoctoral	
	4		Trabajo de investigación	
	5		Resultados	
	6		Análisis de resultados y conclusiones	
	7		Escritura, seguimiento y envío de artículo	
	8		Borrador de tesis	
LGAC: Desarrollo y análisis de materiales con aplicaciones tecnológicas				
SEMESTRE	1	- Temas selectos: <i>Protección contra la corrosión</i> - Temas selectos: <i>Corrosión atmosférica</i> - Temas selectos: <i>Corrosión de materiales</i> - Seminario metodológico	Protocolo de investigación	Participación en eventos académicos Participación en congreso Estancia nacional o internacional
	2	- Temas selectos: <i>Tópicos selectos de ingeniería de materiales</i> - Seminario de desarrollo de proyectos	Desarrollo de la metodología de trabajo	
	3	- Seminario de innovación y protección intelectual	Examen predoctoral	
	4		Trabajo de investigación	
	5		Resultados	
	6		Análisis de resultados y conclusiones	
	7		Escritura, seguimiento y envío de artículo	
	8		Borrador de tesis	
LGAC: Análisis teórico y experimental, instrumentación, diagnóstico y optimización en turbomáquinas y procesos energéticos				
SEMESTRE	1	- Temas selectos: <i>Vibraciones mecánicas</i> - Temas selectos: <i>Mecánica de la fractura</i> - Temas selectos: <i>Mecánica de sólidos</i> - Seminario metodológico	Protocolo de investigación	Participación en eventos académicos Participación en congreso Estancia nacional o internacional
	2	- Temas selectos: <i>Tópicos selectos de mecánica</i> - Seminario de desarrollo de proyectos	Desarrollo de la metodología de trabajo	
	3	- Seminario de innovación y protección intelectual	Examen predoctoral	
	4		Trabajo de investigación	
	5		Resultados	
	6		Análisis de resultados y conclusiones	
	7		Escritura, seguimiento y envío de artículo	
	8		Borrador de tesis	
LGAC: Ingeniería de procesos térmicos, mecánicos, ambientales y sustentables				
SEMESTRE	1	- Temas selectos: <i>Dinámica de fluidos computarizada</i> - Temas selectos: <i>Laboratorio de fluidos</i> - Temas selectos: <i>Transferencia de calor</i> - Seminario metodológico	Protocolo de investigación	Participación en eventos académicos Participación en congreso Estancia nacional o internacional
	2	- Temas selectos: <i>Tópicos selectos de ingeniería ambiental</i> - Seminario de desarrollo de proyectos	Desarrollo de la metodología de trabajo	
	3	- Seminario de innovación y protección intelectual	Examen predoctoral	
	4		Trabajo de investigación	
	5		Resultados	
	6		Análisis de resultados y conclusiones	
	7		Escritura, seguimiento y envío de artículo	
	8		Borrador de tesis	

Figura 6: Ejemplo de trayectoria académica





Los cursos de temas selectos los elegirá el estudiante de acuerdo con el Director de tesis del listado general de cursos de acuerdo a la pertinencia para el desarrollo de su tema de investigación.

Los cursos de ambos ejes estarán regidos por la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento del tema de investigación del estudiante:

- Eléctrica: Investigación básica y aplicada en electrónica, comunicaciones, fotónica y computación.
- Materiales: Desarrollo y análisis de materiales con aplicaciones tecnológicas.
- Mecánica: Análisis teórico y experimental, instrumentación, diagnóstico y optimización en turbomáquinas.
- Química: Ingeniería de procesos térmicos, mecánicos y ambientales.

Para la formación integral del estudiante se sugiere el desarrollo de actividades complementarias.

9. MEDIACIÓN FORMATIVA

La mediación formativa se asume en el Modelo Universitario (2010) como el conjunto de estrategias y acciones orientadas a preparar las condiciones que hacen posible la intervención más conveniente a lo largo de la formación para favorecer el aprendizaje, la adquisición de saberes y competencias y concretar el proceso formativo del alumno. Con la mediación formativa se busca contribuir a la formación integral orientada al desarrollo humano, favorecer la formación en contextos pertinentes, facilitar un proceso de formación flexible y promover la formación para la creatividad.

Los responsables de la mediación formativa son el alumno, el profesor y el responsable de procesos de gestión académico-administrativa, aquí llamado 'gestor'. En el centro de la mediación formativa se encuentra el alumno quien tiene un papel activo en la toma de decisiones de su propio proceso de aprendizaje y en el diseño de su itinerario académico de acuerdo con sus intereses y necesidades. Se considera capaz de construir su propio conocimiento, de aprender continuamente a lo largo de la vida, de adaptarse al cambio y aprovechar todas las experiencias de aprendizaje, así como acceder a diversos tipos de saberes y potenciar capacidades de aprender a aprender.

El profesor funge como un estratega de la mediación formativa para alcanzar los propósitos de aprendizaje y ejerce diferentes roles tales como: diseñador y planificador, gestor de procesos de aprendizaje, experto y director, investigador, colaborador, consejero, además brinda acompañamiento durante la trayectoria del alumno.

Por su parte, el "gestor" tiene como papel brindar apoyo técnico, administrativo y operativo para que se concreten las situaciones, estrategias y modalidades convenientes para que la formación se lleve a cabo bajo las mejores condiciones.

Para desarrollar la mediación es necesario considerar el papel de la tutoría en el acompañamiento del alumno pues es un medio indispensable para el logro de la objetivación requerida para que una formación llegue a su buen término. De igual importancia se debe considerar la integración de estrategias de formación para la generación y aplicación del conocimiento, los modos de intervención del profesor como instrucción, capacitación, guía y orientación, y las modalidades presencial, híbrida y virtual como estrategias de flexibilización del proceso formativo.

El programa tiene una estructura disciplinaria e interdisciplinaria, con una estructura flexible, sólidamente fundamentada y con la opción de profundizar en un área del conocimiento, que el estudiante tendrá la opción de elegir.



El programa educativo aquí presentado se caracteriza por hacer énfasis en la adquisición de conocimientos y habilidades a través de combinar teoría - experimentación y buscar una enseñanza más enfocada hacia la investigación. El estudiante requiere de niveles complementarios, donde los conocimientos teóricos permiten desarrollar una formación final de calidad y con experiencia. El desarrollo de habilidades así como la investigación en problemas industriales se promueve en el Doctorado ya que las tesis están enfocadas a proponer soluciones a estos problemas mediante los proyectos de investigación (básicos y aplicados) realizados en el CIICAp.

El papel del docente en el posgrado se caracteriza por su compromiso con el proceso de enseñanza, cubriendo los programas de estudio. Así mismo, crea conocimientos con los estudiantes y se mantiene a la vanguardia de los avances científicos y tecnológicos de su área, para la aplicación y generación del conocimiento. El profesor asesora y guía al estudiante con proyectos relacionados con sus líneas de investigación.

El papel del estudiante en el posgrado se caracteriza por ser gestor de su propio aprendizaje, conduciendo su formación conforme sus intereses, para ello se han incorporado los seminarios, en donde los estudiantes pueden adquirir conocimientos sobre temas actuales de investigación, los cursos de temas selectos tienen el propósito de profundizar en los conocimientos que permiten a los estudiantes adquirir las habilidades y las herramientas necesarias, para abordar las tareas académicas correspondientes a las áreas de investigación.

El posgrado promueve en el estudiante, el desarrollo de la capacidad de innovación y aplicación del conocimiento para la solución de problemas en el ámbito social e industrial.

A través de este programa se busca contar con estudiantes capaces de desarrollar investigación. El proyecto de tesis debe definirse durante el proceso de selección del DICA, después de haber aprobado todos los exámenes de admisión, el aspirante elige al o a los investigadores identificados con el área de investigación de su interés, y presenta un anteproyecto al Comité de Admisión. En el caso de que se considere a un director externo, éste fungirá como codirector, y será necesario contar con un director interno que pertenezca al núcleo académico del programa.

El director debe asumir también las funciones de tutor y coordinar las actividades académicas y de investigación del estudiante durante su estancia en el programa hasta su egreso. El director debe ser un PITC adscrito al CIICAp, investigador activo miembro del SNI con grado de doctor. En caso de que el investigador no reúna este último requisito, se someterá la propuesta para su evaluación a la Comisión Académica de Posgrado quien emitirá su dictamen, y lo hará saber por escrito a los interesados.

Las modalidades de enseñanza de este programa de estudios se basan en los criterios y características que establece el Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UAEM y son cursos teóricos metodológicos, seminarios, investigación, actividades experimentales, estancias de investigación (movilidad), asistencia a eventos académicos (cursos, seminarios, congresos, talleres, simposios, coloquios, entre otras). Dichas modalidades, de acuerdo al glosario del Reglamento General de Estudios de Posgrado se definen de la siguiente manera:

1. Cursos (Materias o Asignaturas o Unidades de Aprendizaje): Para los diferentes niveles educativos que ofrece la institución, los cursos quedarán incluidos en dos grupos: uno formado por aquellos considerados como básicos o fundamentales; y otro que estará constituido por cursos optativos los cuales servirán para satisfacer las necesidades académicas, según aptitudes e intereses profesionales de cada estudiante.

2. Seminarios: Los seminarios son aquéllas actividades académicas metodológicas que proporcionan los elementos teóricos y prácticos generales para el estudio de la disciplina, así como los medios para el desarrollo de la investigación. Los seminarios constan de sesiones de exposición de ponencias para su discusión.

- Seminario de metodología: Su función es proporcionar los elementos teóricos y técnicos tanto generales como específicos, que son adecuados y útiles para abordar el estudio de la disciplina. Debe ser teórico-práctico.
- Seminario de investigación: Su función es realizar la planeación, discusión, supervisión y evaluación del trabajo de investigación. Puede ser teórico práctico.
- Seminario de tesis: Su propósito es integrar los conocimientos adquiridos y actividades desarrolladas en torno a un área o línea de investigación determinada en el programa educativo. Como resultado final se elaborará un reporte de la investigación con el que se obtendrá el grado académico, conforme los criterios establecidos en el programa y nivel educativo respectivos.
- Tópicos diversos y/o selectos: Son aquéllas actividades académicas de profundización y actualización en las que se proporciona conocimientos y habilidades específicas y de actualidad sobre problemas determinados de una disciplina o línea de investigación o el área, puede ser teórico-práctico.

3. Estancias: Son periodos que el estudiante transcurre en centros de trabajo u otros escenarios vinculados con el campo profesional, en el que se pretende la integración de conocimientos teórico - experimental, el desarrollo de habilidades, destrezas y actitudes que habrán de permitirle el ejercicio su profesión. Deberán indicarse en el plan de estudios y se acordarán mediante el establecimiento de convenios y programas específicos.



La UAEM de manera institucional, a través de diferentes instancias, da seguimiento y garantiza que los posgrados cuenten con los recursos disponibles para que el proceso enseñanza-aprendizaje llegue en tiempo y forma a los estudiantes y garantizar que los profesores cumplan su función primaria. Estos recursos comprenden desde recursos materiales como pizarrones, pintarrones, borradores; material de apoyo como proyectores, internet, pantallas; hasta recursos bibliográficos, como una biblioteca central, una biblioteca en el CIICAp con personal capacitado para operarla, revistas electrónicas, salones para videoconferencias, laboratorios equipados etc. Todo esto atendiendo las necesidades que expresan los PITC para el desarrollo de sus actividades académicas en beneficio de los estudiantes, gestionando y administrando todo tipo de recursos que puedan aprovecharse con este fin, brindando todo el apoyo administrativo y logístico pertinente y oportuno.

10. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

Al estudiante del DICA se le evalúa de manera continua a través de las siguientes modalidades:

a. Eje teórico metodológico:

Evaluación de los cursos: Se realiza a través de los criterios establecidos en el contenido temático, es decir, exámenes de conocimiento, presentaciones orales, participación en clase, elaboración de proyectos, asistencia mínima y otras formas particulares de evaluar sugeridas por los profesores-investigadores además de los establecidos en los criterios del Reglamento General de Estudios de Posgrado.

- Exámenes de conocimientos, consisten en una prueba que se hace para comprobar los conocimientos que poseen los estudiantes sobre una determinada área, con el fin de confirmar que han comprendido los conceptos impartidos en el curso.
- Presentaciones orales, consisten en comunicar eficientemente los conocimientos sobre un tema en particular.
- Participación en clase, evalúa el involucramiento que tiene el estudiante como un ente activo y no pasivo en el proceso de enseñanza aprendizaje.
- Elaboración de proyectos, se refiere al desarrollo de investigación teórico y aplicado sobre algún tópico en particular de la asignatura en cuestión.
- Asistencia mínima al curso.
- Otras formas particulares de evaluar sugeridas por los catedráticos.

Evaluación de seminarios: Se realiza a través de participación en clase, elaboración de resúmenes, asistencia y otras formas particulares de evaluar sugeridas por los profesores-investigadores que imparten el seminario. Éstos aparecen en el mapa curricular sin valor en créditos.

Al finalizar cada semestre, los estudiantes llenarán un cuestionario de evaluación de los cursos que tomaron del eje teórico-metodológico, en el que se refleja la efectividad de la metodología de enseñanza aprendizaje, mismo que se hará llegar a los profesores y a la Comisión de Seguimiento y Evaluación Curricular (CSEC) para su análisis, y así tomar las medidas correctivas necesarias para contribuir a la mejora de la operatividad del programa.

b. Eje de investigación:

Evaluación Tutorial: El estudiante presenta los avances de su proyecto de investigación ante su Comité Tutorial, semestralmente. Dicha evaluación debe tener una duración máxima



de 60 minutos, distribuidos en 30 minutos de presentación oral, 20 de preguntas y 10 de deliberación. El estudiante debe entregar un informe parcial de avance por escrito a los miembros del Comité Tutorial al menos con una semana de antelación.

El Comité tutorial, integrado por al menos tres profesores-investigadores del mismo posgrado (incluido el director de tesis) expertos en el área, contribuirá a la formación e información del estudiante, con respecto a su área de conocimiento. Como resultado de dicha evaluación se emite el acta tutorial correspondiente con recomendaciones que el estudiante deberá cumplir y reportar en su siguiente evaluación. Este Comité también está involucrado en la toma de decisiones que fomenten un mejor desempeño académico del estudiante, como estancias de investigación, actividades complementarias colaterales realizadas por el estudiante, acotamiento del proyecto de investigación, es decir, orienta al estudiante durante su desarrollo en el PE para que concluya satisfactoriamente sus estudios.

Examen predoctoral: Debe tener una duración máxima de 90 minutos, distribuidos en 40 minutos de presentación oral, gráfica y resumida de los puntos relevantes de su tema de investigación, 40 de preguntas y 10 de deliberación, así como contar con un observador del NA. El informe parcial de avance deberá ser entregado por escrito a los miembros del Comité Evaluador con al menos una semana de antelación.

Examen de Grado, consta de dos etapas:

1) Aprobación del documento escrito, al concluir su trabajo de investigación, el estudiante debe presentarlo ante un comité de 7 sinodales designados el cual revisa el trabajo y emite una opinión favorable, en términos de que la tesis reúne los requisitos para ser presentada y defendida en el examen correspondiente.

2) Examen oral, deben estar presentes 5 sinodales de los 7 asignados, en la que el doctorante hará una presentación gráfica y resumida de los puntos relevantes de su tema de investigación, con una duración máxima de 40 minutos, seguida de una sesión de preguntas por parte de los sinodales a partir de la cual se emitirá la resolución de “aprobado” o “reprobado”.

En caso de que el/la alumno/a repruebe el examen para obtener grado de Doctorado, podrá sustentarlo por una segunda y última vez en un plazo no menor a seis meses ni mayor a un año a partir de la fecha en que se efectuó el primer examen, previa aprobación del Consejo Interno de Posgrado (Art. 52, Fracciones III y IV del RGEP).



11. UNIDADES DE APRENDIZAJE

En esta sección se hace una descripción detallada de las unidades de aprendizaje de todos los cursos del eje teórico metodológico que comprende este plan de estudios.

Cada unidad de aprendizaje especifica el nombre del curso, número de horas y créditos, tipo de curso, objetivos, perfil del profesor, desglose por unidades, competencias, criterios de evaluación y bibliografía, y serán modificados considerando los avances de la ciencia y los desarrollos tecnológicos, la pertinencia del programa, los resultados y las necesidades de vinculación.

La totalidad de las unidades de aprendizaje por curso se presenta en el Anexo 2.

12. REQUISITOS DE INGRESO, PERMANENCIA Y EGRESO

El mecanismo de ingreso inicia con la emisión de la convocatoria de ingreso en la que se establecen los requisitos rigurosos y objetivos y los procedimientos que deben cubrir los aspirantes al Doctorado y su difusión en Gaceta y Radio UAEM, diferentes estaciones de radio y televisión, periódicos de circulación estatal y medios electrónicos, además de las páginas de la UAEM (www.uaem.mx), el CIICAp (www2.ciicap.uaem.mx) y de Facebook (www.facebook.com/posgradociicap/).

Para poder participar en el proceso de selección y admisión, los aspirantes deberán presentar toda la documentación solicitada en la convocatoria (Capítulo 1, artículo 68 del Reglamento General de Estudios de Posgrado).

Los aspirantes deben presentar una constancia de resultados del EXANI III, con una antigüedad no mayor a dos años.

Los aspirantes cuentan con una semana para definir y detallar su protocolo de investigación con la dirección de un PITC del NA.

Posteriormente, el aspirante se presenta presencial o virtualmente a la entrevista con el Comité de Admisión, el cual evalúa aspectos referentes a:

- a) Protocolo de investigación: Viabilidad, originalidad, congruencia entre el proyecto y la línea de investigación del PITC que dirigió la elaboración del protocolo, lugar donde se realizará el proyecto de investigación.
- b) Trayectoria curricular: Formación académica, experiencia laboral y en investigación.
- c) Disponibilidad de tiempo.

Los resultados de las evaluaciones se ponderan de la siguiente manera: Puntaje del EXANI III 40%, entrevista 20%, presentación de protocolo del proyecto de investigación ante el Comité de Admisión 30% y antecedentes académicos (promedio de certificado de estudios y nivel de inglés) 10%.

Finalmente, el Comité de Admisión entrega los resultados de las evaluaciones al Consejo Interno de Posgrado, quien en función de éstos, avala con base en las normas operativas del Programa los criterios que determine la Comisión Académica para la selección de aspirantes, a efecto de que la Coordinación de Posgrado de la unidad académica proceda a su implementación.



El número de aceptados en el programa está en función de la disponibilidad de espacios, tanto físicos como de investigadores. La lista de aceptados se publica en las instalaciones del CIICAp, en su página electrónica y en su red social.

12.1 Requisitos de ingreso

1. Entregar expediente electrónico en el formato especificado en la convocatoria, el cual está integrado por:

- Copia del acta de nacimiento.
- Copia de identificación oficial
- Copia de la Cédula Única de Registro de Población (CURP).
- Comprobante de pago del proceso de selección
- Solicitud de admisión debidamente llenada.
- Carta de exposición de motivos.
- Carta de recomendación que acredite habilidad académica
- Carta compromiso de tiempo completo
- Currículum vitae y copia de los documentos probatorios de sus actividades académicas.
- Copia del certificado que avale el total de los créditos de sus estudios de maestría en ciencias exactas, ingeniería, sustentabilidad, ambiental o áreas afines con promedio mínimo de 8.
- Copia del Título o Acta de examen de maestría.
- Documento que acredite el nivel de dominio o comprensión del idioma inglés. El documento será expedido por instituciones públicas o particulares que cuenten con alguna certificación de la enseñanza de lenguas extranjeras por organismos internacionales o avalada por autoridades federales o estatales competentes. Cualquier documento de esta índole deberá tener máximo una vigencia de dos años de antigüedad contados a partir de la fecha de su expedición.
- Constancia de resultados del EXANI III, con una antigüedad no mayor a dos años.

En el caso de extranjeros, adicionalmente:

- Documento que acredite el dominio del idioma español, cuando no sea la lengua materna. Cualquier documento de esta índole deberá tener máximo una vigencia de dos años de antigüedad contados a partir de la fecha de su expedición.
- Permiso migratorio correspondiente emitido por la autoridad competente, que le permita cursar el posgrado en la UAEM.
- El Título, el certificado de calificaciones y el acta de nacimiento deberán estar legalizados por vía diplomática y, en su caso, traducidos al español.

2. Presentar el examen psicométrico.

3. Asistir a la entrevista con el Comité de Admisión, presencial o virtualmente, en la que se evaluarán las competencias requeridas para ingresar a este posgrado, presentar y defender un protocolo de investigación doctoral desarrollado en alguna de las LGAC del programa educativo.

Adicionalmente, el aspirante deberá entregar los documentos que señale la reglamentación universitaria en vigor.

12.2 Requisitos de permanencia

- Estar al corriente de los pagos de inscripción y reinscripción en cada período.
- Inscribirse y aprobar los seminarios, temas selectos y las Unidades de Aprendizaje del Eje de Investigación pertinentes que el estudiante con su director de tesis definan en cada semestre.
- El estudiante dará continuidad al desarrollo de su proyecto de investigación que conduzca a resultados originales, cuyo seguimiento se realizará a través de evaluaciones tutorales, semestrales.
- Obtener un promedio global mayor o igual a 8 y no acumular dos calificaciones reprobatorias de la misma materia o dos calificaciones reprobatorias en el transcurso del programa.
- El estudiante que repruebe una materia deberá cursarla nuevamente y aprobarla, de lo contrario causará baja definitiva. En los cursos de posgrado no existe acreditación mediante exámenes extraordinarios ni a título de suficiencia.

12.3 Requisitos de egreso

- Cubrir los créditos correspondientes al programa.
- Redacción de un artículo relacionado con el proyecto de investigación en el idioma inglés.
- Contar con los votos aprobatorios de la Comisión Revisora, previo al examen de grado.
- Contar con la aceptación de al menos un artículo relacionado con su tema de tesis y preferentemente como primer autor o autor de correspondencia en revistas internacionales indexadas o reconocidas por el CONACyT. Dicho artículo, preferentemente debe integrarse en la tesis.

Se considerará como equivalente del producto de investigación, previo aval del Comité Tutorial por unanimidad:

1. Solicitud de patente
2. Modelos de utilidad al IMPI
3. Registro de derecho de autor en el INDAUTOR
4. Capítulo de Libro o Libro, con revisión por pares probatoria.



13. TRANSICIÓN CURRICULAR

Todos aquellos estudiantes inscritos en el doctorado bajo el plan de estudios Noviembre 2014, quedarán regidos por los lineamientos y particularidades de dicho plan, salvo por los requisitos de egreso, en cuyo caso aplicarán los descritos en este documento. Las generaciones subsecuentes, quedarán sujetas a las disposiciones descritas en el presente documento. Las generaciones subsecuentes, quedarán sujetas a las disposiciones descritas en el plan de estudios de 2019.

La modificación curricular 2022, será retroactiva a las generaciones 2019, 2020, 2021 y 2022, inmediatamente después de la aprobación del Consejo Universitario.

A continuación se presenta en la Tabla 6 un cuadro comparativo de ambos planes de estudio; se puede observar que en el plan 2014 ya se contaba con dos ejes formativos: el primero, Teórico- Metodológico con cuatro cursos de **Temas Selectos**, dos **Seminarios Metodológicos**, de los cuales uno se conserva y el otro se reorienta como **Seminario de desarrollo de proyectos**, se mantiene el **Seminario de Innovación y Protección Intelectual**. El segundo eje, de Investigación, se mantiene con **siete cursos de Investigación**, cuya subdivisión corresponde al avance de su proyecto de tesis y un **Examen predoctoral**.

Tabla 6: Comparativo planes de estudio 2014 & 2019

EJE TEÓRICO-METODOLÓGICO		EJE DE INVESTIGACIÓN	
PE Doctorado 2014	PE Doctorado 2019	PE Doctorado 2014	PE Doctorado 2019
Temas selectos	Temas selectos	Protocolo de investigación	Protocolo de investigación
Temas selectos	Temas selectos	Desarrollo de la metodología de trabajo	Desarrollo de la metodología de trabajo
Temas selectos	Temas selectos	Examen predoctoral	Examen predoctoral
Temas selectos	Temas selectos	Trabajo de investigación	Trabajo de investigación
Seminario metodológico	Seminario metodológico	Resultados	Resultados
Seminario metodológico	Seminario de desarrollo de proyectos	Análisis de resultados y conclusiones	Análisis de resultados y conclusiones
Seminario de innovación y protección intelectual	Seminario de innovación y protección intelectual	Escritura, seguimiento y envío de artículo	Escritura, seguimiento y envío de artículo
		Borrador de tesis	Borrador de tesis

14. CONDICIONES PARA LA GESTIÓN Y OPERACIÓN

Para apoyar al Posgrado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, el IICBA contribuye en cuatro aspectos que están especialmente relacionados:

- Contar con una planta académica de profesores-investigadores con la calidad, productividad y número, que den un soporte real a los programas de posgrado.
- Promover una investigación competitiva y rigurosa.
- Promover la obtención de los recursos necesarios de investigación para el desarrollo de tesis.
- Promover la incorporación de los estudiantes a los proyectos de investigación.

Este programa de posgrado por medio del CIICAp, cuenta con una infraestructura física y de laboratorios, la cual se incrementa en forma continua, lo que permite contar con altos índices académicos de calidad y formen recursos humanos que impacten favorablemente en el entorno socioeconómico del estado de Morelos y sus alrededores.

La excelencia de los posgrados ha sido una constante nacional e internacional. La meta es establecer un sistema de Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas que sea respaldado a través de la investigación y formación de recursos humanos con estándares internacionales. En este sentido se busca cumplir con el objetivo de la UAEM de desarrollar posgrados de excelencia donde se tomen en cuenta las condiciones permanentes de evaluación como son: evaluación docente, seguimiento de egresados, evaluación curricular del programa, entre otras.

El financiamiento es una variable elemental e indispensable para el posgrado. La experiencia a nivel mundial muestra que los recursos para sostener el posgrado se obtienen en forma significativa a través de proyectos de investigación. Los PITC del CIICAp constantemente desarrollan propuestas para obtener generar recursos económicos mediante proyectos de servicios especializados y de investigación ante CONACyT, PRODEP, PROFEXCE, PIDE, FECES, PENTA, industrias privadas, instituciones públicas y gubernamentales. El financiamiento de los proyectos requiere de la participación de estudiantes en las actividades de investigación.

La versatilidad es una de las características idóneas de un programa que atiende la diversidad de estudiantes de nuestra universidad asegurando la misma calidad en las diferentes opciones, la cual en este posgrado se refleja en el trabajo de investigación interdisciplinario en el área de ingeniería y tecnología.

La organización del posgrado se muestra en el organigrama presentado en la Figura 7, donde se aprecian con claridad los aspectos administrativos y académicos.

Para garantizar la operatividad eficiente del programa se han establecido diversos órganos colegiados para resolver problemáticas particulares y permitiendo generar una planeación a corto y largo plazo, al recibir la información operativa de los responsables administrativos de cada comisión y tomar las medidas pertinentes.

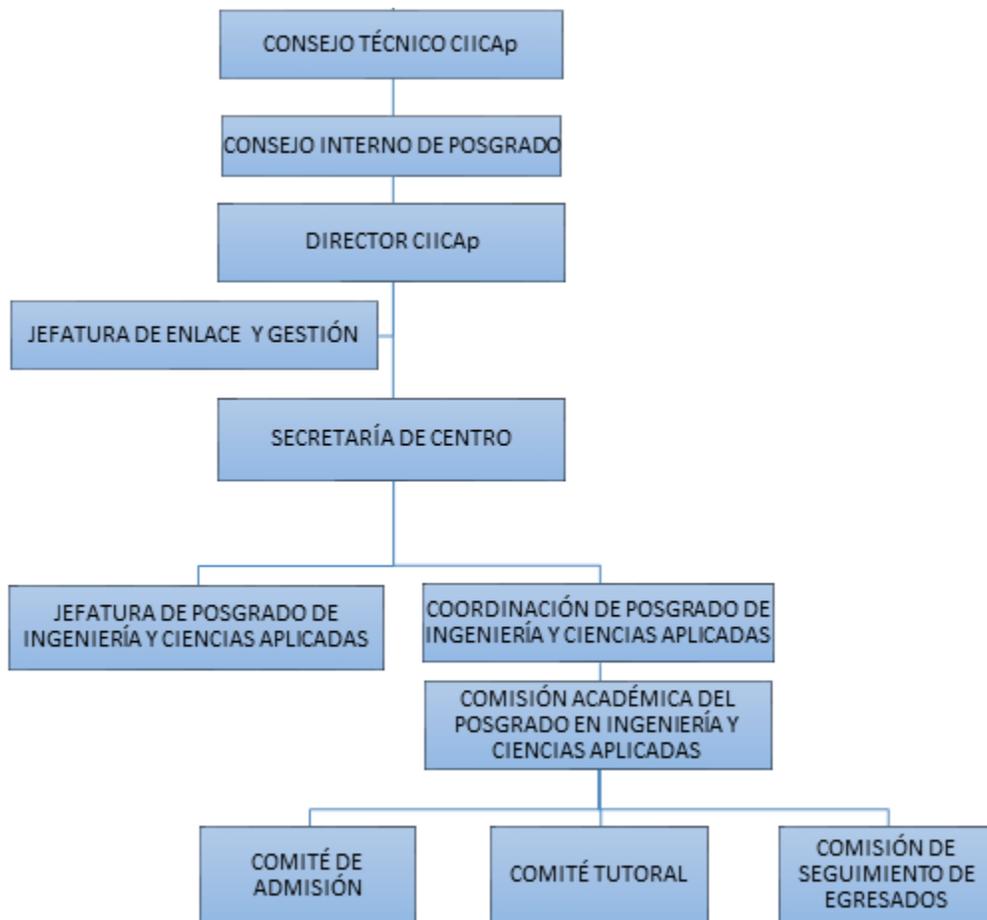


Figura 7: Organigrama del CIICAp para el DICA

14.1 Recursos humanos

Núcleo Académico (NA): Este programa reúne las características de un posgrado de excelencia, ya que un alto porcentaje de los investigadores pertenecen al SNI, la mayoría de ellos en los niveles II y III, cuentan también con el reconocimiento del Perfil deseable. El NA está organizado para realizar las tareas de investigación en cuerpos académicos internos e interDES. Siguiendo este criterio, para ser miembro del NA es recomendable que el PTC



solicitante pertenezca al SNI en cualquiera de sus niveles y tenga perfil deseable, de lo contrario, la Comisión Académica del PICA con base en la evaluación de su currículum tendrá la facultad de aceptar su ingreso.

La excelencia, también se reconoce mediante la infraestructura técnica y de especialistas en las diversas áreas de investigación que soportan el desarrollo del posgrado.

Todo el NA realiza actividades de investigación, docencia y gestión, lo cual implica impartir clases, dirigir tesis, ser miembros de comités tutorales, jurado de examen y diversas actividades administrativas y de difusión, que son parte del estándar actual de calidad de la enseñanza. Ambas, investigación y docencia, se encuentran crecientemente sujetas a la demanda social de vincularse con el sector productivo, congruente con el Plan Nacional de Desarrollo y el Estatal, en el sentido de lograr mayores niveles de competitividad y generar más y mejores empleos para la población, y de que los individuos cuenten en nuestro país con mayores capacidades y que México se inserte eficazmente en la economía global a través de mayores niveles de competitividad y de un mercado interno cada vez más vigoroso.

Por ser este programa conjunto entre el IICBA y el CIICAp ambas unidades académicas aportan los recursos con los que cuentan para el desarrollo del posgrado, particularmente el CIICAp aporta los recursos humanos especializados, asignados al mismo. Cada profesor-investigador impacta de acuerdo a su área de conocimiento y en relación a la LGAC que desarrolla, lo cual queda descrito en el Anexo 3.

Por tratarse de un programa de calidad del CONACyT, para ser profesor de un curso del DICA es necesario contar con el perfil deseable (PROMEP) o Sistema Nacional de Investigadores (SNI), tener el grado de Doctor en el área de Ingeniería o Ciencias relacionadas, de acuerdo a la línea de investigación.

14.1.1 Consejo Interno de Posgrado

Es el órgano colegiado encargado de impulsar y desarrollar los Programas de Investigación y Posgrado, integrado como lo marca el Reglamento General de Estudios de Posgrado del Compendio de Legislación Universitaria de la UAEM.

Este Consejo sesiona de manera ordinaria por lo menos dos veces por ciclo escolar y toma sus decisiones por mayoría de votos y el quórum se integra con la mitad más uno de sus integrantes, en las funciones de éste, destacan:

1. Analizar las propuestas de nuevos planes y nuevos programas de estudio.
2. Promover el desarrollo de los programas institucionales en Investigación y Posgrado.



3. Opinar sobre los casos referidos en los artículos 80° y 89° del Reglamento General de Estudios de Posgrado y sobre los merecimientos académicos de los profesores que imparten alguna materia en el Posgrado.
4. Tener conocimiento de los perfiles académicos que deben reunir los profesores responsables de impartir cursos obligatorios, optativos, el tutor principal de tesis y los integrantes del comité tutorial responsables, a efecto de que la Coordinación de Posgrado de la unidad académica integre la plantilla de profesores que participará para el ciclo escolar
5. Todas aquellas que indica el Reglamento General de Estudios de Posgrado.

14.1.2 Director de la Unidad Académica

Es el titular de la unidad académica que opera el programa educativo, el CIICAp es la sede y responsable académico de dicho posgrado, ya que cuenta con los PITC necesarios, y da apoyo al programa mediante proyectos de investigación. Por otro lado el IICBA es el responsable administrativo del programa.

14.1.3 Coordinador del Posgrado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas

Es el funcionario responsable de la organización y desarrollo de los programas de Posgrado; es propuesto por el Director del CIICAp²⁸. El Coordinador del posgrado debe ser un investigador activo de la unidad académica con grado de doctor y miembro del SNI. La vigencia en este cargo será de un máximo de dos años. Sus facultades y obligaciones son:

1. Coordinar las actividades docentes.
2. Presidir las reuniones de profesores o nombrar a un delegado.
3. Informar al director del CIICAp de los acuerdos tomados en las reuniones de áreas o con profesores.
4. Convocar a las diversas comisiones académicas.
5. Ejecutar las resoluciones de los directores de las Unidades Académicas, según corresponda.
6. Vigilar que los exámenes y actividades del programa se realicen oportuna y correctamente.
7. Conjuntamente con el Comité de Admisión al Posgrado decidir la admisión de nuevos estudiantes con bases académicas y de recursos.
8. Registrar las Unidades de Aprendizaje impartidas al semestre.
9. Coordinar las reestructuraciones curriculares del Plan de estudios.

²⁸Título I, Capítulo III, artículo 33 del Reglamento General de Estudios de Posgrado.

10. Coordinar las actividades relacionadas con los trámites de solicitud y renovación de los programas en el PNPC del CONACyT.

14.1.4 Jefe de posgrado

Su función es coordinar todas las actividades académico - administrativas del posgrado, como la revisión del programa de estudio, elaboración de formatos, difusión del posgrado, seguimiento de egresados, elaboración de estadísticas y seguimiento de trámites ante las diversas dependencias de la UAEM, el CONACyT, entre otras.

14.1.5 Comisión de Seguimiento y Evaluación Curricular

El objetivo de la Comisión de Seguimiento y Evaluación Curricular es mantener y mejorar los niveles de excelencia del posgrado. Está formada por cuatro miembros regulares, uno de cada área de investigación.

Entre sus actividades se encuentran valorar los indicadores de eficiencia y calidad, proponer modificaciones y actualizaciones al programa de estudios analizando la información de las siguientes fuentes: calificaciones promedio de estudiantes, avance de los proyectos de investigación, evaluaciones de profesores y administrativas, autoevaluación de estudiantes, encuesta a estudiantes y profesores sobre el programa y seguimiento de egresados.

14.1.6 Comisión Académica

La Comisión Académica del PICA está formada por un Integrante de cada área y el Coordinador del PICA. Se reúne periódicamente y con la frecuencia necesaria para proponer soluciones a los asuntos relativos al posgrado. Entre las funciones de esta comisión destacan:

1. Nombrar al Tutor y Comité Tutorial de cada estudiante del posgrado.
2. Integrar los jurados de examen de grado.
3. Conocer las calificaciones, opiniones, recomendaciones y observaciones de los comités tutorales y de admisión.
4. Vigilar la homogeneidad en la complejidad de los exámenes de admisión correspondientes a cada área de investigación
5. Atender los problemas y asuntos que se originen en de cada una de las modalidades del posgrado.
6. Resolver los cambios de tutor o de director de tesis.
7. Analizar y resolver los casos de suspensión de examen de grado.
8. Los casos suscitados no previstos y que merezcan ser analizados por una primera instancia colegiada.

14.1.7 Comité de Admisión

Es el encargado de llevar a cabo el proceso de admisión al posgrado atendiendo tanto la capacidad del programa, como la aceptación de acuerdo con los más altos promedios, asegurando que se mantenga la calidad del programa mediante el análisis de los resultados de los exámenes y la entrevista de admisión. Estará integrado por la Comisión Académica del Posgrado y el Secretario de Centro. Sus principales funciones son:

- a) Nombrar profesores para el curso propedéutico.
- b) Elaborar exámenes de admisión.
- c) Evaluar la viabilidad de los proyectos de tema de tesis durante la entrevista.
- d) Asignar un Tutor para cada aspirante aceptado.
- e) Revisar y resolver las solicitudes de ingreso condicionadas.

14.1.8 Tutor

Al ser aceptado el aspirante al programa se le asigna un Tutor, integrante del NA, cuya función es orientarlo en la elección de sus cursos y apoyarlo en su desarrollo académico, previa elección de su tema de investigación.

14.1.9 Director

El estudiante elige al investigador que fungirá como director de tesis, en función del proyecto de investigación a desarrollar; en caso de que se considere a un codirector podrá ser interno o de cualquier otra institución.

El director de tesis coordina las actividades académicas y de investigación del estudiante durante su estancia en el programa y hasta su egreso. Deberá ser un profesor de tiempo completo e investigador, perteneciente al NA y miembro activo del SNI. En caso de que el investigador no reúna este último requisito, se someterá la propuesta para su evaluación y ratificación a la Comisión Académica de Posgrado.

14.1.10 Comité Tutorial

Todos los estudiantes además de contar con un tutor y un director, serán guiados y evaluados por un Comité tutorial, formado por de entre tres y cinco profesores investigadores con el máximo grado de habilitación, siendo uno de ellos el director de tesis, encargado de velar por el desarrollo del estudiante, discutiendo, evaluando y emitiendo las recomendaciones y observaciones pertinentes a la trayectoria académica o al trabajo de investigación realizado por el estudiante.

Este comité podrá contar con máximo dos especialistas externos expertos en el campo de investigación del proyecto de tesis del estudiante o en áreas relacionadas. Será avalado por la Comisión Académica de Posgrado para cada estudiante. Los resultados emitidos a juicio de esta Comisión serán asentados por escrito. Asimismo, el Comité Tutorial deberá dar el aval para que el estudiante presente la tesis correspondiente en la forma final.

14.1.11 Jurado de Examen de Grado

Para los exámenes de doctorado la Comisión Académica nombrará un comité integrado por 7 investigadores de reconocido prestigio (incluido el director) para fungir como jurado en el examen de grado; cinco son considerados como titulares del jurado y dos más como suplentes, quienes deberán emitir su opinión por escrito. Además dicha comisión nombrará un presidente y un secretario del jurado. Para asegurar la evaluación externa del programa de posgrado y la calidad de los estudiantes titulados, como máximo 2 miembros del jurado deberán ser externos al programa.

14.2 Recursos financieros

El CIICAp constantemente se encuentra desarrollando propuestas para generar recursos mediante proyectos de servicios especializados y de investigación para los sectores productivos y gubernamental. Asimismo, cuenta con apoyos del CONACyT, PRODEP y PROFEXCE otorgados mediante proyectos. El financiamiento de proyectos requiere de la participación de estudiantes en las actividades de investigación. El proceso regular para obtener financiamiento es a través de las fuentes de organizaciones gubernamentales y privadas.

14.2.1 Convenios

Se promueve la participación directa de empresas. La experiencia con dos empresas: Comisión Federal de Electricidad con la MICA en el área de investigación de mecánica y TEMIC-Continental con la MICA y el DICA ha sido muy productivo en términos académicos y de vinculación para el posgrado.

El listado de convenios de colaboración con diferentes instancias que son de interés para el programa se encuentra en el Anexo 4.

14.3 Infraestructura

Con base en la orientación en investigación del plan de estudios es necesario el uso de laboratorios y talleres en los cuales el estudiante realiza su trabajo de tesis y a la vez tiene



habilidades en las distintas áreas de investigación. Los laboratorios cuentan con herramientas y sistemas suficientes para satisfacer la demanda estudiantil. En el CIICAp se cuenta con 9 aulas, 1 biblioteca, 43 cubículos, 43 laboratorios (13 con regaderas de seguridad), 1 taller mecánico, 1 taller de mejoras tecnológicas, 1 sala TIC, 1 auditorio con capacidad para 150 personas, 11 oficinas administrativas, 1 cafetería y 10 instalaciones sanitarias.

14.4 Recursos materiales

14.4.1 Laboratorios

El CIICAp cuenta con 43 laboratorios que sirven de apoyo para el desarrollo de actividades de investigación y estudio y permiten al estudiante obtener experiencia en el manejo de equipos y aplicación de técnicas analíticas teóricas o experimentales. El listado general se encuentra en el Anexo 5.

14.4.2 Biblioteca

Actualmente, en apoyo al Posgrado, se cuenta con:

- Biblioteca Central de la UAEM: Cuenta con servicios de consulta del acervo bibliotecario, sala de conferencia, sala de usos múltiples, videoteca, tesiteca, área de colecciones especiales, están a disposición de los universitarios y la población morelense.

Adicionalmente, servicio de internet mediante 40 computadoras y tabletas electrónicas. Tiene capacidad para albergar a 600 usuarios, además de contar con un auditorio para 140 personas, un acervo de más de 35 mil ejemplares físicos de libros de las áreas de Ciencias Naturales, Ciencias Sociales, Administrativas y Ciencias Exactas e Ingeniería.

- Biblioteca CIICAp: Contiene un amplio acervo bibliográfico especializado de cada área de investigación y de especialidad del posgrado.

Mientras que en lo relacionado a Vigilancia Tecnológica y Búsqueda de Patentes, el CIICAp es sede en la UAEM de la licencia del “Software Matheo Web, MatheoPatent y Matheo Analyzer”.

- Biblioteca CONRICyT: Acceso a bases de datos tales como:

- American Chemical Society
- American Institute of Physics
- American Physical Society

Nitro Software, Inc.
100 Portable Document Lane
Wonderland





- American Mathematical Society
- American Medical Association, Journal
- Annual Reviews
- Cambridge University Press
- BioOne
- Elsevier
- Emerald
- Institute of Electrical and Electronics Engineers
- Institute of Physics
- Lippincott Williams & Wilkins
- Nature
- Oxford University Press
- Science AAAs
- Springer
- Thomson-Reuters
- Wiley Subscription Services Inc.

14.4.3 Sala de tecnologías de la información y comunicación

Los estudiantes e investigadores tienen acceso a una sala de videoconferencias para el desarrollo de actividades complementarias o curriculares.

14.4.4 Cubículos

Todos los investigadores cuentan con oficina individual en la que pueden dar asesoría y atender a los estudiantes de manera personal; por otro lado, los estudiantes cuentan con un espacio específico de trabajo asignado para desarrollar sus actividades académicas.

14.5 Estrategias de desarrollo

Para poder llevar a cabo una correcta aplicación de los planes de estudio y ser congruentes con las necesidades del entorno, se requiere de una serie de herramientas y equipo de soporte que apoye la enseñanza teórica con la realización de proyectos. Se establecen estrategias para optimizar los recursos y brindar al mismo tiempo la educación actualizada y de calidad que nuestra sociedad demanda.

Una de las claves para el éxito de un programa de estudios es optimizar los recursos haciendo uso de equipos y sistemas que puedan ser compartidos por varias materias y tratar de evitar, en la medida de lo posible, optar por sistemas cuya aplicación es muy específica en



un tema o área. De esta manera, cuando se toman decisiones sobre el equipo y material a adquirir, se tiene en mente un esquema global de necesidades de investigación.

En la selección de herramientas y sistemas que permitan a nuestros estudiantes ser vigentes dentro del entorno laboral, se toma en cuenta el tipo de paquetes y herramientas que son más estándares y que tienen una mayor difusión de mercado. Entonces los laboratorios cuentan con sistemas para satisfacer los proyectos estudiantiles, y algunos sistemas en el estado del arte que le permiten al estudiante tener experiencia con equipos para desarrollarse con aquellos similares a los que encontrará en el lugar de trabajo.

Las estrategias de desarrollo están soportadas por convenios de colaboración con diferentes instituciones académicas, empresas e industrias. El listado general de convenios se encuentra en el Anexo 4.

15. SISTEMA DE EVALUACIÓN CURRICULAR

Con la finalidad de realizar una evaluación de manera continua del presente Plan de Estudios se cuenta con una Comisión de Seguimiento y Evaluación Curricular, que se reúne al menos una vez cada semestre y cuando así se requiera. La función de esta Comisión es la de revisar, analizar y vigilar que el Plan de Estudios se aplique conforme a los lineamientos del Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UAEM, respetando la normatividad de la misma.

Esta Comisión es la responsable de precisar los criterios y procedimientos metodológicos para una evaluación continua, sistemática e integral del plan de estudios. Cada cuatro años se hará una reestructuración del plan de estudios del DICA para dar cumplimiento al Reglamento General de Estudios de Posgrado.

La Comisión está integrada por el Director del CIICAp, el Jefe del Posgrado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas y los integrantes de la Comisión Académica.

La Comisión evalúa el desempeño del estudiante con el fin de corroborar que los objetivos y metas estipuladas en el Plan de Estudios se están cumpliendo. Así también, tiene la obligación de detectar y corregir posibles deficiencias académicas generadas en el Plan de Estudios del posgrado, para lo cual, hará el análisis de la información obtenida de las evaluaciones docente y de los alumnos, el índice de titulación, el comportamiento de la matrícula, el seguimiento de egresados, entre otros. Además la comisión deberá reestructurar el plan de estudios cada 4 años de acuerdo a su análisis de seguimiento por la comisión académica. Los criterios que deben considerarse serían los siguientes: Lineamientos marcados por el comité de evaluación del CONACyT, Lineamientos de estudios nacional y estatal, Pertinencia del programa a nivel estatal, nacional e internacional, Análisis de las áreas de oportunidad del posgrado y sus posibles soluciones.



ANEXO 1. LISTADO GENERAL DE UNIDADES DE APRENDIZAJE

A continuación se presenta el catálogo de unidades de aprendizaje. Estos cursos se actualizarán, cancelarán o incrementarán de manera dinámica de acuerdo al avance en innovación de la Ciencia y la Tecnología así como a la incorporación de nuevos profesores y la demanda estudiantil.

Adquisición y tratamiento de señales básico
Adquisición y tratamiento de señales avanzado
Algoritmos genéticos
Análisis complejo de datos experimentales
Análisis de algoritmos
Análisis de ciclo de vida
Análisis de datos electroquímicos
Análisis de resultados y conclusiones
Análisis espectroscópico y cromatográfico de compuestos
Análisis espectroscópico, cromatográfico, térmico y morfológico de polímeros
Análisis por elemento finito
Bombas y turbinas hidráulicas
Borrador de tesis
Celdas de combustible tipo PEM materiales
Celdas de combustible tipo PEM química
Cerámicos avanzados
Ciclo de bombas de calor
Ciencia de los materiales
Control de procesos
Corrosión atmosférica
Corrosión de materiales
Defectos en cristales y materiales
Desarrollo de la metodología de trabajo
Dinámica de fluidos computarizada (CFD)
Dinámica de semiconductores
Diseño de antenas de parche
Diseño de VLSI
Diseño y optimización de procesos
Electrodinámica
Electromagnetismo básico
Electrónica
Electroquímica
Escritura, seguimiento y envío del artículo



Examen predoctoral
Fenómenos de transporte
Fibras ópticas
Física de dispositivos semiconductores
Fisicoquímica de polímeros
Fundamentos de bombas de calor
Fundamentos de la obtención de cerámica verde
Heurística computacional
Ingeniería de procesos
Innovaciones en tecnología ambiental
Interacción de la radiación con la materia
Interacción de partículas cargados con nanoestructuras (método FDTD)
Introducción a los polímeros
Introducción al elemento finito
Laboratorio de óptica
Laboratorios de fluidos
Máquinas térmicas
Mecánica cuántica
Mecánica de fluidos
Mecánica de sólidos
Metalurgia física
Metalurgia física de la soldadura
Métodos computacionales avanzados en física de nanotubos
Métodos matemáticos avanzados
Métodos numéricos avanzados en física de solitones
Modelado y simulación de procesos
Nanotecnología laser
Óptica de Fourier
Óptica física
Programación matemática
Programación orientada a objetos avanzados
Propiedades del silicio poroso
Propiedades eléctricas, ópticas y magnéticas de los materiales
Protección contra la corrosión
Protocolo de investigación
Química del estado sólido
Química organometálica
Redes neuronales
Resistencia de materiales y procesos de deformación plástica
Resultados



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



Instituto de
Investigación en
Ciencias
Básicas y
Aplicadas



Plan de Estudios
Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas

Seminario de desarrollo de proyectos
Seminario de innovación y protección intelectual
Seminario metodológico
Síntesis de nanoestructuras y sus aplicaciones
Síntesis y análisis de polímeros
Técnicas electroquímicas
Tecnología de cerámica y refractarios
Tecnología de polvos y cerámicos
Termodinámica de procesos
Tópicos selectos de eléctrica
Tópicos selectos de materiales
Tópicos selectos de mecánica
Tópicos selectos de química
Trabajo de investigación
Transformaciones de fase en aceros microaleados
Tratamientos térmicos
Turbinas de gas y compresores
Turbinas de vapor
Turbulencia en fluidos
Vibraciones mecánicas

ANEXO 2. UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje ADQUISICIÓN Y TRATAMIENTO DE SEÑALES BÁSICO				Eje de formación			
				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración		Octubre 2019	
Dr. Miguel Ángel Basurto Pensado				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS001	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teórica-experimental para que pueda resolver problemas a nivel de investigación de posgrado para el tema de adquisición (uso real o simulada de tarjetas de NI o Arduino), tratamiento de señales, logrando que puedan ser más rápidas y controladas las tomas de datos durante sus experimentos. Esta habilidad también les puede ayudar a controlar (o simular) actuadores en los procesos experimentales de sus pruebas de laboratorio.							
Objetivo Comprender los conceptos básicos del lenguaje de programación mediante LabVIEW y realizar programas para la adquisición de datos, análisis, activaciones, presentación y resguardo de los mismos.							

Perfil del profesor Doctor en el área de Física, Óptica, Electrónica, Mecatrónica o área a fin.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
(X) Capacidad crítica y autocrítica (X) Capacidad de abstracción, análisis y síntesis (X) Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente (X) Capacidad para la investigación () Capacidad de comunicación en un segundo idioma () Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas



() Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

(X) Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

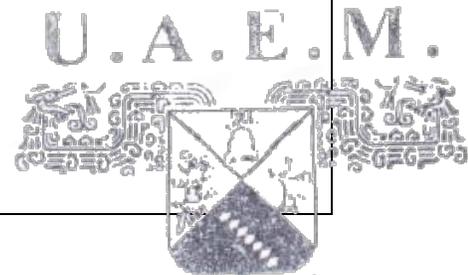
Contenidos

Bloques	Temas
1. Ambiente de LabVIEW	1.1 Historia y Pantallas 1.2 Barras, Paneles y Búsquedas 1.3 Menús y tipos de Datos 1.4 Ejercicios
2. Programación Modular	2.1 SubVI's 2.2 Funciones básicas matemáticas, trigonométricas y de comparación 2.3 Booleanos y Fomula
3. Repeticiones y Ciclos	3.1 Ciclo While 3.2 Ciclo For 3.3 Ciclo Flat Sequence y Stacket Sequence 3.4 Ciclo Case Structure 3.5 Funciones de Espera 3.6 Nodos de Desplazamiento y nodos de retroalimentación
4. Arreglos, String y Datos	4.1 Arreglos numéricos y de constantes 4.2 String 4.3 Archivos
5. Clusters y graficación	5.1 Creación y control de clusters 5.2 Tipos de pantallas y control de datos

Estrategias de enseñanza
Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

Bibliografía

- LABVIEW - Entorno gráfico de programación 3ª Edición
Autores: LAJARA VIZCAÍNO, José Rafael ; PELEGRÍ SEBASTIÁ, José
ISBN: 978-607-538-007-0
Coedición: Alfaomega, Marcombo
- LabVIEW for Engineers
Autores: RONALD W. LARSEN
ISBN 13: 978-0136094296
ISBN 10: 0136094295
Coedición: Part of Prentice Hall's ESource Program





- HANDS-ON INTRODUCTION TO LABVIEW FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS
Autores: LAJARA VIZCAÍNO, José Rafael ; PELEGRÍ SEBASTIÁ, José
ISBN: 0190853069
Coedición: OXFORD
- Apoyo de la página de National Instruments www.ni.com
- Apoyo de videos en www.youtube.com

Criterios de evaluación

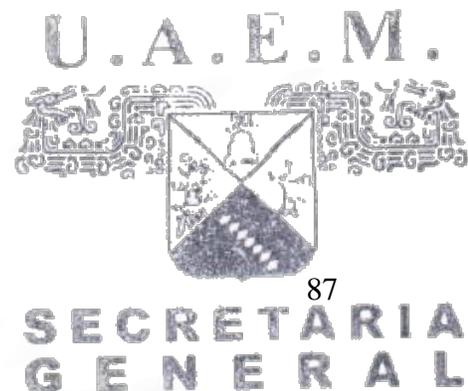
El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas 10%

Exámenes escritos 20%

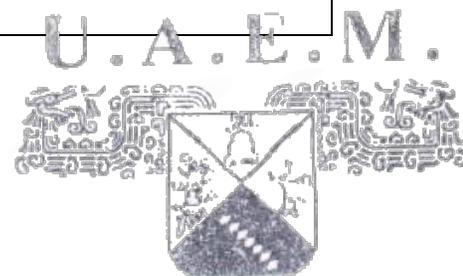
Exámenes Prácticos 70%

Los exámenes prácticos, se basarán en problemas cotidianos o actividades que los estudiantes puedan tener en sus laboratorios.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
ADQUISICIÓN Y TRATAMIENTO DE SEÑALES AVANZADO				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Miguel Ángel Basurto Pensado				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS002	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas prácticas a nivel de investigación de posgrado para el tema adquisición de datos con tarjetas de national instrument y arduino							
Objetivo Mediante el lenguaje de programación LabVIEW (tener conocimientos del programa), se realizarán diferentes prácticas de adquisición de datos como voltajes, corrientes y generación de señales o pulsos mediante diferentes plataformas de adquisición de datos con tarjetas propias de National Instruments y de Arduino. Asimismo se realizarán algunas pruebas de control de equipos Agilent mediante puerto GIPB.							
Perfil del profesor Doctor en el área de Física, Óptica, Electrónica, Mecatrónica o área a fin.							
Competencias que contribuyen al perfil de egreso							
Competencias genéricas							
<input checked="" type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación							
Competencias específicas							





(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

() Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos

Bloques	Temas
1. Ambiente de LabVIEW	1.1 Ciclo EVENT 1.2 Ciclo Estado Máquina
2. Uso de Tarjetas National Instruments	2.1 Características de algunas tarjetas 2.2 Ejercicios 2.3 Prácticas
3. Tarjeta MyRIO	3.1 Características 3.2 Ejercicios 3.3 Prácticas
4. LabVIEW y Arduino	4.1 Descargas de Drivers 4.2 Características y Ejercicios 4.3 Prácticas

Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

Bibliografía

- LABVIEW - Entorno gráfico de programación 3ª Edición Autores: LAJARA VIZCAÍNO, José Rafael ; PELEGRÍ SEBASTIÁ, José ISBN: 978-607-538-007-0 Coedición: Alfaomega, Marcombo
- LabVIEW for Engineers Autores: RONALD W. LARSEN ISBN 13: 978-0136094296 ISBN 10: 0136094295 Coedición: Part of Prentice Hall's ESource Program
- HANDS-ON INTRODUCTION TO LABVIEW FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS Autores: LAJARA VIZCAÍNO, José Rafael ; PELEGRÍ SEBASTIÁ, José ISBN: 0190853069 Coedición: OXFORD
- Apoyo de la página de National Instruments www.ni.com
- Apoyo de videos en www.youtube.com

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas 10%
Exámenes escritos 20%
Exámenes Prácticos 70%

Los exámenes prácticos, se basarán en problemas cotidianos o actividades que los estudiantes puedan tener en sus laboratorios.



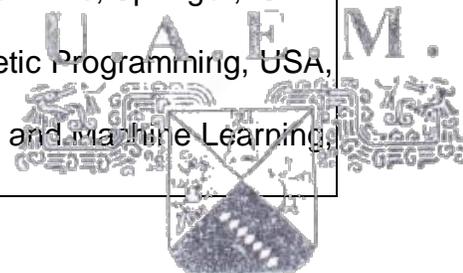


Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
ALGORITMOS GENÉTICOS				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración		Octubre 2019	
Dr. Marco Antonio Cruz Chávez				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS003	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación para la solución de problemas complejos							
Objetivo Conocer los conceptos de diseño de los Algoritmos Genéticos, y que puedan visualizar su aplicación en problemas de búsqueda, calendarización, planificación y optimización que surgen en las ingenierías.							

Perfil del profesor Doctor en las áreas de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Computación, matemáticas aplicadas.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input checked="" type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.



Contenidos	
Bloques	Temas
1. Introducción	1.1 Características principales 1.2 Orígenes 1.3 Bases biológicas
2. Codificación de problemas	2.1 Representación a) Fenotipo b) Genotipo 2.2 Cromosoma
3. Algoritmo principal	3.1 Generaciones 3.2 Criterio de terminación 3.3 Variantes del algoritmo principal
4. Operadores genéticos	4.1 Selección a) Selección por ruleta b) Selección por torneo 4.2. Cruce a) Cruce de 1 punto b) Cruce de 2 puntos c) Cruce uniforme d) Cruces específicos de codificaciones no binarias 4.3 Algoritmo de reemplazo 4.4 Copia 4.5 Elitismo 4.6 Mutación
5. Evaluación	5.1 Grado de aptitud 5.2 Tipos de aptitud
6. Ejemplos prácticos e Implementación	6.1 Descripción del problema 6.2 Codificación del problemas 6.3 Función de evaluación 6.4 Resolución 6.5 Implementación
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • S. N. Sivanandam and S. N. Deepa, Introduction to Genetic Algorithms, Springer, ISBN-10: 3642092241 • R. Poli, W. B. Langdon and N. F. McPhee, A file Guide to Genetic Programming, USA, ISBN 978-1-4092-0073-4. • David E. Goldberg, Genetic Algorithms in Search Optimization, and Machine Learning, ISBN 0-201-15767-5, Addison Wesley Longman 	





Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

1 Examen escrito 40%

2 Tareas 10%

2 Proyectos de implementación práctica 50%



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
ANÁLISIS COMPLEJO DE DATOS EXPERIMENTALES				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración		Octubre 2019	
Dra. Maryna Vlasova				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS004	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							

Propósito

Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema Análisis Complejo de Datos Experimentales para que pueda analizar los datos experimentales de los distintos métodos de investigación.

Objetivo

Extraer información de los datos experimentales obtenidos de los siguientes métodos: análisis de fase de rayos X, espectroscopía IR, microscopía electrónica y microanálisis, UV-vis. Espectroscopía, EPR, propiedades mecánicas y otros métodos. Establecimiento de coordinación y contradicciones en la evaluación de procesos fisicoquímicos en el marco de la investigación.

Perfil del profesor

Doctor con conocimientos en el área de ciencias químicas y física del estado sólido

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

Competencias genéricas

- () Capacidad crítica y autocrítica
- (X) Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- (X) Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- (X) Capacidad para la investigación
- () Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- () Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Competencias específicas

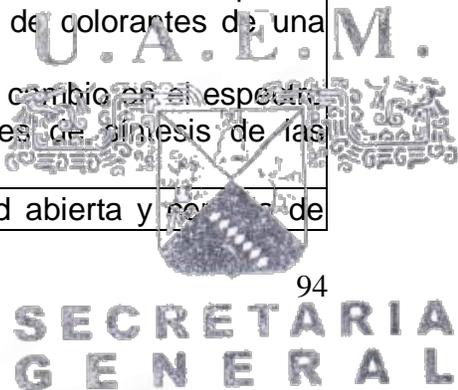




(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

() Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos	
Bloques	Temas
1. Extracción de información de patrones de difracción de rayos X para muestras cerámicas monofásicas y multifásicas	1.1. Determinación de la composición de fases. 1.2. Evaluación de cambios en la composición de fases de las muestras durante el procesamiento tecnológico. 1.3. Evaluación de áreas de dispersión coherente (tamaño de partícula), microesfuerzos, texturización cristalográfica
2. Extracción de información de espectros de absorción IR para muestras cerámicas monofásicas y multifásicas	2.1 Determinación de la composición de fases de las muestras y evaluación de fases cristalinas y amorfas. 2.2. Evaluación de los cambios en la composición de fase de las muestras durante el procesamiento tecnológico. 2.3 Establecimiento de la coordinación de los resultados de la espectroscopía XRD e IR
3. Extracción de información de los espectros de resonancia paramagnética electrónica (EPR) para muestras cerámicas monofásicas y multifásicas	3.1. Posibilidades de utilizar el método para evaluar centros paramagnéticos en muestras de cerámica. 3.2 Interpretación de los espectros de EPR para algunas muestras y cristales de cerámica monofásicos y multifásicos. 3.3. Establecimiento de coordinación entre los resultados de XRD, espectroscopía IR y EPR
4. Extracción de información de microscopía electrónica y datos de microanálisis	4.1. Evaluación del grado de homogeneidad de las muestras, tamaño del cristalito, porosidad. 4.2. Valoración de la composición elemental de cristalitos y capas intergranulares. 4.3. Evaluación de la distribución de elementos según microanálisis en diferentes modos de disparo. 4.4. Establecimiento de coordinación entre los resultados de XRD, espectroscopía IR y SEM
5. Extracción de información de datos UV-vis. espectroscopía en el estudio de procesos de adsorción	5.1. Evaluación del grado de cambio en el espectro UV-vis durante la adsorción de colorantes de una solución acuosa. 5.2. Evaluación del grado de cambio en el espectro UV-vis según las condiciones de síntesis de las cerámicas porosas.
6. Evaluación de la estructura porosa	6.1. Evaluación de porosidad abierta y cerrada de





de las muestras.	muestras. 6.2. Evaluación de la porosidad abierta y cerrada de las muestras en función de las condiciones tecnológicas de sinterización de la cerámica. 6.3. Métodos de modificación superficial de poros abiertos. 6.4. Establecimiento de coordinación entre los resultados de XRD, espectroscopía IR, SEM, UV-vis con la presencia de porosidad abierta de las muestras.
7. Evaluación de la resistencia de las Muestras para compresión y flexión.	7.1. Evaluación de las propiedades mecánicas de las muestras en función de los parámetros tecnológicos de sinterización de la cerámica. 7.2. Establecimiento de coordinación entre los resultados de XRD, SEM con la fuerza de las muestras.
8. Establecimiento de un proceso fisicoquímico para la formación de un cuerpo cerámico.	8.1. Establecimiento de acuerdos y contradicciones en los resultados del mecanismo de formación cerámica obtenido por diversos métodos de investigación. 8.2. El desarrollo de un diagrama de proceso generalizado de la formación de cerámica en diversos procesos tecnológicos.
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • V. González Molina, A. Parra Parra, M. Vlasova, A. Trujillo Estrada, P. A. Márquez Aguilar, M. Kakazey, J. Campos Alvarez, Synthesis and Properties of Carbonized Silicate Ceramics, Journal of Progressive Research in Chemistry, v.6, Iss.1, pp.255-265, 2017. • M. Vlasova, A. Fedotov, I. Mendoza Torrez, M. Kakazey, V. Komlev, P. A. Marquez Aguilar, Mechanosynthesis of hydroxyapatite–ferrite composite nanopowder, Ceramics International, v.43, pp.6221-6231, 2017. • Bykov, M. Vlasova, P. A. Márquez Aguilar, M. Kakazey, Obtaining at high pressure the TiN-TiB₂ ceramic nano-composite, Materials Science and Application, v.7, pp. 232-237, 2016. • C. BustosRiveraBahena, M. Vlasova, M. Kakazey, G. Dominguez-Patin, R. Flores, Carbonized tezontle and its adsorptive properties, Intern. J. Research Studies in Science, Engineering and Technology (IJSSET), v.2, Iss.5, pp.1-13, 2015. • M. Vlasova, A. Parra Parra, P. A. Márquez Aguilar, A. Trujillo Estrada, V. Gonzalez Molina, M. Kakazey, T. Tomila, V. Gómez-Vidales, Closed Cycle of Recycling of Waste 	



Activated Sludge, Waste Management, v. 71, pp. 320-333, 2018.
[//doi.org/10.1016/j.wasman.2017.10.051](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.10.051)

- M. Vlasova, P. A. Márquez Aguilar, V. González Molina, A. Trujillo Estrada, M. Kakazey, Development of an energy- and water-saving manufacturing technology of brick products, Sci. Sinter., v.50, Iss.3, pp. 275-289, 2018.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
ANÁLISIS DE ALGORITMOS				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración		Octubre 2019	
Dr. Marco Antonio Cruz Chávez				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS005	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							

Propósito

Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para entender la complejidad del problema para un mejor diseño de algoritmos

Objetivo

Aplicar los métodos usados para el cálculo de complejidad computacional de un algoritmo para determinar su eficiencia. Seleccionar las estructuras de datos y técnicas de programación apropiadas para el diseño de algoritmos eficientes. Aplicar los métodos usados para el cálculo de complejidad computacional de un algoritmo para determinar su eficiencia. Seleccionar las estructuras de datos y técnicas de programación apropiadas para el diseño de algoritmos eficientes.

Perfil del profesor

Doctor en Ciencia de la Computación Doctor en computación

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

Competencias genéricas

- () Capacidad crítica y autocrítica
- (X) Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- (X) Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- (X) Capacidad para la investigación
- () Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- () Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Competencias específicas

() Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.





(X) Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos	
Bloques	Temas
1. Conceptos básicos	1.1 Iteración 1.2 Inducción matemática 1.3 Estructura de datos
2. Complejidad Computacional	2.1 Complejidad temporal 2.2 Complejidad espacial
3. Técnicas de Programación	3.1 Recursividad 3.2 Divide y conquista 3.3 Balanceo 3.4 Programación dinámica 3.5 Algoritmos avaros 3.6 Algoritmos paralelos y probabilistas
4. Análisis de complejidad de algoritmos	4.1 Algoritmos para grafos 4.2 Algoritmos para matrices 4.3 Algoritmos para el reconocimiento de patrones
5. Clasificación de los problemas	5.1 Problemas P 5.2 Problemas NP 5.3 Problemas NP-completos 5.4 Problemas NP-duros
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • Aho, Hopcroft, y Ullman. Foundations of computer science in C. Computer Science Press. ISBN-10: 0716782847 • Aho et al. The Design and Analysis of Computer Algorithms. Addison Wesley. ISBN-10: 0201000296 • Sara Baase. Computer Algorithms: Introduction to Design and Analysis. Addison W. • Cristos H. Papadimitriou, Kenneth Steiglitz, Combinatorial Optimization algorithms and Complexity, Dover Publication, Inc. ISBN-10: 0486402584 • Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, and Ronald L. Rivest, Introduction to Algorithms, (MIT Electrical Engineering and Computer Science Series), the MIT Press. ISBN: 0262031418. • Graham, R., Knuth, D. E. and Patashnik, O., Concrete Mathematics. A Foundation for Computer Science, Addison-Wesley. ISBN-10: 0201558025 	



- Savage, John, E., Models of Computation: Exploring the Power of Computing, Addison-Wesley. Reading, Mass. ISBN: 0201895390.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	20%
Exposiciones	30%
Reportes de investigación	10%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA				<input checked="" type="checkbox"/>	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Antonio Rodríguez Martínez				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS006	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					<input checked="" type="checkbox"/>	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para la evaluación ambiental de procesos químicos e industriales, así como productos y servicios, mediante la aplicación de la norma ISO 14040							
Objetivo Conocer y aplicar los conceptos básicos y normativa aplicable del análisis de ciclo de vida para evaluar ambientalmente productos, procesos o servicios y proponer alternativas de mejora, a través de herramientas computacionales orientadas a la evaluación ambiental.							

Perfil del profesor Doctor en el área de ingeniería química.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input checked="" type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.



Contenidos	
Bloques	Temas
1. Introducción a la metodología del ACV y a la normativa de aplicación	1.1 Conceptos básicos 1.2 Beneficios del ACV 1.3 Campos de aplicación 1.4 Normativa referente a los ACV
2. Definición y exposición de las fases de un ACV	2.1 Fase I. Definición de objetivo y alcance 2.2 Fase II. Análisis de inventario de procesos 2.3 Fase III. Evaluación del impacto 2.4 Fase IV. Interpretación de los resultados
3. Casos Prácticos de ACV	3.1 Metodologías de Evaluación de impactos de ciclo de vida 3.2 Metodología básica de evaluación de impacto 3.3 Metodologías para sectores específicos 3.4 Bases de datos disponibles 3.5 Herramientas informáticas 3.6 Casos prácticos 3.6.1 Análisis de ciclo de vida de producto 3.6.2 Análisis de ciclo de vida de procesos 3.6.2 Análisis de ciclo de vida de servicio
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Lecturas especializadas Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • ISO 14040-14044 • Olsen Stig Irving, Pant Deepak, Singh Anoop (2013). Life Cycle Assessment of Renewable Energy Sources (Green Energy and Technology). Springer Ed. ISBN-10: 1447153642/ISBN-13: 978-1447153641 • Sakellariou, N. (2019). Life cycle assessment of energy systems. Wiley Ed., ISBN-10: 1119418585/ ISBN-13: 978-1119418580 	
Criterios de evaluación	
El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:	
Búsqueda bibliográfica y Mapas Conceptuales sobre el ACV	20%
Lecturas especializadas	20%
Resolución de problemas con software especializado	30%
Proyecto final (documento, exposición y discusión)	30%



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
ANÁLISIS DE DATOS ELECTROQUÍMICOS				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración		Octubre 2019	
Dra. Cecilia Cuevas Arteaga				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS007	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							

Propósito

Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema del Análisis de datos Electroquímicos con el propósito de obtener cuantitativa y cualitativamente el comportamiento de los materiales en estudio, de tal modo que el estudiante proponga mecanismos de corrosión o de síntesis de los materiales.

Objetivo

Aplicar métodos estadísticos y gráficos para la interpretación del comportamiento electroquímico de los materiales que aporten elementos para la caracterización morfológica, para la síntesis, el mecanismo de corrosión y las velocidades de corrosión, así como la determinación del tipo de corrosión.

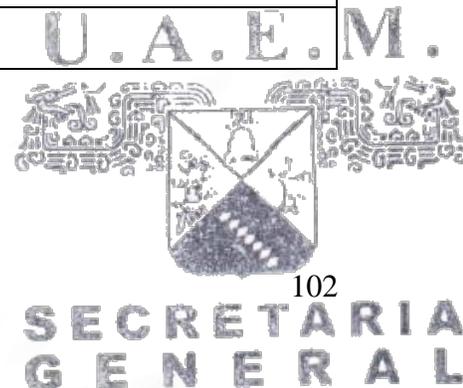
Perfil del profesor

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

Competencias genéricas

- () Capacidad crítica y autocrítica
- (X) Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- (X) Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- (X) Capacidad para la investigación
- () Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- () Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Competencias específicas





() Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

(X) Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos

Bloques

Temas

1.- Introducción a las Técnicas Electroquímicas

Técnicas de Curvas de Polarización, Ruido Electroquímico, Resistencia a la Polarización Lineal, Impedancia Electroquímica y Técnicas potencioestáticas.

2.- Análisis de las gráficas de curvas de polarización.

Interpretación de las ramas anódicas y catódicas, aplicación del método de Tafel para la obtención del potencial de corrosión, la densidad de corriente de corrosión y las pendientes Tafel.

3.- Análisis de las curvas de Rpl en función del tiempo

Interpretación de la resistencia a la polarización lineal de los materiales y la aplicación de los datos en la Ecuación de Stern-Geary y la Ley de Faraday para la determinación de la velocidad de corrosión y la pérdida de masa en función del tiempo.

4.- Análisis del ruido electroquímico en corriente y en potencial.

Interpretación de las series de tiempo en corriente y en potencial, asociándolos a un tipo de corrosión, sea uniforme o localizado. Obtención de la desviación estándar, el índice lo localización y la resistencia de ruido de los datos de ruido electroquímico. Determinación de la velocidad de corrosión y de la pérdida de masa mediante la Ec. De Stern-Geary y la Ley de Faraday.

5.- Análisis de los datos de Impedancia electroquímica.

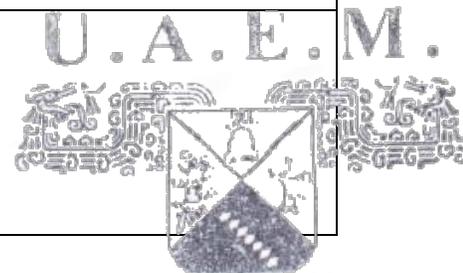
Interpretación de los diagramas de Nyquist, de Bode y de Fase. Determinación de la Resistencia a la transferencia de carga. Simulación de los resultados de Impedancia Electroquímica mediante circuitos equivalentes y su interpretación asociada al mecanismo de corrosión.

6.- Análisis de datos potenciostaticos y galvanostáticos

Interpretación de los resultados electroquímicos de sistemas corrosivos al aplicarles un potencial o una corriente.

Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida Estudio de un sistema corrosivo





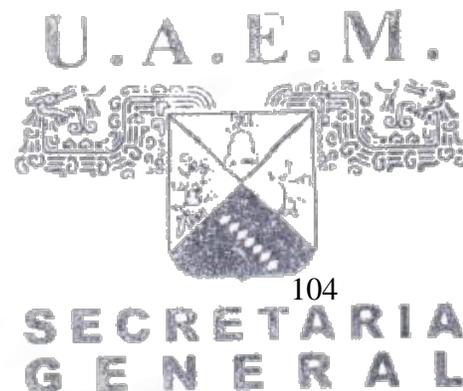
Bibliografía

- John R. Scully, "Electrochemical", Corrosion Tests and Standards: Application and Interpretation, Robert Baboian (ed.), ASTM Manual Series: MNL 20, chapter 7, pp. 75-90, (1995).
- Corrosion Basics: An Introduction. National Association of Corrosion Engineers, An official NACE Publication. Chapter: Basics of Corrosion, A. de S. Brasunas (editor), 2nd. Edition, pp. 23-44, 2005, USA.
- Electrochemical Techniques in Corrosion Science and Engineering, 1st Edition Robert G. Kelly, John R. Scully, David Shoesmith, Rudolph G. Buchheit, CRC Press, pp 1-440, 2002, series Corrosion Technology.
- ASTM Standard G59-97 2014, Standard Practice for Conducting Potentiodynamic Polarization Resistance Measurements.
- ASTM Standard G102-82 2015-e1: Practice for calculation of corrosion rates and related information from Electrochemical Measurements.
- ASTM G106-89 2015, Standard practice for verification an algorithm and equipment for electrochemical impedance measurements.
- Robert G. Kelly, Corrosion Test and Standars Manual, Application and Interpretation, Chapter 18: Pitting. R. Baboian (ed), ASTM, Manual Series: MNL20, pp. 166-173, (1995).
- ASTM G199 - 09(2014), Standard Guide for Electrochemical Noise Measurement.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	20%
Reportes de investigación	30%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria, 80% para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES				Eje de formación			
				Metodológico		X	Investigación
Elaboró Dr. Rosenberg Javier Romero Domínguez				Elaboración		Octubre 2019	
				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
INV06				10	X	Obligatoria	Presencial
Presentación							
Propósito Desarrollar en el estudiante las herramientas para analizar resultados de su investigación, identificar las conclusiones y ser capaz de redactarlas.							
Objetivo Redactar en un documento científico los resultados significativos de la investigación realizada, contrastar con su hipótesis y planteamiento, identificar las conclusiones y ser capaz de comunicarlas en forma escrita.							

Perfil del profesor Director de Tesis del estudiante; Doctor en el área del tema del estudiante o relacionada.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input checked="" type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.



Estrategias de enseñanza

Discusión dirigida

Bibliografía

- La pertinente al tema definido por el estudiante y el asesor.

Criterios de evaluación

Presentación tutorial al comité en que se evalúan los siguientes aspectos:

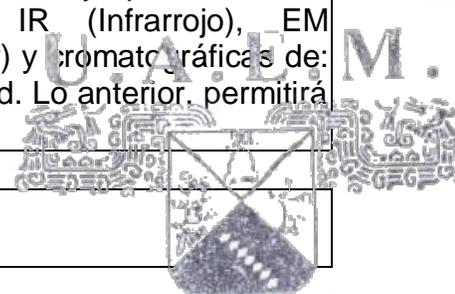
Reporte escrito: 30 %

Presentación oral (en inglés o español): 25 %

Avance del proyecto 45 %

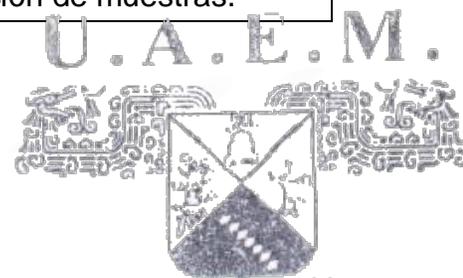


Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje ANÁLISIS ESPECTROSCÓPICO Y CROMATOGRÁFICO DE COMPUESTOS				Eje de formación			
				X	Metodológico		
Elaboró Dra. Marisol Güizado Rodríguez				Elaboración			Octubre 2019
				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS008	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para la elucidación estructural de compuestos orgánicos e inorgánicos.							
Objetivo Estudiar fundamentos y aplicaciones de las técnicas espectroscópicas: UV-vis (Ultravioleta-visible), IR (Infrarrojo), EM (Espectrometría de Masas) y RMN (Resonancia Magnética Nuclear) y cromatográficas de: adsorción, reparto, intercambio iónico, exclusión molecular y afinidad. Lo anterior, permitirá la elucidación estructural de compuestos orgánicos e inorgánicos Estudiar fundamentos y aplicaciones de las técnicas espectroscópicas: UV-vis (Ultravioleta-visible), IR (Infrarrojo), EM (Espectrometría de Masas) y RMN (Resonancia Magnética Nuclear) y cromatográficas de: adsorción, reparto, intercambio iónico, exclusión molecular y afinidad. Lo anterior, permitirá la elucidación estructural de compuestos orgánicos e inorgánicos. Estudiar fundamentos y aplicaciones de las técnicas espectroscópicas: UV-vis (Ultravioleta-visible), IR (Infrarrojo), EM (Espectrometría de Masas) y RMN (Resonancia Magnética Nuclear) y cromatográficas de: adsorción, reparto, intercambio iónico, exclusión molecular y afinidad. Lo anterior, permitirá la elucidación estructural de compuestos orgánicos e inorgánicos. Estudiar fundamentos y aplicaciones de las técnicas espectroscópicas: UV-vis (Ultravioleta-visible), IR (Infrarrojo), EM (Espectrometría de Masas) y RMN (Resonancia Magnética Nuclear) y cromatográficas de: adsorción, reparto, intercambio iónico, exclusión molecular y afinidad. Lo anterior, permitirá la elucidación estructural de compuestos orgánicos e inorgánicos.							
Perfil del profesor Doctor en ciencias o química Doctor en Ciencias o Química.							





Competencias que contribuyen al perfil de egreso	
Competencias genéricas	
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación	
Competencias específicas	
<input type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input checked="" type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.	
Contenidos	
Bloques	Temas
1. Fundamentos de espectroscopia	1.1 Propiedades de la radiación electromagnética 1.2 Interacción de la radiación con la materia 1.3 Incertidumbre y escala de tiempo
2. Espectroscopia UV-vis	2.1 Transiciones electrónicas. 2.2 Grupos cromóforos y auxocromos. 2.3 Efectos batocrómicos, hipsocrómicos, hiperocrómicos e hipocrómicos. 2.4 Absorciones características. 2.5 Efectos de los sustituyentes en las absorciones de compuestos aromáticos. 2.6 Reglas para calcular la I max de absorción en compuestos aromáticos.
3. Espectroscopia IR	3.1 Introducción. 3.2 Interacciones acopladas y puentes de hidrógeno. 3.3 Regiones espectrales y tipos de vibraciones de enlace. 3.4 Grupos de absorción característicos. 3.5 Interpretación de espectros. 3.6 Instrumentación y preparación de muestras.





4. Espectrometría de masas	<p>4.1 Fundamentos. 4.2 Técnicas de ionización. 4.3 Estabilidad de los iones. 4.4 Ion molecular y pico base. 4.5 Contribuciones isotópicas. 4.6 Reglas de fragmentación y rearreglos. 4.7 Determinación de la fórmula y el peso molecular. 4.8 Interpretación de espectros. 4.9 Instrumentación.</p>
5. RMN	<p>5.1 Conceptos físicos de la RMN y propiedades nucleares. 5.2 Parámetros espectrales. 5.3 Relajación. 5.4 Métodos de RMN. 5.5 Secuencias de pulsos. 5.6 RMN en una dimensión. 5.7 RMN multidimensional. 5.8 Métodos de gradiente de campo. 5.9 RMN dinámica. 5.10 RMN en estado sólido.</p>
6. Cromatografía	<p>6.1 Definición. 6.2 Tipos de cromatografía. 6.3 Eficacia de separación. 6.4 Ensanchamiento de bandas. 6.5 Cromatografía de gases. 6.6 Cromatografía de líquidos de alta eficiencia. 6.7 Aspectos instrumentales: tipos de columnas, gradientes, detectores.</p>
<p>Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida</p>	
<p>Bibliografía</p> <ul style="list-style-type: none"> • R. M. Silverstein y F. X. Webster, "Spectrometric Identification of Organic Compounds", 6ta. edición, John Wiley and Sons, Inc., 1998. • R. S. Drago, "Physical Methods in Chemistry", editorial W. B. Saunders Company (1977). • H. Friebolin, "Basic One- and Two-dimensional NMR Spectroscopy", 2ª edición ampliada, VCH, 1993. • J. K. M Sanders y B. K. Hunter, "Modern NMR spectroscopy", 2ª edición, Oxford University Press, 1993. • D. C. Harris, "Análisis químico cuantitativo", 3ra edición, Reverté, 2007. • D. A. Skoog, D. M. West, F. J. Holler y S. R. Crouch, "Química Analítica", 7ta edición, McGraw Hill, 2001. 	



- D. A. Skoog, F. J. Holler y T. A. Nieman, "Principios de Análisis Instrumental", 5ta. edición, 2001.
 - D. R. Askeland, W. J. Wright, "Ciencia e Ingeniería de los materiales", 7ta edición, CENGAGE Learning, 2017.
 - W. D. Callister, Jr. "Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los materiales", 3ra Edición, Editorial Reverté, S. A. 2012.
 - R. L. Shriner, C. K. F. Hermann, T. C. Morrill, D. Y. Curtin, R. C. Fuson, "Identificación sistemática de compuestos orgánicos", 2da edición, Limusa Wiley, 2013.
 - A. Ariza Castolo, V. Bakhutov, R. Contreras Theurel, N. Farfan García, A. Flores Parra, B. Gordillo Román, E. Juaristi Cossio, A. Paz Sandoval, M. de J. Rosales Hoz, R. L. Santillán Baca, "Ejemplos Prácticos del Uso de la RMN en la Química", Editorial Cinvestav, 2006.
- Revistas relacionadas de RMN
- J. Magn. Reson
Desarrollo técnicos y teóricos, así como estado sólido e imágenes.
 - Magn. Reson. Chem
Aplicaciones y datos de compuestos, revisiones de aspectos prácticos de las técnicas de RMN, procesamiento, etc.
 - Progress in Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy
Publica revisiones que describen la Investigación relacionada a la teoría y aplicaciones de RMN.
 - Annual Reports on NMR Spectroscopy
Publica revisiones sobre aspectos teóricos y experimentales que permiten la elucidación estructural por RMN.
 - Concepts in Magnetic Resonances
Puente entre la educación y la Investigación. Cubre el conocimiento de principios básicos y las expectativas de la RMN.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

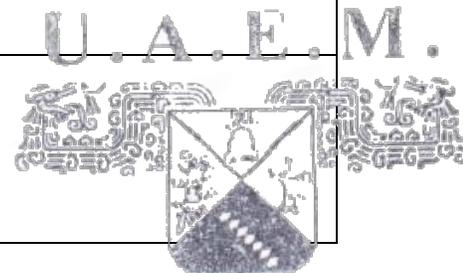
Tareas y búsqueda en la literatura	10%
Exposiciones y participación en clase	10%
Resolución de ejercicios y problemas	20%
Exámenes escritos	60%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje ANÁLISIS ESPECTROSCÓPICO, CROMATOGRÁFICO, TÉRMICO Y MORFOLÓGICO DE POLÍMEROS				Eje de formación			
				X	Metodológico		
Elaboró Dra. Marisol Güizado Rodríguez				Elaboración			Octubre 2019
				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS009	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el análisis espectroscópico, cromatográfico, térmico, y morfológico de polímeros							
Objetivo Estudiar los fundamentos y las aplicaciones de las técnicas fisicoquímicas empleadas para caracterizar polímeros como son Resonancia Magnética Nuclear (NMR), Infrarrojo de Transformada de Fourier (FT-IR), Ultravioleta-visible (UV-vis), Difracción de Rayos X (XRD), Cromatografía de Permeación en Gel (GPC), Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC), Análisis Termogravimétrico (TGA), Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), Microscopía Estudiar los fundamentos y las aplicaciones de las técnicas fisicoquímicas empleadas para caracterizar polímeros como son Resonancia Magnética Nuclear (NMR), Infrarrojo de Transformada de Fourier (FT-IR), Ultravioleta-visible (UV-vis), Difracción de Rayos X (XRD), Cromatografía de Permeación en Gel (GPC), Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC), Análisis Termogravimétrico (TGA), Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), Microscopía de Fuerza Atómica (AFM) entre otrasde Fuerza Atómica (AFM) entre otras.							

Perfil del profesor Doctor en Ciencias, en Química, Polímeros o áreas afines. Doctor en Ciencias, en Química, Polímeros o áreas afines.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma





() Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

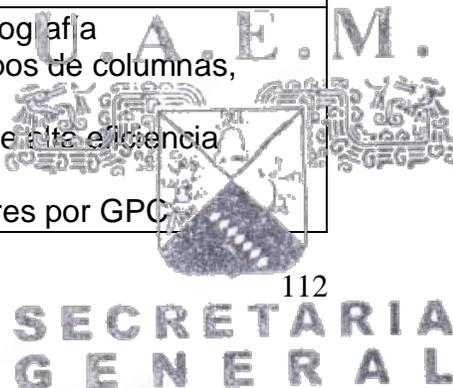
Competencias específicas

() Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

(X) Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos

Bloques	Temas
1. Polímeros	1.1 Definición y características 1.2 Clasificaciones 1.3 Métodos de caracterización 1.4 Aplicaciones
2. Resonancia Magnética Nuclear (NMR)	2.1 Principios 2.2 Parámetros espectrales 2.3 Análisis en una dimensión 2.4 Análisis multidimensional 2.5 Estudios en macromoléculas
3. Ultravioleta-visible	3.1 El espectro electromagnético 3.2 Transiciones electrónicas 3.3 Absorciones características 3.4 Análisis de espectros de polímeros
4. Infrarrojo de Transformada de Fourier	4.1 Regiones espectrales y tipos de vibraciones de enlace 4.2 Grupos de absorción característicos 4.3 Interpretación de espectros 4.4 Instrumentación y preparación de muestras
5. Difracción de Rayos X (XRD)	5.1 Historia de los rayos X 5.2 Fundamentos de la Difracción de R-X 5.3 Cristalografía y Ley de Bragg 5.4 Identificación de fases cristalinas 5.4 Análisis de difractogramas
6. Cromatografía de Permeación en Gel (GPC)	6.1 Definición y tipos de cromatografía 6.2 Aspectos instrumentales: tipos de columnas, gradientes, detectores 6.3 Cromatografía de líquidos de alta eficiencia (HPLC) 6.4 Análisis de pesos moleculares por GPC





<p>7. Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC) y Análisis Termogravimétrico (TGA)</p>	<p>7.1 Tipos de métodos termogravimétricos 7.2 Definiciones 7.3 Instrumentación 7.4 Aplicaciones 7.5 Ejercicios para resolver</p>
<p>8. Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), Microscopía de la Fuerza (AFM) y Microscopía de Transmisión Electrónica (TEM)</p>	<p>8.1 Generalidades de la microscopía 8.2 Fundamentos y diferencias entre las microscopías 8.3 Preparación de las muestras 8.4 Tipos de análisis</p>
<p>Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida</p>	
<p>Bibliografía</p> <ul style="list-style-type: none"> • R. B. Seymour, "Introducción a la Química de los Polímeros", 2da. reimpresión, editorial Reverté, S. A., 2002. • M. I. Esteban, "Técnicas de caracterización de polímeros", Ed. UNED. Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2009. • J. Areizaga, "Polímeros", Ed. Síntesis, 2002. • I. Katime, C. Cesteros, "Química Física Macromolecular (T. II): Soluciones y Estado Sólido", Ed. Universidad del País Vasco, 2002. • A. U. Yeregui, "Polímeros Conductores. Su papel en un desarrollo energético sostenible". Ed. Reverté, 2012. • F. W. Billmeyer, Jr. "Ciencia de los Polímeros". Ed. Reverté, 1975, reimpresión 2004. • R. M. Silverstein y F. X. Webster, "Spectrometric Identification of Organic Compounds", 6ta. edición, John Wiley and Sons, Inc., 1998. • H. Friebolin, "Basic One- and Two-dimensional NMR Spectroscopy", 2ª edición ampliada, VCH, 1993. • D. C. Harris, "Análisis químico cuantitativo", 3ra edición, Reverté, 2007. • D. A. Skoog, D. M. West, F. J. Holler y S. R. Crouch, "Química Analítica", 7ta. edición, McGraw Hill, 2001. • D. A. Skoog, F. J. Holler y T. A. Nieman, "Principios de Análisis Instrumental", 5ta. edición, 2001. • D. R. Askeland, W. J. Wright, "Ciencia e Ingeniería de los materiales", 7ta edición, CENGAGE Learning, 2017. • W. D. Callister, Jr. "Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los materiales", 3ra Edición, Editorial Reverté, S. A. 2012. • R. L. Shriner, C. K. F. Hermann, T. C. Morrill, D. Y. Curtin, R. C. Fuson, "Identificación sistemática de compuestos orgánicos", 2da edición, Limusa Wiley, 2013. 	

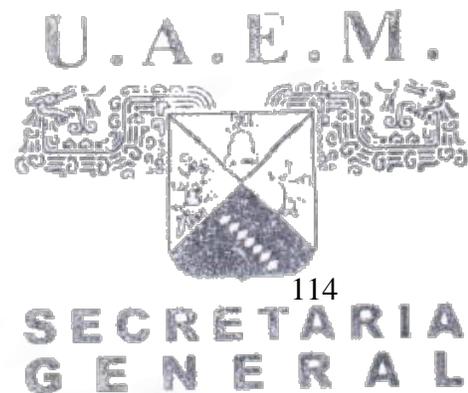




Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas y búsqueda en la literatura	10%
Exposiciones y participación en clase	10%
Resolución de ejercicios y problemas	20%
Exámenes escritos	60%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
ANÁLISIS POR ELEMENTO FINITO				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Gennadiy Burlak				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS010	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	

Presentación

Propósito

Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema que está dirigido a ayudar a los estudiantes de ingeniería y ciencias físicas a cultivar habilidades integrales en metodología lineal de elementos finitos estáticos y dinámicos.

Objetivo

Aplicar las ecuaciones básicas de la mecánica de sólidos a la comprensión, análisis, diseño y evaluación de problemas de la ingeniería mediante la utilización del método de los elementos finitos (MEF). Utilizar la programación numérica como una herramienta para obtener soluciones numéricas de problemas cuya solución analítica es extremadamente compleja

Perfil del profesor

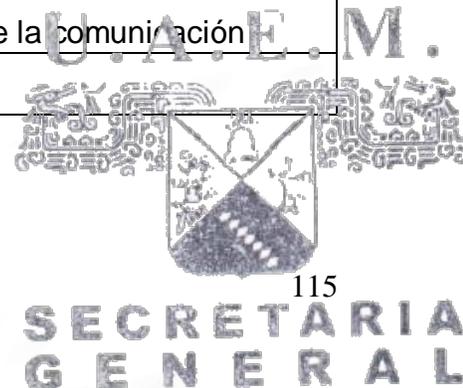
Doctor con experiencia comprobable en Mecánica Estructural, Resistencia de Materiales y Diseño Mecánico.

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

Competencias genéricas

- () Capacidad crítica y autocrítica
- (X) Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- (X) Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- (X) Capacidad para la investigación
- () Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- () Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Competencias específicas

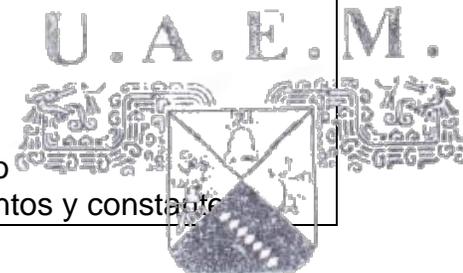




(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

() Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos	
Bloques	Temas
1. Introducción al uso del Elemento Finito	1.1 Pasos básicos en el elemento finito 1.2 Análisis estático y análisis dinámico 1.3 Análisis lineal y no lineal 1.4 Métodos de discretización 1.5 Criterios de falla
2. Modelado en Elemento Finito (fundamentos)	2.1 Consideraciones del modelado 2.2 Tipos de elementos finitos 2.3 Elementos Barra (Truss) 2.4 Elementos Viga (Beam) 2.5 Elementos de Esfuerzo Plano 2.6 Elementos de Deformación Plana 2.7 Elementos Asimétricos 2.8 Selección del tipo de elementos 2.9 Aplicación de condiciones de frontera y cargas 2.10 Recomendaciones para evaluación de esfuerzos
3. Elementos de una dimensión	3.1 Elementos lineales 3.2 Elementos cuadráticos 3.3 Elementos Cúbicos 3.4 Coordenadas locales y globales 3.5 Integración numérica
4. Elementos de dos dimensiones	4.1 Elemento Rectangular 4.2 Elemento cuadrático 4.3 Elemento triangular Linear 4.4 Elemento triangular cuadrático 4.5 Elementos Isoparamétricos
5. Descripción de Ansys Estructural	5.1 Introducción 5.1.1 Iniciando el programa 5.1.2 Preliminares 5.1.3 Guardar un trabajo 5.1.4 Organizar archivos 5.1.5 Trazado e impresión 5.1.6 Salir del programa 5.2 Etapa de Preproceso 5.2.1 Construcción del modelo 5.2.1.1 Definir tipos de elementos y constante





	reales 5.2.1.2 Definir propiedades del material 5.2.2 Construcción del modelo 5.2.2.1 Creando la geometría del modelo 5.2.2.2 Aplicando cargas 5.3 Etapa de solución 5.4 Etapa de Postproceso
6. Análisis y solución de problemas con programa de elemento finito	
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • Przemyslaw Litewka, Finite Element Analysis of Beam-To-Beam Contact, Springer; Edición: 2012. • Thomas J R Hughes, The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis, Dover Publications; Edición: 1, 2000. 	
<p style="text-align: center;">Criterios de evaluación</p> <p>El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Examen 1: 20% • Examen 2: 20% • Examen 3: 20% • Trabajos: 40% (incluye por ejemplo, talleres de programación en MATLAB, elaboración de cálculos con Ansys) <p>En los exámenes siempre se preguntará: teoría, demostraciones, ejercicios numéricos y ejercicios de programación.</p>	



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
BOMBAS Y TURBINAS HIDRÁULICAS				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración		Octubre 2019	
Dra. Laura Lilia Castro Gómez				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS011	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para en el tema de turbo máquinas hidráulicas							
Objetivo Conocer los diferentes tipos de máquinas hidráulicas existentes, así como los fundamentos de su funcionamiento.							

Perfil del profesor Doctorado en Ingeniería Mecánica, en Física o en Filosofía con orientación en Turbomaquinaria.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input checked="" type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación <input checked="" type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.
Contenidos



Bloques	Temas
1. Máquinas Hidráulicas definición, clasificación, fundamentos y descripción.	1.1. Definición de máquina. 1.2. Clasificación de Máquinas Hidráulicas 1.3. Definición de bomba hidráulica. 1.4. Definición de turbina hidráulica. 1.5. Fundamentos de máquinas hidráulicas.
2. Bombas Hidráulicas	2.1. Fundamentos de bombas hidráulicas. 2.2. Características generales 2.3. Clasificación 2.4. Bombas centrífugas 2.5. Máquinas de desplazamiento positivo 2.6. Análisis de una bomba
3. Turbinas Hidráulicas	3.1. Fundamentos de turbinas hidráulicas 3.2. Características generales 3.3. Clasificación 3.4. Turbinas Pelton 3.5. Turbinas de reacción 3.6. Turbinas de acción 3.7. Concepto potencia, eficiencia y velocidad específica
4. Microgeneración hidráulica.	4.1. Definición 4.2. Características generales 4.3. Clasificación
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas,	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • Julio, H. R., G. D. E. L. P. Pablo and Z. Claudio (2016). MÁQUINAS HIDRÁULICAS. PROBLEMAS Y SOLUCIONES, UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia. • Domínguez, U. S. (2013). Máquinas hidráulicas, Editorial Club Universitario. • Dixon, S. L. and C. Hall (2010). Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery, Elsevier Science. • Plana, C.M.. Alonso, A.A. (2009). Turbomáquinas hidráulicas: turbinas hidráulicas, bombas, ventiladores. Universidad Pontificia de Comillas ISBN 9788484682523. • Encinas, M. P. (1976). Turbomáquinas hidráulicas: principios fundamentales. Limusa. 	
Criterios de evaluación	
El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:	
Se aplica un examen de las primeras 3 unidades. La segunda evaluación consistirá en un proyecto de investigación desarrollado por el alumno.	





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje BORRADOR DE TESIS				Eje de formación			
				Metodológico		X	Investigación
Elaboró Dr. Rosenberg Javier Romero Domínguez				Elaboración		Octubre 2019	
				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
INV08				10	X	Obligatoria	Presencial
						Optativa	
Presentación							

Propósito

Desarrollar en el estudiante las herramientas para redactar un documento que incluye estructuradamente su investigación

Objetivo

Redactar un documento científico inédito con un contenido que incluya pero no limitada a Antecedentes, Marco teórico o Metodología, Resultados y su discusión, Conclusiones y Recomendaciones, Referencias, Apéndices y Anexos, en el formato vigente señalados por el Posgrado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas.

Perfil del profesor

Director de Tesis del estudiante; Doctor en el área del tema del estudiante o relacionada.

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

Competencias genéricas

- () Capacidad crítica y autocrítica
- () Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- () Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- (X) Capacidad para la investigación
- () Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- () Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Competencias específicas

(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación

(X) Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.



Estrategias de enseñanza

Discusión dirigida

Bibliografía

- La pertinente al tema definido por el estudiante y el asesor.

Criterios de evaluación

Presentación tutorial al comité en que se evalúan los siguientes aspectos:

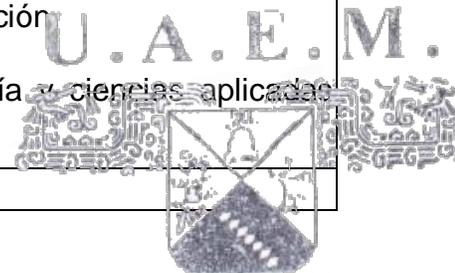
Reporte escrito: 30 %

Presentación oral (en inglés o español): 25 %

Avance del proyecto 45 %



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
CELDA DE COMBUSTIBLE TIPO PEM MATERIALES				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración		Octubre 2019	
Dr. Sergio Alonso Serna Barquera				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS012	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema Celdas de Combustible tipo PEM							
Objetivo Instruir al alumno en las celdas de combustible para obtención de energía eléctrica sustentable y amable con el medio ambiente utilizando hidrógeno como combustible							
Perfil del profesor Doctor en en materiales o energías renovables.							
Competencias que contribuyen al perfil de egreso							
Competencias genéricas							
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación							
Competencias específicas							
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación <input type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.							
Contenidos							





Bloques	Temas
1. Introducción Temas	1.1 Porque utilizar hidrógeno 1.2 Tipos de celdas de combustible 1.3 Diseño de Celta tipo PEM
2. Termodinámica	2.1 Ecuación general 2.2 Calculo de perdidas 2.3 Calculo de carga total
3. Electroquímica de la celda	3.1 Curva de polarización 3.2 Teacciones electroquímicas
4. Stack de celdas	4.1 Calculo de potencia requerida 4.2 Diseño de Stack 4.3 Diseño según conductos de flujo 4.4 Potencia rel de celda
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • Bei Gou, Woon Ki Na, Bill Diong, "Fuel Cells Modeling, Control and Applications". CRC Press; United States of America, 2010. • Larminie J. Dicks, Fuel cell systems explained. Second edition (2003). • Frano Barbir, PEM fuel cells, (2005). 	
Criterios de evaluación	
El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:	
Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria, 80% para derecho a calificación.



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
CELDAS DE COMBUSTIBLE TIPO PEM				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Alberto Armando Álvarez Gallegos				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS013	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema Celdas de Combustible tipo PEM							
Objetivo Mostrar al alumno los principios del funcionamiento, desempeño y diseño de las celdas de combustible y sus principales aplicaciones.							

Perfil del profesor Doctor en Electroquímica	
Competencias que contribuyen al perfil de egreso	
Competencias genéricas	
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación	
Competencias específicas	
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.	
Contenidos	
Bloques	Temas



1. Celdas de combustible.	1.1 El origen de la celda de combustible 1.2 Principio de operación de la celda de combustible 1.3 Tipos de celdas de combustible
2. Electroquímica y termodinámica	2.1 Reacciones básicas 2.2 Trabajo eléctrico 2.3 Curvas de polarización 2.4 Cinética de los electrodos 2.5 Eficiencia teórica de la celda electroquímica
3. Transporte de masa y calor en celdas de combustible	3.1 Balance de masa 3.2 Difusión y convección 3.3 Balance de energía
4. Principales diseños y operación de las celdas de combustible	4.1 Tipo de reactores 4.2 Desempeño de la membrana 4.3 Material para electrodos 4.4 Operación de las celdas de combustible
5. Aplicaciones de las celdas de combustible	5.1 Obtención de datos experimentales 5.2 Interpretación de datos experimentales

Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

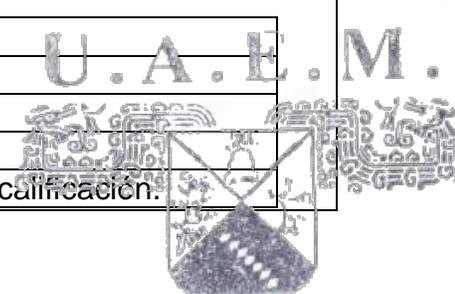
Bibliografía

- Allen J. Bard y Larry R. Faulkner. Electrochemical Methods. Fundamentals and Applications. John Wiley & Sons. New York. USA. 1980
- John O`M Bockris, Amulya K. N. Reddy y Maria Gamboa-Aldeco. Modern Electrochemistry: Electroics in Chemistry, Engineering, Biology, and Environmental Science. Plenum Pub Corp. 2000.
- Supramaniam Srinivasan. Fuel Cells. From Fundamentals to Applications. Springer Science. New York. 2006.
- James Larminie and Andrew Dicks. Fuel Cell Systems Explained. John Wiley and Sons LTD. Chishester. UK. 2000.
- Frano Barbir. PEM Fuel Cells. Theory and Practice. Elsevier Academic Press. San Diego California. USA. 2005.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80% para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
CERÁMICOS AVANZADOS				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dra. Maryna Vlasova				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS014	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas y experimentales a nivel de investigación de posgrado para el tema de Cerámicos Avanzados que permitan al estudiante tener los conocimientos necesarios de los fundamentos físicos de las cerámicas avanzadas y sus aplicaciones							
Objetivo Estudiar la relevancia de la síntesis de polvos y cerámicos refractarios basados en ellos, utilizados en diversos campos de la tecnología cuando se trabaja en condiciones extremas (a altas temperaturas, ambientes agresivos, cargas mecánicas críticas).							

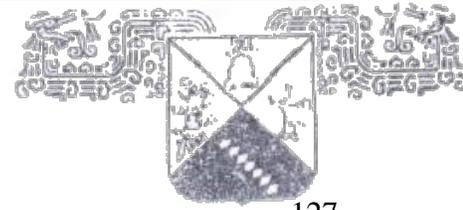
Perfil del profesor Doctor Doctor con conocimientos en el área de ciencias químicas y física del estado sólido
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas



(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

() Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos	
Bloques	Temas
1. Métodos de obtención de nano-partículas	<p>1.1 Métodos dispersivos (destrucción mecánica, molienda en soluciones, métodos mecánicos-químicos, métodos de descomposición).</p> <p>1.2 Métodos de condensación (co-precipitación, método sol-gel, métodos hidrotérmicos para rápida descomposición, síntesis bajo la influencia de radiación de microondas, etc.)</p> <p>1.3 Métodos de quemado.</p> <p>1.4 Método de condensación a partir de fase gaseosa.</p>
2. Compactación y sinterización de polvos	<p>2.1 Métodos tradicionales de sinterización, sinterización a baja temperatura, compactación isoestática caliente, síntesis por extensión.</p> <p>2.2 Leyes básicas de sinterización de estado sólido y sinterización de fase líquida.</p> <p>2.3 Caracterización de las muestras (microestructural, caracterización, caracterización de poro, propiedades mecánicas, propiedades de superficie, propiedades físicas).</p>
3. Métodos de caracterización de polvos y materiales cerámicos	<p>3.1 Determinación de tamaño de particular y distribución de partículas.</p> <p>3.2 Análisis de rayos X para composición del material cerámico.</p> <p>3.3 Análisis de infrarrojo.</p> <p>3.4 Métodos de microscopía electrónica.</p> <p>3.5 Microanálisis</p> <p>3.6 Uso de los métodos de análisis de materiales para la determinación de los procesos de formación.</p>





4. Síntesis de nano-partículas para cerámicos simples y compuestos con base en materiales avanzados

- 4.1 Materiales a base de SiC
- 4.2 Materiales a base de B 4 C
- 4.3 Materiales a base de AlN
- 4.4 Materiales a base de BN
- 4.5 Materiales a base de Si 3 N 4
- 4.6 AlON
- 4.7 Cr 5 Si 3
- 4.8 MoSi 2
- 4.9 Al 2 O 3. Método de síntesis de monocristales,
- 4.10 ZrO 2
- 4.11 Formación de cerámicos a base de arcilla

Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

Bibliografía

- Shigeyuki Somiya, Handbook of Advanced Ceramics, Materials, Applications, Processing, and Properties, 2013
- Processing, Properties, and Design of Advanced Ceramics and Composites: Ceramic Transactions, Volume 259, CCLIX, Editor(s): Gurpreet Singh, Amar Bhalla, Morsi M.
- Mahmoud, Ricardo H. R. Castro, Narottam P. Bansal, Dongming Zhu, J. P. Singh, Yiquan Wu, 2016

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
CICLO DE BOMBAS DE CALOR				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración		Octubre 2019	
Dr. Rosenberg Javier Romero Domínguez				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS015	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							

Propósito

Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema de transferencia de energía de un nivel térmico constante a un nivel térmico superior.

Objetivo

Identificar los diferentes ciclos que se emplean en las bombas de calor, así como sus aplicaciones potenciales.

Perfil del profesor

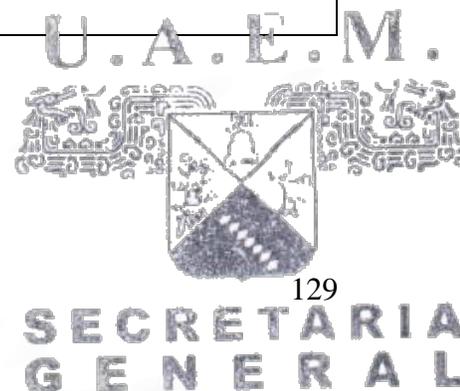
Doctor en Ingeniería o Ciencias Aplicadas.
Área del conocimiento en: Ingeniería Química o Térmica o con una amplia formación en química o vasta experiencia profesional en el campo de la química.

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

Competencias genéricas

- () Capacidad crítica y autocrítica
- (X) Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- () Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- (X) Capacidad para la investigación
- (X) Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- () Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Competencias específicas





(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

() Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos

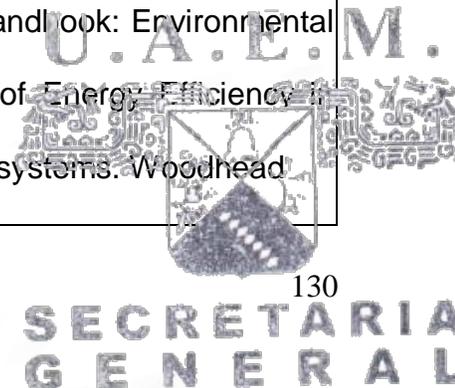
Bloques	Temas
1. Ciclo por compresión mecánica de vapor	1.1 Coeficiente de operación 1.2 Coeficiente de Carnot 1.3 Evaporación, cálculo y diseño 1.4 Condensación, cálculo y diseño
2. Ciclo por absorción	2.1 Coeficiente de operación 2.2 Coeficiente de Carnot 2.3 Absorción, cálculo y diseño 2.4 Desorción o Generación, cálculo y diseño
3. Ciclo del transformador de calor	3.1 Coeficiente de operación 3.2 Coeficiente de Carnot 3.3 Intercambiadores de Calor, cálculo y diseño 3.4 Bombas y válvulas, cálculos y diseños
4. Ciclos de doble etapa	4.1 Escenarios de acoplamiento 4.2 Coeficiente de operación 4.3 Riesgos de cristalización
5. Ciclos por doble absorción	5.1 Absorbedor y evaporador, cálculo y diseño 5.2 Coeficiente de operación
6. Ciclos híbridos compresión-absorción	6.1 Análisis de presiones 6.2 Análisis de concentraciones
7. Ciclos de varias etapas	7.1 Configuraciones propuestas 7.2 Análisis de coeficientes de operación

Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

Bibliografía

- Dickinson, E. W. (2018). Solar Energy Technology Handbook: Part B (Applications, System Design, and Economics), Florida, U.S.A., CRC Press.
- Kwok, A. G., & Grondzik, W. (2018). The green studio handbook: Environmental strategies for schematic design. Routledge.
- Desideri, U., & Asdrubali, F. (Eds.). (2018). Handbook of Energy Efficiency in Buildings: A Life Cycle Approach. Butterworth-Heinemann.
- Rees, S. (Ed.). (2016). Advances in ground-source heat pump systems. Woodhead Publishing.





- Hadorn, J. C. (Ed.). (2015). Solar and heat pump systems for residential buildings. John Wiley & Sons.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Reportes de investigación	50%
Exámenes escritos	50%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
CIENCIA DE LOS MATERIALES				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dra. Marisol Güizado Rodríguez				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS016	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para estudiar la estructura, propiedades y aplicaciones de los diversos materiales.							
Objetivo Estudiar la estructura, propiedades y aplicaciones de los diversos materiales.							

Perfil del profesor Doctor en Química o Ingeniería Química o con una amplia formación o experiencia en Química Doctor en Química o Ingeniería Química o con una amplia formación o experiencia en Química.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación <input type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas, mediante un proyecto de investigación.
Contenidos



Bloques	Temas
1. Estructura de los sólidos cristalinos	1.1. Estructura de los cristales 1.2. Estructuras típicas cristalinas 1.3. Estructuras complejas 1.4. Materiales amorfos y parcialmente cristalinos 1.5. Defectos e imperfecciones en los sólidos
2. Propiedades mecánicas	2.1. Esfuerzo y deformación 2.2. Deformación elástica y plástica 2.3. Dislocaciones y mecanismos de endurecimiento 2.4 Rotura
3. Aleaciones Metálicas	3.1. Conformación metálica 3.2. Aleaciones férricas 3.2. Aleaciones no férricas
4. Cerámicas	4.1. Estructuras cerámicas 4.2. Vidrios 4.3. Productos de arcilla 4.4. Refractarios
5. Polímeros	5.1. Estructuras de los polímeros 5.2. Características mecánicas y termomecánicas 5.3. Cristalinidad de los polímeros 5.4. Aplicaciones y conformaciones de los polímeros
6. Materiales compuestos	6.1 Materiales compuestos reforzados con partículas 6.2 Materiales compuestos reforzados con fibras 6.3 Materiales compuestos estructurales
7. Materiales electrónicos	7.1 Ley de Ohm y conductividad eléctrica 7.2 Estructura de las bandas en sólidos 7.3 Conductividad de los metales y aleaciones 7.4 Superconductividad 7.5 Semiconductores y aislantes 7.6 Ferroelectricidad y piezoelectricidad
8. Materiales magnéticos	8.1 Dipolos y momentos magnéticos 8.2 Magnetización, permeabilidad y el campo magnético 8.3 Materiales diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, ferrimagnéticos y antiferromagnéticos 8.4 Materiales magnéticos blandos y duros 8.5 Superconductividad
9. Materiales fotónicos	9.1 El espectro electromagnético 9.2 Interacciones de la luz con los sólidos atómicos y electrónicos 9.2 Refracción, reflexión, absorción y transmisión 9.3 Luminiscencia, fotoconductividad y láseres



10. Propiedades térmicas de los materiales	10.1 Capacidad calorífica y calor específico 10.2 Dilatación térmica 10.3 Conductividad térmica 10.4 Tensiones térmicas										
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida											
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • D. R. Askeland, W. J. Wright. Ciencia e Ingeniería de materiales. 7ta. Edición. CENGAGE Learning Editores, México, D.F. 2017. • W. D. Callister, Jr. Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales, Editorial Reverté, Barcelona, España, 2012. • Schaffer, J. P.; Saxena, A.; Antolovich, S. D.; Sanders, Jr. T. H.; Warner, S. B. Ciencia y Diseño de Materiales para Ingeniería, Compañía Editorial Continental, 1ra. Ed., México, 2000. • Smith, W. F.; Hashemi, J. Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales, Editorial McGraw-Hill, 4ta. Ed. 2006. 											
<p style="text-align: center;">Criterios de evaluación</p> <p>El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:</p> <table border="1" data-bbox="172 1131 1448 1325"> <tr> <td>Tareas y búsqueda en la literatura</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Exposiciones y participación en clase</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Resolución de ejercicios y problemas</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>Exámenes escritos</td> <td>60%</td> </tr> <tr> <td>Asistencia</td> <td>Obligatoria 80 % para derecho a calificación.</td> </tr> </table>		Tareas y búsqueda en la literatura	10%	Exposiciones y participación en clase	10%	Resolución de ejercicios y problemas	20%	Exámenes escritos	60%	Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.
Tareas y búsqueda en la literatura	10%										
Exposiciones y participación en clase	10%										
Resolución de ejercicios y problemas	20%										
Exámenes escritos	60%										
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.										





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
CONTROL DE PROCESOS				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración		Octubre 2019	
				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS017	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el control de procesos tema							
Objetivo Identificar los lineamientos y metodología para el control de procesos, tendientes a la automatización y el uso de computadoras y dispositivos que proporcionen precisión y seguridad en el desarrollo de procesos.							

Perfil del profesor Doctor en Ingeniería o Ciencias Aplicadas. Especialidad: en Ingeniería o Procesos o Instrumentación o con una amplia formación en química o vasta experiencia profesional en el campo de la química.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas



(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

() Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos	
Bloques	Temas
1 Introducción	1.1 Campo de estudio 1.2 Algebra de matrices: Suma, resta, Producto Cruz y producto Punto. Matrices de Iteración. Representación gráfica de una matriz. 1.3 Transformación de sistema ansforms: Trada de Laplace 1.4 Estadística básica para variables al azar 1.5 Operaciones con números complejos: multiplicación, obtención norma y ángulo
2 Conceptos fundamentales de Dinámica y Control	2.1 Características de los sistemas (superposición, interconexión) 2.2 Tipos de respuesta de sistemas de parámetros concentrados y parámetros distribuidos. 2.3 Diseño de sistemas de control simple 2.3.1 Elementos de circuitos de control: Sensores, transmisores, Actuadores 2.3.2 Control de retroalimentación 2.3.3 Diagrama de Estabilidad, Localización de raíces 2.3.4 Control prealimentado
3 Sistemas de Control Multivariable	3.1 Problemas Característicos. 3.2 Control Multivariable 3.2.1 Interacción y estabilidad 3.2.2 Principios de método de diseño multivariable 3.2.3 Estabilidad de sistemas multivariables lineales 3.2.4 Diseño de sistemas multivariable
4 Control digital	4.1 Linealización de Modelos 4.2 Control Discreto 4.4 Control Predictivo basado en Modelos 4.4.1 Función Objetivo 4.4.2 Tipo de Perturbaciones 4.4.3 Ruido en las mediciones. Filtro Kalman
5 Estimación de Variables no Medibles	5.1 Estimación por mínimos cuadrados 5.2 Estimación por probabilidades 5.3 Estimación de varianza mínima no sesgada lineal





Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

Bibliografía

- Strang G Applications of Linear Algebra. Clara cobertura de aspectos de algebra lineal.
- Bequette B.W.(2003) "Process Control: Modeling, Design and Simulation" Prentice Hall General
- Dutton, Thompson, Barraclough (1988) The Art of Control Engineering Pearson. Buena descripción de conceptos de control. Falto actualizar avances recientes.
- Luyben W. L., M. L. Luyben (1997) Essentials of Process Control, Mc GrawHill . Buena descripción de control para ingeniería Química. Buenos ejemplos.
- Ogunnaike, Ray (1994), "Process Dynamics, Modeling and Control", Oxford, Excelente libro de referencia sobre control de procesos.
- Seborg D.E., Edgar T.F., D.A. Mellichamp (2004) "Process Dynamics and Control" , 2nd Ed. J. Wiley
- Sistemas de Control Multivariable
- Pistikopoulos E. N., M.C. Georgiadis, V. Dua, (2007) Multiparametric Model-Based Control, J. Wiley
- Skogestad S. (1998), Multivariable feedback control Analysis and design MATLAB, J Wiley
- Ray, W.H, "Multivariable Process Control - A Survey," Comp. Chem. Engng., 7, 367 (1983).
- Rossiter J. A. (2003) "Model Based Predictive Control- a Practical Approach", CRC Press.
- Mc Avoy T. J. (1998) "A Methodology for screening level control structures in plantwide control systems", Computers Chem. Engng v 22. No 11, pp 1543-1552,
- Mc Avoy T J (1983) Interaction Analysis an ISA Monograph. ISA . Adecuada presentación al problema de interacción de variables. class tp155.7 m35
- Skogestad S (1999) "Plantwide control: The search for the self-optimizing Control structure", IFAC JWorld Congress, Jul.
- Newell R B y Fisher D. G. (1972). "Model Development, Reduction, and Experimental Evaluation for an Evaporator". Ind. Eng. Chem. Process Des. Develop. Vol. 11, No. 2. Págs. 213-221. Control Digital
- Astrom, K.J. B. Wittenmark (1997) Computer-Controlled Systems 3rd Ed, Pearson. Excelente referencia a los conceptos de control digital.
- Astrom, K.J (1970) Introduction to Stochastic Control Theory. Academic Press.
- Rossiter J. A. (2003) "Model Based Predictive Control- a Practical Approach", CRC Press . Descripción clara de conceptos. Estimación de Variables no Medibles
- J.Ackerman.et. al. (1993), "Robust Control. Systems with Uncertain Physical Parameters" Springer. Buena descripción de aspectos sobre incertidumbre en procesos físicos.
- Ljung L, T Glad Modeling of Dynamic Systems (Prentice Hall 1994). Buen resumen sobre técnicas de identificación de procesos.

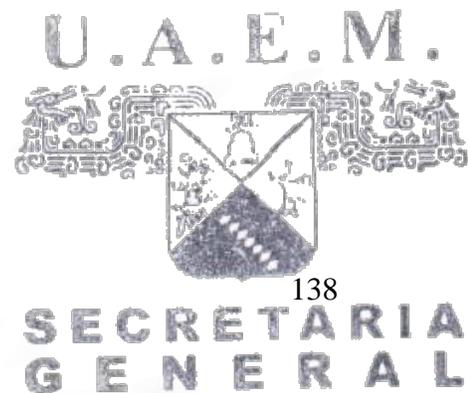


- S. J. Qin Subspace Identification Methods. Descripción clara de descripción basada en subespacios
Herramientas Computacionales:
- MathWorks Matlab The Language of Technical Computing Version 7
- Chapman “Matlab Programming for Engineers” Books/Coole (2000)
- Bemporad, A. Morari, M., and N.L. Ricker, (2004) “Model Predictive Control Toolbox”, The Mathworks, Inc.
- O’Connell, “Optimization ToolBox”, The Mathworks, Inc

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria, 80% para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
CORROSIÓN ATMOSFÉRICA				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración		Octubre 2019	
Dr. Jorge Uruchurtu Chavarín				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS018	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el estudio del tema de corrosión atmosférica: sus efectos. Métodos de protección y su evaluación							
Objetivo Examinar el problema de la corrosión atmosférica: causas, efectos, métodos de control y daños a los materiales, con énfasis en los materiales metálicos y estructuras que contienen elementos metálicos, métodos de medición y evaluación. Examinar el problema de la corrosión atmosférica: causas, efectos, métodos de control y daños a los materiales, con énfasis en los materiales metálicos y estructuras que contienen elementos metálicos, métodos de medición y evaluación.							
Perfil del profesor Doctor con estudios en medio ambiente y degradación de materiales metálicos. Doctor con estudios en medio ambiente y degradación de materiales metálicos.							
Competencias que contribuyen al perfil de egreso							
Competencias genéricas							
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación							
Competencias específicas							



() Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

(X) Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos

Bloques

1. Impacto ambiental sobre materiales
2. Corrosión atmosférica
3. Parámetros meteorológicos
4. Contaminantes atmosféricos
5. Efectos sobre los animales
6. Efectos sobre las plantas
7. Efectos sobre los seres humanos
8. Efecto sobre los materiales
9. Métodos de control
10. Estándares de calidad del aire
11. Corrosión atmosférica
12. Corrosión en concreto
13. Corrosión en metales
14. Métodos de medición
15. Estándares ISO
16. Técnica de alambre sobre tornillo
17. Técnicas electroquímicas
18. Estudio de casos

Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

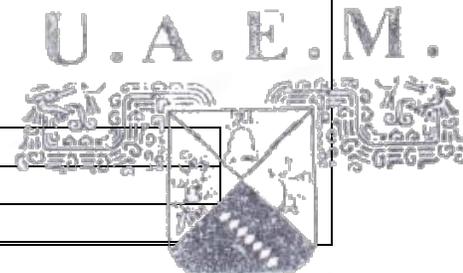
Bibliografía

- Corrosión atmosférica: Joan Genesca
- Corrosión N. Greene

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



Instituto de
Investigación en
Ciencias
Básicas y
Aplicadas



CIICAp

Plan de Estudios
Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas

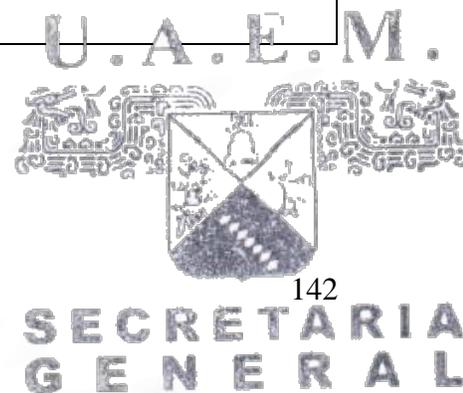
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
CORROSIÓN DE MATERIALES				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. José Gonzalo González Rodríguez				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS019	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante los principales tipos de corrosión, sus causas y mecanismos							
Objetivo Analizar la teoría involucrada en el fenómeno de corrosión y los métodos empleados para su prevención Analizar la teoría involucrada en el fenómeno de corrosión y los métodos empleados para su prevención.							

Perfil del profesor Doctor en Ingeniería o Ciencias Aplicadas. Área del conocimiento: en Química o Ingeniería Química o con una amplia formación en química o vasta experiencia profesional en el campo de la química. Doctor en Ingeniería o Ciencias Aplicadas. Área del conocimiento: en Química o Ingeniería Química o con una amplia formación en química o vasta experiencia profesional en el campo de la química.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas



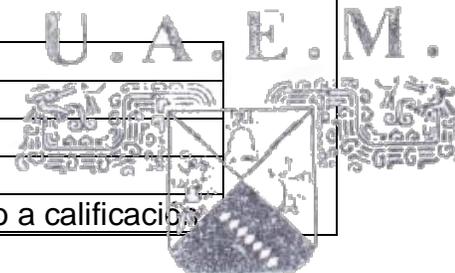


(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

() Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos	
Bloques	Temas
1. Introducción	1.1 Definición de la corrosión 1.2 Importancia de la corrosión 1.3 La corrosión desde el punto de vista científico 1.4 La corrosión desde el punto de vista de la ingeniería.
2. Termodinámica de la corrosión	2.1 Segunda ley de termodinámica 2.2 Energía libre de Gibbs 2.3 Potenciales Químicos, eléctricos y electroquímicos 2.4 Cambio de Energía Libre de Gibbs para una reacción electroquímica 2.5 Cálculo de potenciales electroquímicos 2.6 Serie electroquímica y galvánica de los potenciales 2.7 Electrodo de referencia 2.8 Reacciones de evolución de hidrógeno y reducción de agua 2.9 Diagramas de Pourbaix (Potencial-pH)
3. Cinemática de la corrosión	3.1 Definición de ánodo, cátodo, oxidación, reducción. 3.2 Ley de acción de masas 3.3 Ecuación de Buttler-Volmer 3.4 Conceptos de sobrepotencial y polarización 3.5 Ecuación de Tafel 3.6 Ley de Ohm (polarización lineal) 3.7 Diagramas de Evans (Potencial-corriente) 3.8 Principales procesos anódicos y catódicos
4. Tipos de corrosión Localizada	4.1 Corrosión galvánica 4.2 Dealeación (grafitización, desintificación, desniquelización, etc.) 4.3 Corrosión por deaeración diferencial 4.4 Corrosión bajo depósitos 4.5 Corrosión por hendiduras 4.6 Corrosión intergranular 4.7 Corrosión bajo esfuerzos (tensión-corrosión, corrosión-fatiga, fragilización por hidrógeno)



	<p>grafilización por metales sólidos, fragilización cáustica)</p> <p>4.8 Corrosión por picadura</p> <p>4.9 Corrosión por corrientes vagabundas o parásitas.</p> <p>4.10 Corrosión microbiana (anaeróbica, aeróbica, oxidación de metales)</p>										
5. Tipos de Corrosión Uniforme o Genera	<p>5.1 Corrosión en suelos</p> <p>5.2 Corrosión acuosa</p> <p>5.3 Corrosión atmosférica</p> <p>5.4 Corrosión en concreto</p> <p>5.5 Oxidación en alta temperatura</p> <p>5.6 Sulfidación</p> <p>5.7 Nitruración</p> <p>5.8 Halogenación</p> <p>5.9 Carburización</p> <p>5.10 Metal-dusting</p> <p>5.11 Corrosión en alta temperatura (corrosión por sales fundidas, corrosión por vanadatos, etc.)</p>										
6. Métodos de prevención de la corrosión	<p>6.1 Selección de materiales</p> <p>6.2 Recubrimientos (orgánicos, inorgánicos, metálicos)</p> <p>6.3 Protección anódica</p> <p>6.4 Protección catódica</p> <p>6.5 Inhibidores</p> <p>6.5 Biocidas</p> <p>6.6 Control químico del agua.</p>										
<p>Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida</p>											
<p>Bibliografía</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pierre R. Roberge, "Corrosion Engineering: Principles and Practice", • Mars G. Fontana, Corrosion Engineering, McGraw Hill 											
<p>Criterios de evaluación</p>											
<p>El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:</p>											
<table border="1"> <tr> <td>Tareas</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Exposiciones</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Reportes de investigación</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>Exámenes escritos</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>Asistencia</td> <td>Obligatoria 80 % para derecho a calificación</td> </tr> </table>	Tareas	10%	Exposiciones	10%	Reportes de investigación	40%	Exámenes escritos	40%	Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación	
Tareas	10%										
Exposiciones	10%										
Reportes de investigación	40%										
Exámenes escritos	40%										
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación										



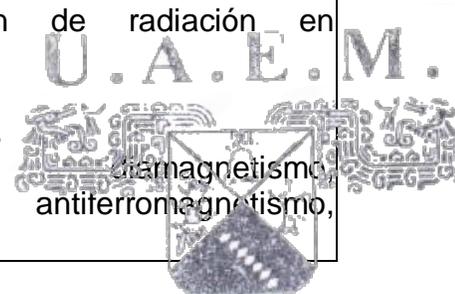
Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
DEFECTOS EN CRISTALES Y MATERIALES				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración		Octubre 2019	
Dr. Kakazyey Mykola				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS020	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema defectos en cristales y materiales							
Objetivo Analizar el estado sólido desde un punto de vista de la Ciencia de Materiales.							

Perfil del profesor Doctor en Física, en Materiales o en Química	
Competencias que contribuyen al perfil de egreso	
Competencias genéricas	
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación	
Competencias específicas	
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.	
Contenidos	
Bloques	Temas





1. Introducción	
2. Átomos.	<p>2.1 Tres componentes de todo del mundo: electrón +protón + neutrón.</p> <p>2.2 Nucleas: isotopos y estabilidad.</p> <p>2.3 Átomos: construcción eléctrica, geométrica y energética. Configuraciones electrónicas.</p> <p>2.4 Niveles energéticos y transiciones posibles. Espectros atómicos. Propiedades de átomos.</p>
3. Estructuras cristalinas simples.	<p>3.1 Introducción.</p> <p>3.2 Empaquetamiento compacto.</p> <p>3.3 Estructuras centrada en el cuerpo y primitiva.</p> <p>3.4 Redes y celdas unitarias.</p> <p>3.5 Sólidos cristalinos.</p> <p>3.6 Energía reticular.</p> <p>3.7 Defectos en cristales.</p>
4. Enlace en sólidos y propiedades electrónicas.	<p>4.1 Introducción.</p> <p>4.2 Enlace en sólidos: modelo de bandas.</p> <p>4.3 Conductividad electrónica: metales simples.</p> <p>4.4 Semiconductores.</p> <p>4.5 Bandas en compuestos.</p>
5. Materiales no estequiométricos.	<p>5.1 Introducción.</p> <p>5.2 Defectos y su concentración.</p> <p>5.3 Conductividad iónica en sólidos.</p> <p>5.4 Electrolitos sólidos.</p> <p>5.5 Fotografía.</p> <p>5.6 Compuestos no estequiométricos.</p> <p>5.7 Propiedades electrónicas de los óxidos no estequiométricos.</p>
6. Sólidos de baja dimensionalidad.	<p>6.1 Introducción.</p> <p>6.2 Sólidos unidimensionales.</p> <p>6.3 Sólidos bidimensionales.</p>
7. Zeolitas.	<p>7.1 Introducción.</p> <p>7.2 Composición y estructura.</p> <p>7.3 Preparación de zeolitas.</p> <p>7.4 Determinación de estructuras.</p> <p>7.5 Aplicación de las zeolitas.</p>
8. Propiedades de los sólidos.	<p>8.1 Introducción.</p> <p>8.2 Interacción de la luz y los átomos.</p> <p>8.3 Absorción y emisión de radiación en semiconductores.</p> <p>8.4 Fibras ópticas.</p> <p>8.5 Susceptibilidad magnética.</p> <p>8.6 Paramagnetismo, diamagnetismo, ferromagnetismo, antiferromagnetismo, ferrimagnetismo.</p>





	<p>8.7 Descubrimiento de los superconductores. 8.8 Propiedades magnéticas de los superconductores. 8.9 Estructuras cristalinas de los superconductores de la alta temperatura.</p>										
<p>Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida</p>											
<p>Bibliografía</p> <ul style="list-style-type: none"> • QUIMICA DEL Cristales imperfectos, A.F. KRÓGER, EINDHOVEN, THE NETHERLANDS 											
<p style="text-align: center;">Criterios de evaluación</p> <p>El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:</p> <table border="1" data-bbox="237 905 1382 1096"> <tr> <td>Tareas</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Exposiciones</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Reportes de investigación</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>Exámenes escritos</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>Asistencia</td> <td>Obligatoria 80 % para derecho a calificación.</td> </tr> </table>		Tareas	10%	Exposiciones	10%	Reportes de investigación	40%	Exámenes escritos	40%	Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.
Tareas	10%										
Exposiciones	10%										
Reportes de investigación	40%										
Exámenes escritos	40%										
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.										



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE TRABAJO				Metodológico		X	Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Rosenberg Javier Romero Domínguez				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
INV02				10	X	Obligatoria	Presencial
						Optativa	
Presentación							
Propósito Identificar las herramientas académicas para realizar la investigación propuesta con base a los recursos existentes en la sede académica o en estancias de investigación en una forma secuencial que conduzca a probar la hipótesis científica planteada.							
Objetivo Realizar un planteamiento con una secuencia lógica de actividades para realizar una investigación científica.							

Perfil del profesor Director de Tesis del estudiante; Doctor en el área del tema del estudiante o relacionada.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input checked="" type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.



Estrategias de enseñanza

Discusión dirigida

Bibliografía

- La pertinente al tema definido por el estudiante y el asesor.

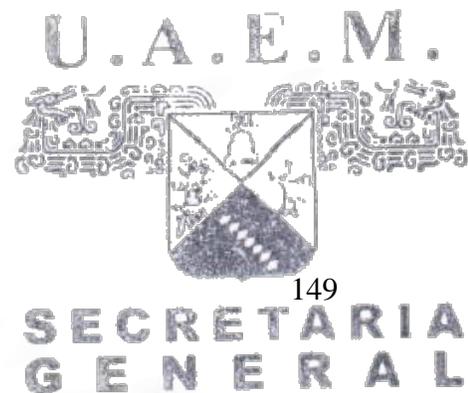
Criterios de evaluación

Presentación tutorial al comité en que se evalúan los siguientes aspectos:

Reporte escrito: 30 %

Presentación oral (en inglés o español): 25 %

Avance del proyecto 45 %





Unidad Académica		Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas					
Programa Educativo		Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas					
Unidad de Aprendizaje DINÁMICA DE FLUIDOS COMPUTARIZADA (CFD)				Eje de formación			
				X	Metodológico		Investigación
Elaboró Dra. Laura Lilia Castro Gómez				Elaboración			Octubre 2019
				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS021	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas y prácticas a nivel de investigación de posgrado para el tema de Dinámica de Fluidos Computacional							
Objetivo Conocer la mecánica de fluidos y análisis numéricos para aplicarse en la solución de problemas ingenieriles de flujo de fluidos. Se dará énfasis a la precisión, estabilidad y convergencia de una solución basada en CFD.							

Perfil del profesor Doctor en Ingeniería Mecánica, en Física o en Filosofía con orientación a mecánica de fluidos.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación <input type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

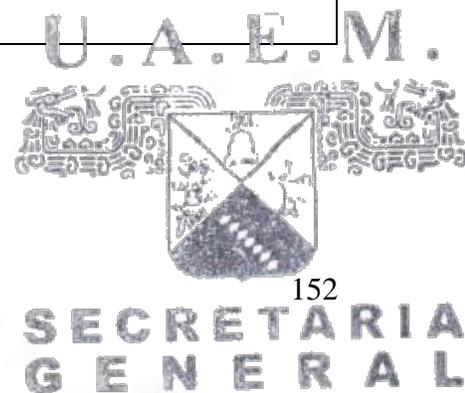


Contenidos	
Bloques	Temas
1 Introducción	1.1. Qué es la Dinámica de Fluidos computacional 1.2. Aplicaciones 1.3. Ecuaciones de conservación (Navier-Stokes) 1.4. Conservación de masa 1.5. Conservación de cantidad de movimiento 1.6. Conservación de energía
2 Dominio de flujo	2.1 Dimensiones 2.2 Geometría 2.3 El problema de escalas
3 Mallado del dominio discretización de las ecuaciones	3.1 Condiciones de frontera 3.1.1 Entradas 3.1.2 Salidas 3.1.3 Planos y ejes de simetría 3.1.4 Condiciones periódicas 3.1.5 Métodos de discretización 3.2 Tipos de mallas 3.2.1 Estructuradas 3.2.2 No-estructuradas 3.2.3 Híbridas
4 Metodología CFD	4.1 Pre-procesamiento 4.2 Procesamiento 4.3 Post-procesamiento 4.4 Software de solución
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas,	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • Introduction to Computational Fluid Dynamics: Development, Application and Analysis. Atul Sharma. Wiley 2016. • Computational techniques for Fluid Dynamics, (Vol. I y II), A. J. Fletcher, Third Edition, Springer-Verlag, 2001. • An Introduction to Computational Fluid Dynamics H K Versteeg and W Malalasekera, Second Edition, Pearson Prentice Hall 2007. • An introduction to computational fluid dynamics, Peric, Springer-Verlag, 1996. 	
Criterios de evaluación	
El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos: <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de una práctica de elaboración de mallado. • Proyecto final por escrito de un problema resuelto mediante la metodología CFD cuenta 50% de la calificación. 	



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
DINÁMICA DE SEMICONDUCTORES				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Volodymyr Grimalsky				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS022	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema de la dinámica de semiconductores							
Objetivo Conocer y aplicar en la práctica los métodos para analizar los procesos dinámicos en semiconductores, como los métodos de la masa efectiva, cinéticos e hidrodinámicos para escribir la dinámica de los portadores en semiconductores. Investigar la interacción del campo electromagnético con los portadores, los tipos de oscilaciones y ondas lineales en plasma de semiconductores sin y con el campo magnético externo. Saber las inestabilidades del plasma de semiconductores.							

Perfil del profesor Doctor en Ciencias de Física, Electrónica
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas





(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

() Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos	
Bloques	Temas
I. Introducción.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los sólidos. Sus características. 2. La mecánica cuántica básica. 3. Electrodinámica de los medios básica. 4. La física estadística en equilibrio. Distribución de Gibbs. 5. Fenómenos no-equilibrios. Cinética física clásica y cuántica.
II. La física de semiconductores básica.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las redes cristalinas. Los tipos de enlaces químicos. 2. Las oscilaciones de la red cristalina. Los fonones ópticos y acústicos. 3. Los electrones en el potencial periódico. Las bandas energéticas. La banda prohibida. La ley de dispersión. La masa efectiva. Los huecos. 4. Estadística de los electrones y huecos. Nivel de Fermi. 5. La estructura de las bandas en los semiconductores principales. Los semiconductores con la banda prohibida delgada y sin la banda prohibida. El graphene. 6. El método de la masa efectiva. La dinámica cuasi-clásica de los portadores. Velocidad y aceleración. La segunda ley de Newton. 7. Impurezas. Posición de nivel de Fermi en semiconductores no-degeneradas y degeneradas.
III. La dinámica de los portadores en semiconductores.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las ecuaciones cuasi-hidrodinámicas para los portadores. Recombinación y generación de portadores. El tiempo de la vida. 2. Arrastre y difusión. Cuasi-niveles de Fermi. 3. El movimiento y espectro de los portadores en los campos eléctricos y magnéticos. 4. El movimiento ambipolar.
IV. Cinética de los portadores.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Teoría fenomenológica de los procesos de transporte. 2. La ecuación de Boltzmann. Las ecuaciones auto-consistentes (de Vlasov). La ecuación para la matriz





	<p>de densidad de Von Neumann.</p> <p>3. Procesos de dispersión con los fonones ópticos y acústicos.</p> <p>4. El tiempo de relajación.</p>
V. Ondas del plasma de semiconductores.	<p>1. Descripción hidrodinámica y cinética para las ondas.</p> <p>2. Ondas en el plasma de semiconductores sin en campo magnético.</p> <p>3. Ondas en el plasma con el campo magnético.</p>
VI. Inestabilidades en semiconductores.	<p>1. Los portadores calientes. Transiciones entre las valles. Efecto Gunn.</p> <p>2. Tunelado de los portadores. Tunelado resonante.</p> <p>3. Efecto acusto-electronico.</p> <p>4. Inestabilidades y no-linealidad en semiconductores con la banda prohibida delgada.</p>

Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

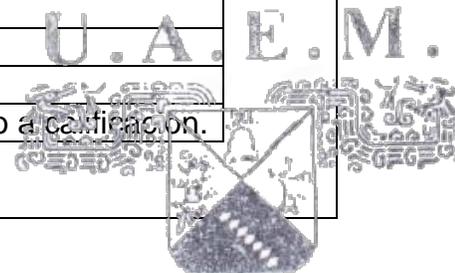
Bibliografía

- K.F. Brennan, The Physics of Semiconductors. Cambridge Univ. Press, 1999.
- C. Kittel, Introduction to Solid State Physics. Wiley, N.Y., 1999.
- K. Seeger, Semiconductor Physics. Springer, N.Y., 2004.
- K. Aoki, Nonlinear Dynamics and Chaos in Semiconductors. IOP Publ, Bristol, 2001.
- B.K. Ridley, Quantum Processes in Semiconductors. Clarendon Press, Oxford, 1999.
- S.M.Sze and K.K. Ng, Physics of Semiconductor Devices. Wiley, N.Y., 2007.
- Y. Fu and M. Willander, Physical Models of Semiconductor Quantum Devices. Kluwer, Dordrecht, 1998.
- J. Chu and A. Cher, Physics and Properties of Narrow-Gap Semiconductors. Springer, N.Y., 2008.
- P.Y. Yu and M.Cardona, Fundamentals of Semiconductors. Springer, N.Y., 2010.
- D.K. Ferry, An Introduction to Quantum Transport in Semiconductors. Pan Stanford Publ., Singapore, 2018.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
DISEÑO DE ANTENAS DE PARCHÉ				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración		Octubre 2019	
Dra. Margarita Tecpoyotl Torres				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS023	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el diseño de antenas de parche.							
Objetivo Analizar los principios del diseño de antenas de parche							

Perfil del profesor Doctor en Ingeniería o Ciencias. Área del conocimiento: en Electrónica, Ingeniería Eléctrica, Control, Comunicaciones, o alguna otra con una amplia formación académica en sistemas de comunicaciones o una vasta experiencia profesional en el campo de sistemas de comunicaciones.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input checked="" type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input checked="" type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.



Contenidos	
Bloques	Temas
1. Principios de la formación y envío de señales.	1.1 Breve reseña histórica 1.2 Bandas de frecuencia 1.3 Fundamentos de Electromagnetismo
2. Fundamentos de las antenas	2.1 Tipos de antenas 2.2 Parámetros de una antena. 2.2.1 Impedancia de entrada. 2.2.2 Razón de onda estacionaria (VSWR). 2.2.3 Ancho de Banda (Bandwidth). 2.2.4 Regiones de campo de una antena. 2.2.5 Patrones de radiación. 2.2.6 Diagramas de radiación. 2.2.7 Parámetros del diagrama de radiación. 2.2.8 Directividad. 2.2.9 Ganancia. 2.2.10 Polarización.
3. Antenas de parche	3.1 Ventajas y limitaciones de las antenas de parche. 3.2 Características de los materiales. 3.3 Tipos de Geometría. 3.4 Tipos de alimentación.
4. Métodos y modelos análisis	4.1 Método de los Momentos 4.2 Herramientas de simulación
5. Diseño de la antena rectangular de parche	5.1 Ecuaciones de diseño. 5.2 Ganancia. 5.3 Alimentación.
6. Criterios para optimizar características de antenas de parche	6.1 Ranuras. 6.2 Cortes 6.3 Defectos
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • Atef Z. Elsherbeni, Payam Nayeri and C. J. Reddy (2014). Antenna Analysis and Design Using FEKO Electromagnetic Simulation Software. ISBN 978-1-61353-205-8 (hardback). • Margarita Tecpoyotl Torres (2007). Manual Introducción al Diseño De Antenas. Spitech Publishing. • Balanis, C. A. (2005). Antenna Theory. Third Edition, Wiley Interscience. • Chang, K. (2000). RF Microwave Wireless Systems. Wiley Interscience • Garg, C., Bharthia, P., & Bahl, I. (2001). Microstrip Antenna Design Handbook. Norwood, MA: Artech House Inc. 	



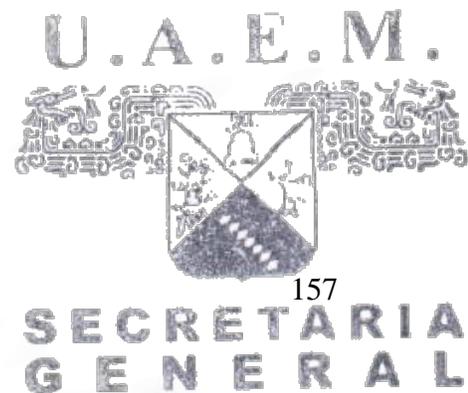
- James, J.R. & Hall, P.S. (1989). Handbook of Microstrip Antennas. London, UK: Peter Peregrinus Ltd.
- Kumar, G., Ray, K.P. (2003). Broadband Microstrip Antennas. Norwood, MA, USA: Artech House, Inc.
- Wolff, E. A., and Kaul R., (1998). Microwave Engineering Systems Applications. New York. John Wiley & Sons.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	20%
Exposiciones	20%
Proyecto	30%
Exámenes escritos	30%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.

La modalidad del proceso enseñanza-aprendizaje consiste en: Clases teóricas - Prácticas a cargo del profesor, exposiciones por parte de los estudiantes, así como estudio y trabajo individual del alumno para resolver problemas. Se privilegia, durante el curso, a la comunicación y el análisis de los problemas planteados en clase y los resueltos por parte del estudiante.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
DISEÑO DE VLSI				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS024	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema de diseño de VLSI							
Objetivo Qué el estudiante conozca el funcionamiento y principios de fabricación del transistor MOS, así como la metodología básica para el diseño de circuitos VLSI.							

Perfil del profesor Doctor en Electrónica o área afín.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.
Contenidos



Bloques	Temas
1. Introducción.	
2. Física y modelado del transistor MOS	2.1. Voltaje de umbral 2.2. Características de Voltaje-Corriente 2.3. Capacitancias 2.4. Corrientes de fuga 2.5. Resistencias parásitas 2.6. Efectos de canal corto 2.7. Escalamiento
3. Fabricación y layouts de circuitos integrados CMOS	3.1. Óxidos 3.2. Capas de metal 3.3. Fotolitografía 3.4. Aislamiento y pozos 3.5. Flujo de proceso CMOS
4. Inversor CMOS	4.1. Circuito básico 4.2. Características de switcheo 4.3. Capacitancia de salida 4.4. Diseño 4.5. Disipación de potencia
5. Circuitos en Lógica Estática	5.1. Estructura general 5.2. Compuertas 5.3. Lógica combinacional 5.3. Flip-flops
6. Lógica de Switcheo	6.1. Compuertas de transmisión 6.2. Latches y flip-flops 6.3. Lógica de arreglos
7. Lógica Síncrona	7.1. Señales de reloj 7.2. Carga 7.3. Lógica Dinámica 7.4. Lógica dominó CMOS 7.5. Estructuras NORA
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> ▪ Neil. H. E. Weste and Kamran Eshraghian, "Principles of CMOS VLSI Design". Addison- Wesley Publishing Company. ▪ John P. Uyemura, "Circuit Design for CMOS VLSI", Kluwer Academic Publishers, 2002. E-Book ISBN: 0-306-47529-4. Print ISBN: 0-793-8252-0 	



Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas 50%

4 Exámenes escritos 50%



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS				Eje de formación			
				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración		Octubre 2019	
				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS025	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el diseño y optimización de procesos							
Objetivo Generar en el alumno la capacidad de diseño y optimización de procedimientos útiles en los procesos químicos.							

Perfil del profesor Doctor en Ingeniería o Ciencias Aplicadas. Área del conocimiento en: Procesos o Ingeniería Industrial o Ingeniería Química o con una amplia formación en química o vasta experiencia profesional en el campo de la química.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación <input type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.



Contenidos	
Bloques	Temas
1 Diseño de Procesos	1.1 Balances de materia y energía 1.2 Energía de los procesos 1.3 Efluentes en los procesos 1.4 Selección de procesos 1.5 Diseño conceptual de procesos: Secuencia de Etapas
2 Objetivos de la optimización: influencias en competencia	2.1 Restricciones y función objetivo. 2.2 Planteamiento de los problemas de investigación 2.3 Modelado de los procesos a optimizar 2.4 Tipos de objetivos y restricciones
3 Optimización Continua para Procesos sin restricciones	3.1 Formulación de la función Objetivo 3.2 Condiciones necesarias y suficientes 3.2.1 Métodos para una función 3.2.2 Fibonacci, Sección Dorada 3.2.3 Métodos para varias funciones 3.2.4 Gradiente 3.2.5 QuasiNewton: BFGS 3.3 Métodos directos
4 Optimización Continua para Procesos con restricciones	4.1 Características de los problemas con restricciones 4.1.1 Condiciones de optimalidad 4.1.2 Tipos de restricciones 4.2 Multiplicadores de Lagrange 4.3 Programación cuadrática
5 Programación Dinámica para optimización de Operación	
6. Optimización Entera para optimización de Diseño	6.1 Conceptos básicos 6.2 Soluciones con grafos 6.3 Método Simplex 6.4 Método de Puntos interiores
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	





Bibliografía

- Faires R, Burden; "Numerical Analysis" (1982)
- Floudas C.A., P. M. Paralos, "Encyclopedia of Optimization" 2nd Ed (2009)
- Kahaner D., C. Moler, S. Nash; "Numerical Methods and Software" (1989)
- Chapra S. C. y R P Canale "Métodos Numéricos para Ingenieros" Mc Graw Hill Interamericana (1988)
- Edgar T. F., D M Himmelblau Optimization of Chemical Processes, Mc Graw Hill (1988)
- Geankoplis "Procesos de Separación", ed CECSA
- Nocedal J., S.J. Wright (2006) "Numerical Optimization", 2nd Ed
- Nicolás J. Scenna y col. Modelado, Simulación y Optimización de Procesos Químicos ISBN: 950-42-0022-2 - ©1999
- Biegler, Grossmann & Westerberg (1997) Systematic Methods for Chemical Engineering Design. Prentice-Hall
- Venkataraman P.(2001) Applied Optimization with MATLAB Programming, John Wiley Solución de Ecuaciones no lineales
- Schnabel "Numerical Methods for Unconstrained optimization and Nonlinear equations", SiaPrentice Hall (1983) Buena descripción de Métodos de Newton y QuasiNewton. Optimización
- Biegler L.T. (2010) "Nonlinear Programming: Concepts, Algorithms, and Applications to Chemical Processes" SIAM
- Douglas, J.M.,(1988) Conceptual Design of Chemical Process, McGrawHill
- Fletcher R V I Unconstrained Optimizacion V 2 Constrained Optimization" John Wiley, 1980. Referencia Clásica. Prof. Fletcher continua trabajando en el tema. El ha desarrollado
- Gill P E, W Murray and M H Wright Practical Optimization Academic Press, London, 1981.
- Pistikopoulos E. N., M.G. Georgiadis, V. Dua, (2007) Multiparametric Programming J. Wiley Cubre aspectos de ajuste de parámetros y controles Optimización a Gran Escala
- Coleman T F ,Y Li Large Scale Numerical Optimization SIAM (1989)
- Boggs P T, R H Byrd, R B Schnabel Numerical Optimization SIAM (1984).
- Conn A R, R I. M Gould, P Toint Trust Region Methods. SIAM (2000) Optimizacion de Operaciones
- Holden Day (1986) "Introduction to Operations Research" Aplicación
- Liptak B. G. "Optimization of Industrial Unit Process", CRC (199) K. D, R. Sriwar lane L. Biegler, Optimization of pressure Swing Adsorption process using Zeolite 13X for CO2 sequestration" Submitted to Ind &Eng Chem Res (2002).
- Zamora J.M. and I.E. Grossmann, Continuous Global Optimization of Structured Process Systems Models. Computers and Chem. Engng. 22(12), 1749-1770 (1998).



Herramientas Computacionales

- Mathworks Inc, Matlab, Matlab. Coleman T., Optimization Toolbox
- Fmincon Minimización sin restricciones. fminunc Minimización con restricciones
- http://www.sie.arizona.edu/MORE/hall_fame.html

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria, 80% para derecho a calificación.



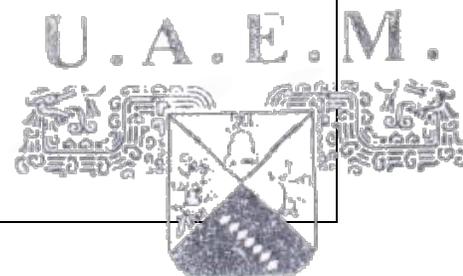


Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
ELECTRODINÁMICA				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Héctor Manuel Castro Beltrán				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS025	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema de propagación de radiación electromagnética en diversos medios y los procesos de emisión de radiación.							
Objetivo Profundizar en el conocimiento de los mecanismos electromagnéticos de la propagación de ondas en materiales y de la emisión de radiación.							

Perfil del profesor Doctor en el área de Física o Ingeniería Electrónica.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación
<input type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.
Contenidos



Bloques	Temas
1. Ondas Electromagnéticas	1.1 Ecuaciones de Maxwell 1.2 Energía de una onda electromagnética 1.3 Ecuación de Onda 1.4 Condiciones en la frontera
2. Ondas Monocromáticas	2.1 Medios no conductores 2.2 Polarización 2.3 Densidad y flujo de energía 2.4 Medios conductores
3. Propagación en Medios Dieléctricos	3.1 Reflexión y refracción en dieléctricos 3.2 Angulo de Brewster 3.3 Fibras ópticas
4. Propagación en Medios Conductores	4.1 Reflexión y refracción en medios conductores 4.2 Propagación entre placas paralelas 4.3 Guías de onda 4.4 Cavidades resonantes
5. Propagación en Cristales	5.1 Tensor dieléctrico en medios anisotrópicos 5.2 Velocidad de fase y velocidad de rayo 5.3 Fórmulas de Fresnel 5.4 Propagación en cristales uniaxiales y biaxiales
6. Dispersión y Absorción	6.1 Modelo de Lorentz 6.2 Índice de refracción complejo 6.3 Cargas ligadas 6.4 Cargas libres
7. Emisión de radiación	7.1 Radiación dipolar 7.2 Radiación de una antena 7.3 Potenciales de Lienard-Wiechert 7.4 Campo de una carga puntual
Estrategias de enseñanza Resolución de ejercicios y problemas, Uso de software para resolver problemas Aprendizaje cooperativo	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • M. A. Heald and J. B. Marion, Classical Electromagnetic Radiation (Dover, 2012). • A. Zangwill, Modern Electrodynamics (Cambridge University Press, 2013) • J. R. Reitz, F. J. Milford, R.W. Christy, Fundamentos de la Teoría Electromagnética (Pearson, 1996). 	
Criterios de evaluación	
El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:	
Tareas	50%
3 Exámenes escritos	50%





Las tareas son aproximadamente una cada semana, excepto cuando hay examen. Exámenes: Primero, unidades 1-3; Segundo, unidades 4 y 5; Tercero, unidades 6 y 7.

La modalidad del proceso enseñanza-aprendizaje consiste en: Clases teóricas a cargo del profesor, y estudio y trabajo individual del alumno para resolver problemas.



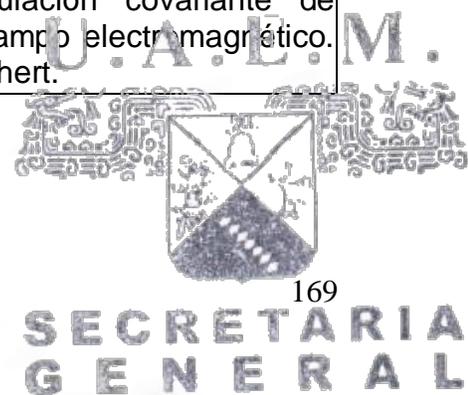
Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
ELECTROMAGNETISMO BÁSICO				<input checked="" type="checkbox"/>	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Volodymyr Grimalsky				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS026	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					<input checked="" type="checkbox"/>	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema de electromagnetismo básico							
Objetivo Conocer y aplicar en la práctica las ideas básicas del campo electromagnético para ingeniería eléctrica, electrónica, comunicaciones.							

Perfil del profesor Doctor en Ciencias de Física, Electrónica, Comunicaciones, Óptica.	
Competencias que contribuyen al perfil de egreso	
Competencias genéricas	
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación	
Competencias específicas	
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.	
Contenidos	
Bloques	Temas





1. Aparato matemático.	Algebra vectorial. Calculo vectorial. Transformada de Fourier. Sistemas de coordenadas. La aplicación de las funciones generalizadas. El sentido físico de las operaciones matemáticas.
2. Las ecuaciones de Maxwell microscópicas como la generalización de los factos experimentales.	Fundamentos experimentales. Cargas y campos. Corrientes. Fuerzas electromagnéticas. La ley de Coulomb. Ausencia de las cargas magnéticas. La ley de Faraday. Inducción electromagnética. La corriente del desplazamiento. Las ecuaciones de Maxwell en la forma integral – la base del electromagnetismo. Las ecuaciones de Maxwell en la forma diferencial. La densidad de energía, flujo de energía, impulso del campo electromagnético. Electroestática y magnetoestática del vacío como el caso parcial del electromagnetismo general. Los potenciales electromagnéticos. Las calibraciones de Coulomb y Lorentz (gauges). Unidades y dimensiones
3. Las ecuaciones de Maxwell macroscópicas.	Promedios. Dipolos eléctricos. La polarización eléctrica. Los tipos de corrientes microscópicas. Las corrientes de polarización. Dipolos magnéticos. Magnetización y corriente de magnetización. Permitividad eléctrica y permeabilidad magnética. Las condiciones de la frontera. Electroestática y magnetoestática de los medios. El campo electromagnético cuasi-estacionario. Los circuitos de la corriente alternativa.
4. Dispersión de la permitividad eléctrica.	Dispersión temporal. Permitividad compleja. Energía y flujo en los medios dispersivos. Medios anisótropos. Girotopia. Plasmas.
5. Propagación de ondas electromagnéticas.	Ecuación de ondas. Ondas planas. Polarización. Ondas cilíndricas y esféricas. Reflexión y refracción de ondas. Ondas en medios anisótropos.
6. Radiación de ondas electromagnéticas.	Ecuación de ondas para potenciales. Soluciones retardadas y avanzadas. Campos de radiación. Las zonas cercanas, intermedias y lejanas (de la radiación). Radiación dipolar eléctrica y magnética. Antenas.
7. Teoría de relatividad especial.	La base experimental. Transformación de Lorentz. Mecánica relativística. Formulación covariante de electrodinámica. Tensor del campo electromagnético. Potenciales de Lienard – Wiechert.





Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

Bibliografía

- W.Panofsky, M.Philips, Classical Electricity and Magnetism, Dover Publ., Mineola, NY, 2005.
- J.D.Jackson, Classical Electrodynamics, Wiley, N.Y., 1998.
- R.Murphy, Teoría Electromagnetica, 1999.
- L.Landau, E.Lifshitz, The Classical Theory of Fields, Pergamon, London, 1985.
- L.Landau, E.Lifshitz, Electrodynamics of Continuous Media, Pergamon, London, 1984.
- L.B.Felsen, N.Marcuvitz, Radiation and Scattering of Waves, IEEE Press, 1994.
- I.N. Topygin, Electromagnetic Phenomena in Matter. Wiley, N.Y., 2015.
- D.J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics, Prentice Hall, New Jersey 1999.
- M. Dressel and G. Gruner, Electrodynamics of Solids. Optical Properties of Electrons in Matter. CUP, Cambridge, 2002.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje ELECTRÓNICA				Eje de formación			
				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración		Octubre 2019	
				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS027	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema de la electrónica							
Objetivo Conocer los principios de la electrónica básica y aplicada; así como de los componentes y sistemas básicos que en ella se desarrollan.							

Perfil del profesor Doctor en Ciencias o en el área de Ingeniería Electrónica.	
Competencias que contribuyen al perfil de egreso	
Competencias genéricas	
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación	
Competencias específicas	
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.	
Contenidos	
Bloques	Temas



1 Introducción	1.1 Conceptos fundamentales 1.2 Redes resistivas 1.3 Capacitancia e inductancia 1.4 Aplicaciones
2 Diodos y aplicaciones	2.1 Unión P-N 2.2 Diodos rectificadores 2.3 Diodos de propósito general 2.4 Aplicaciones
3 Transistores y aplicaciones	3.1 Transistores BJT 3.2 Configuraciones 3.3 Transistores MOS 3.4 Amplificadores con transistores 3.5 Aplicaciones
4 Amplificadores Operacionales	4.1 Ideal 4.2 No ideal 4.3 Aplicaciones
5 Análisis de retroalimentación	5.1 Tipos de retroalimentación 5.2 Estabilidad 5.3 Compensación
6 Dispositivos de protección y seguridad	6.1 Consideraciones 6.2 Fusibles 6.3 Relevadores 6.4 Otros dispositivos de protección y seguridad 6.5 Aplicaciones
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • Floyd T. L, Dispositivos Electrónicos, Pearson Educación, 8ª edición, 2008. • Boylestad, R. L., And Naskelsky, L. Electrónica Teoría De Circuitos, Décima edición, Pearson Educación, 2009. • Schilling, D. L. And Belove, C., Circuitos Electrónicos Discretos e Integrados, Mc Graw Hill 1998. • Malvino A. P., Principios De Electrónica, Mc Graw Hill, 7ª edición, 2007. • Savant, C.J. Jr., Roden, M. S., Carpenter, G. L., Diseño Electrónico: Circuitos Y Sistemas, Willmington: Addison Wesley Iberoamericana, 3ª edición. • Sedra, A., Smith, K., Microelectronic Circuits (6th Edition), Holttsaunders, 2009. • Millman, J., Halkias, C.C., Electrónica Integrada. Circuitos Y Sistemas Analógicos Y Digitales, Editorial Hispano Europea, 9ª edición, 1991. 	



Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80% para derecho a calificación.



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
ELECTROQUÍMICA				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dra. Susana Silva Martínez				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS028	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema Electroquímica enfocado a la adquisición de conocimiento básico en electroquímica avanzada.							
Objetivo Dominar los principios y leyes fundamentales de la electroquímica.							

Perfil del profesor Doctor en Ingeniería o Ciencias Aplicadas. Área del conocimiento: en Ingeniería Química o con una amplia formación en Química Analítica o Área del conocimiento en Electroquímica.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input checked="" type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.



Contenidos	
Bloques	Temas
1 Introducción a los conceptos fundamentales de la electroquímica	1.1 Reacción electroquímica 1.2 Aspectos termodinámicos básicos de las reacciones electroquímicas: Ecuación de Nernst 1.3 Especie electroactiva y límites de electroactividad (disolvente, electrolito soporte, electrodo inerte/no inerte 1.4 Ley de Faraday
2 Cinética de las reacciones electroquímicas	2.1 Ecuación de Butler-Volmer 2.2 Pendiente de Tafel 2.3 Limitación por transferencia de materia
3 Transferencia de masa	3.1 Modos de transporte de materia
4 Técnicas electroquímicas	4.1 Barrido de potencial 4.2 Voltametría cíclica
5 Técnicas basadas en conceptos de impedancia	5.1 Concepto básico de impedancia, definiciones y fundamentos 5.2 Circuitos equivalentes
6 Estructura de la doble capa	6.1 Definición de la doble capa eléctrica 6.2 Modelos de la doble capa eléctrica
7 Instrumentación electroquímica	7.1 Potenciostato 7.2 Galvanostato 7.3 Celdas electroquímicas
8 Diseño de experimentos electroquímicos	8.1 Variables electroquímicas: electrodo, solución, externas, transporte de masa, eléctricas 8.2 Diseño de celdas electroquímicas
9 Espectroelectroquímica	9.1 Conceptos generales 9.2 Aplicaciones
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • Allen J. Bard, Larry R. Faulkner. Electrochemical Methods. Fundamentals and Applications. John Wiley & Sons. 1980. • Southampton Electrochemistry Group, University of Southampton. Instrumental Methods in Electrochemistry. Ellis Horwood Series in Physical Chemistry. 1993. • Derek Pletcher. A first Course in Electrode Processes. The Electrochemical Consultancy. 1991. • Hamann C. H., Hammnett A., Vielstich W. Electrochemistry, Wiley-VCH, 1998. 	



Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	40%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	10%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje ESCRITURA, SEGUIMIENTO Y ENVÍO DEL ARTÍCULO				Eje de formación			
				Metodológico		X	Investigación
Elaboró Dr. Rosenberg Javier Romero Domínguez				Elaboración		Octubre 2019	
				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
INV07				10	X	Obligatoria	Presencial
Presentación							
Propósito Desarrollar en el estudiante las herramientas para redactar un documento para publicación revisado por pares derivado de su investigación							
Objetivo Redactar un documento científico inédito con las especificaciones de la revista pertinente y que sea revisado por pares académicos para su publicación e indexación.							

Perfil del profesor Director de Tesis del estudiante; Doctor en el área del tema del estudiante o relacionada.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación <input checked="" type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.



Estrategias de enseñanza

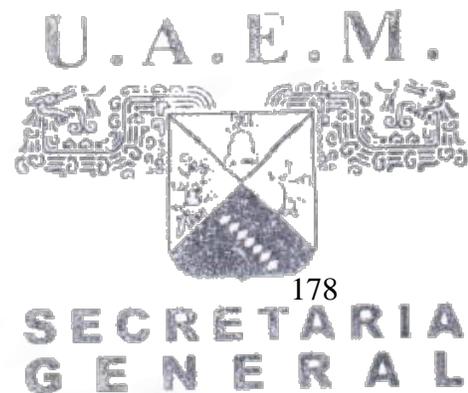
Discusión dirigida

Bibliografía

- La pertinente al tema definido por el estudiante y el asesor.

Criterios de evaluación

Presentación al comité tutorial del manuscrito y acuse de recepción por parte de la revista.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje EXAMEN PREDOCTORAL				Eje de formación			
				Metodológico		X	Investigación
Elaboró Dr. Rosenberg Javier Romero Domínguez				Elaboración			Octubre 2019
				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
INV03				AC	X	Obligatoria	Presencial
						Optativa	
Presentación							

Propósito

Evaluar si las herramientas académicas planteadas por el estudiante pueden conducir con éxito a probar una hipótesis con base a su investigación bibliográfica y con base a una metodología planteada con apoyo de su Director de Tesis. Así mismo evaluar el dominio de los conocimientos científicos relacionados con el tema a desarrollar.

Objetivo

Realizar un análisis de la secuencia lógica de actividades de investigación con base al método científico para identificar la originalidad del proyecto, la pertinencia a las líneas de generación y aplicación del conocimiento del doctorado para definir la viabilidad dependiente de los recursos y tiempo establecido para realizar la investigación.

Perfil del profesor

Director de Tesis del estudiante; Doctor en el área del tema del estudiante o relacionada.

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

Competencias genéricas

- () Capacidad crítica y autocrítica
- () Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- () Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- (X) Capacidad para la investigación
- () Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- () Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Competencias específicas





(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

(X) Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Estrategias de enseñanza

Discusión dirigida

Bibliografía

- La pertinente al tema definido por el estudiante y el asesor.

Criterios de evaluación

Presentación tutorial al comité en que se evalúan los siguientes aspectos:

Reporte escrito: 30 %

Presentación oral (en inglés o español): 25 %

Avance del proyecto 45 %



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
FENÓMENOS DE TRANSPORTE				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. David Juárez Romero				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS029	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante los principios para apreciar fenómenos de transferencia de momentum, energía y especies							
Objetivo Mostrar al alumno los conocimientos generales de la transferencia de momento, energía y especies.							

Perfil del profesor Doctor en ingeniería química.	
Competencias que contribuyen al perfil de egreso	
Competencias genéricas	
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación	
Competencias específicas	
<input type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input checked="" type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.	
Contenidos	
Bloques	Temas



1. Propiedades físicas y de transporte	1.1 Propiedades de materiales 1.2 Propiedades de fluidos
2. Transferencia de momento en la capa límite	2.1 Introducción al transporte de fluidos 2.2 Definiciones de los regímenes 2.3 Momento en los regímenes laminar y turbulento
3. Transferencia de momento en medio poroso (isotrópico y anisotrópico)	3.1 Transferencia de momento en sólido
4. Transferencia de momento en condiciones dinámicas.	4.1 Condiciones de Inicio
5. Transferencia de energía en capa límite	5.1 Calor en régimen laminar y en régimen turbulento 5.2 Analogías de transferencia 5.3 Calor en régimen turbulento
6. Transferencia de Energía en medios porosos (isotrópico y anisotrópico)	6.1 Transferencias en sólidos 6.2 Transporte de energía isotrópica 6.3 Transporte de energía anisotropía
7. Transferencia de en condiciones dinámicas.	7.1 Condiciones Iniciales
8. Transferencia de energía combinada por conducción, convección y radiación	8.1 Conducción 8.2 Convección 8.3 Radiación 8.4 Efectos de transferencia múltiple
9. Transferencia de especies en capa límite	9.1 Ecuaciones fundamentales 9.2 Relaciones másicas 9.3 Transferencia en régimen laminar 9.4 Transferencia en régimen turbulento
10. Transferencia de especies en medios porosos	10.1 Analogías de transferencias
11. Transferencia de masa en condiciones dinámicas.	11.1 Condiciones Iniciales
<p>Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida</p>	





Bibliografía

- Bergman, A.S. Lavine, F.P. Incropera, D.P. Dewitt (2011) “Fundamentals of Heat and Mass Transfer”, 7ed.
- Bird R. B., W. E. Stewart, E. W. Lightfoot (2002), “ Transport Phenomena”, John Wiley and Sons
- Bennett C.O.; J. E. Myers (1982) “MOMENTUM, HEAT AND MASS TRANSFER”,Mc. Graw Hill, Third Edition
- Crowe C.T., D.F. Elger, B.C. Williams, J. A. Roberson (2009) “Engineering Fluid Mechanics”, 9 th Ed Wiley.
- Cussler E.L. (2009) Diffusion “Mass transfer in fluid Systems”, Cambridge
- Geankoplis C.J. (2003) Transport Processes and Separation Process Principles, Prentice Hall.
- Krantz W. B. (2007) Scaling Analysis in Modeling Transport and Reaction Processes, Aiche-Wiley.
- Raju K.S.N. (2011) “Fluid Mechanics, Heat Transfer and Mass Transfer AiCHE, J. Wiley
- Welty J. R.; C. E. Wicks; R. E. Wilson(2000) “Fundamentals of Momentum Heat and Mass, Wiley,
- Wilkes J. O.(2006) “Fluid Mechanics for Chemical Engineers” Prentice Hall

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Búsqueda bibliográfica y mapas conceptuales	10%
Lecturas especializadas	30%
Resolución de problemas con software especializado	30%
Proyecto final (documento, exposición y discusión)	30%
Asistencia	Obligatoria 80% para derecho a calificación.



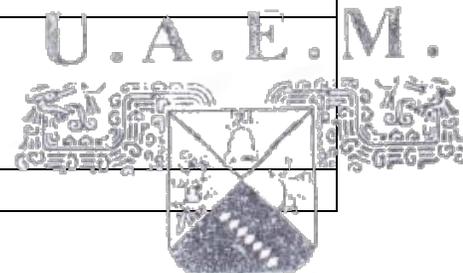


Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
FIBRAS ÓPTICAS				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. J Jesús Castellón Uribe				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS030	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado sobre las fibras ópticas y sus aplicaciones en diferentes áreas del conocimiento.							
Objetivo Proporcionar al estudiante los conocimientos necesarios sobre la propagación de luz en fibras ópticas y sus aplicaciones en diferentes campos del conocimiento.							

Perfil del profesor Doctor en Ciencias en Física, Óptica o Fotónica.	
Competencias que contribuyen al perfil de egreso	
Competencias genéricas	
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación	
Competencias específicas	
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.	
Contenidos	
Bloques	Temas



1. Introducción	1.1 Antecedentes históricos 1.2 Espectro electromagnético. 1.3 Región Óptica, Región Infrarroja (NIR). 1.4 Leyes básicas 1.4.1 Ley de Snell 1.4.2 Ley de la reflexión y de la refracción 1.4.3 Reflexión total Interna 1.5 Ejemplos numéricos 1.6 Laboratorio
2. Fibras Ópticas.	2.1 Fibras ópticas 2.2 Descripción Geométrica 2.3 Propagación de luz en fibras ópticas 2.4 Clasificación de fibras ópticas 2.5 Propagación de Luz en Fibras Ópticas 2.5.1 Ángulo de aceptación 2.5.2 Apertura numérica 2.5.3 Frecuencia normalizada V 2.5.4 Longitud de onda de corte λ_c 2.5.5 Número y modos de operación en FO 2.6 Ejemplos numéricos 2.7 Laboratorio
3. Pérdidas de Potencia Óptica y Atenuación	3.1 Sistemas de comunicación óptica 3.2 Transmisión, ganancia y pérdida 3.3 Pérdidas de Luz en FO 3.3.1 Intrínsecas 3.3.2 Extrínsecas 3.4 Dispersión 3.5 Dispersión de Rayleigh 3.6 Reflexión de Fresnell 3.7 Atenuación y dispersión en FO 3.8 Fuentes de dispersión 3.8.1 Dispersión cromática 3.8.2 Dispersión Modal 3.9 Ejemplos numéricos.
4. Instrumentos para fibra ópticas	4.1 Fuentes ópticas para FO 4.2 Fotodetectores para FO 4.3 Espectrofotómetros 4.4 Laboratorio
5. Dispositivos de fibra óptica y aplicaciones	5.1 Introducción 5.2 Amplificadores ópticos 5.3 Láseres de fibra óptica 5.4 Sensores de fibra óptica
6. Proyecto final	6.1 Teórico / experimental





Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

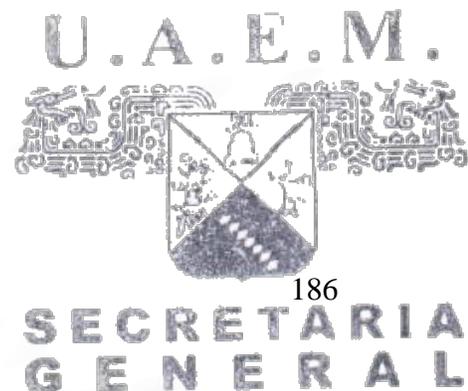
Bibliografía

- G. Keiser. Optical Fiber Communications, 2º ed., McGraw-Hill, 1991.
- A. Ghatak, K. Thyagarajan. Introduction to Fiber Optics. Cambridge Univ. Press.2000.
- J. Hecht. Understanding Fiber Optics. Third Edition. Prentice/Hall 1999.
- F. Graham Smith and T. A. King. Optics and Photonics An Introduction. Wiley 2000.
- J. Wilson J. F. B. Hawkes. Optoelectronics: An Introduction. Prentice-Hall 1983.
- <http://www.rp-photonics.com/>

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.



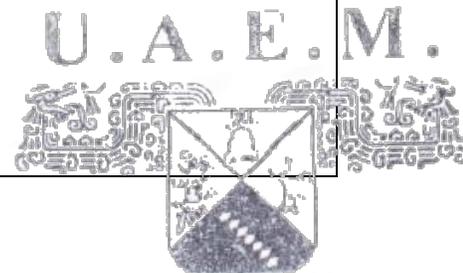


Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
FÍSICA DE DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES				<input checked="" type="checkbox"/>	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dra. Margarita Tecpoyotl Torres				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS031	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					<input checked="" type="checkbox"/>	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para comprender el funcionamiento de los dispositivos semiconductores básicos.							
Objetivo Analizar la física de diferentes dispositivos semiconductores.							

Perfil del profesor Doctor en Física, Electrónica o Eléctrica	
Competencias que contribuyen al perfil de egreso	
Competencias genéricas	
<input checked="" type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación	
Competencias específicas	
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.	
Contenidos	
Bloques	Temas



1. Fundamentos de dispositivos semiconductores.	<ul style="list-style-type: none"> 1.1 Descripción clásica y cuántica del mundo físico. 1.2 Descripción cuántica del mundo físico. 1.3 Conceptos básicos de Física de Estado Sólido <ul style="list-style-type: none"> 1.3.1 Estructuras cristalina. Generalidades 1.3.2 Estructura de bandas en metales, semiconductores y aislantes. 1.4 Materiales semiconductores <ul style="list-style-type: none"> 1.4.1 Electrones y huecos. Propiedades. 1.4.2 Fenómenos de transporte 1.4.3 Ecuaciones básicas de operación de los dispositivos semiconductores
2. Física y modelos para uniones p-n.	<ul style="list-style-type: none"> 2.1 Naturaleza de la unión p-n 2.2 Potenciales y campos en las cercanías de una unión p-n 2.3 Características Voltaje-Corriente. 2.4. Capacitancias asociadas 2.4 Diodo de barrera Schottky. 2.5 Contactos óhmicos 2.6 Otros tipos de diodos
3. Transistores de unión bipolar.	<ul style="list-style-type: none"> 3.1 Transistor bipolar. 3.2 Modos de operación. 3.2 Características estáticas del transistor bipolar. 3.3 Modelado del BJT. 3.4 Circuito equivalente en pequeña señal.
4. MOSFET	<ul style="list-style-type: none"> 4.1 Introducción 4.2 Estructura metal-óxido-semiconductor (MOS). 4.3 Transistor MOS de Efecto de Campo, MOSFET 4.4 Modelado del MOSFET 4.5 Circuito Equivalente a baja frecuencia.
5. Dispositivos optoelectrónicos.	<ul style="list-style-type: none"> 5.1 Celdas solares. 5.2 Fototransistores 5.3 Fotodetector p-i-n. 5.4 Diodos emisores de luz (LEDs). 5.5 Fundamentos del Láser semiconductor.
6. Dispositivos nanométricos	<ul style="list-style-type: none"> 6.1 Nanotransistores 6.2 Nanoactuadores
<p>Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida</p>	





Bibliografía

- Donald A. Neamen. Semiconductor Physics and Devices. Basic Principles. 4 th Edition. McGraw-Hill Higher Education. ISBN 978-0-07-352958-5. 2011.
- S. M. Sze and Kwork K. NG. Physics of Semiconductor Devices, 3 rd Ed., Wiley-Interscience, EUA, 2007.
- Donald A. Neamen. Semiconductor Physics and Devices. Basic Principles. 3 rd. Edition. Solution Manual. McGraw-Hill Higher Education. 2003.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	30%
Exámenes escritos	20%
Proyecto	30%
Participación en clase	20%
Asistencia	Obligatoria 80% para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
FISICOQUÍMICA DE POLÍMEROS				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dra. María Elena Nicho Díaz				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS032	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema fisicoquímica de polímeros							
Objetivo Estudiar las propiedades fisicoquímicas de los sistemas poliméricos condensados y la correlación entre sus propiedades microscópicas y su comportamiento macroscópico por medio de diferentes metodologías de caracterización de los materiales. Es deseable que el alumno haya tomado alguna materia de mecánica estadística y la de "introducción a polímeros".							

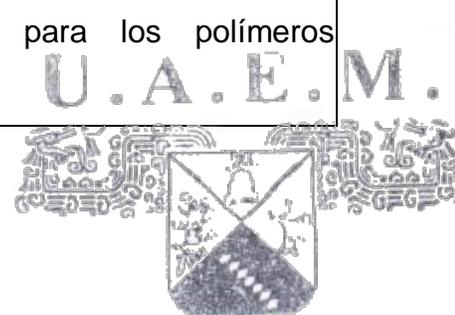
Perfil del profesor Doctor Materiales o en Química
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas



(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

() Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos	
Bloques	Temas
1. Sistemas poliméricos y diferentes estados condensados de polímeros	1.1 Introducción a la estructura y el comportamiento de los polímeros 1.2 El estado cristalino 1.3 El estado vítreo 1.4 El estado elastomérico 1.5 El estado cristal-líquido
2. Peso molecular en polímeros	2.1 Tipos de peso molecular en polímeros. 2.2 Polidispersidad de los polímeros. 2.3 Distribución de pesos moleculares. 2.4 Métodos de determinación de pesos moleculares
3. Determinación de la microestructura de los polímeros	3.1 Espectroscopía de ultravioleta e infrarrojo. 3.2 Resonancia magnética nuclear. 3.3 Difracción de Rayos X. 3.4 Microscopía electrónica.
4. Propiedades térmicas de polímeros.	4.1 Estado cristalino y amorfo. 4.2 Factores que afectan la cristalinidad. 4.3 Mecanismos y cinética de cristalización. 4.4 Efectos de la variación de la temperatura. Fusión, descomposición. 4.5 Transmisiones térmicas. Temperatura de transición vítrea. 4.6 Análisis térmico diferencial (DSC, DTA, TGA, TMA, DMA). 4.7 Determinación de la cristalinidad en polímeros.
5. Propiedades ópticas de polímeros	5.1 Propiedades ópticas lineales. 5.2 Propiedades ópticas no lineales 5.3 Fotoluminiscencia
6. Otras propiedades físicas de polímeros	6.1 Propiedades eléctricas. 6.1.1 Teoría de bandas para los polímeros conjugados. 6.2 Propiedades mecánicas.





Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

Bibliografía

- Sperling L.H., Introduction to Physical Polymer Science, 2nd. Edition, WileyInterscience, N.Y., 2004.
- F.W.Billmeyer, Jr., "Textbook of Polymer Science", 3 rd edition, Wiley, New York, 1984
- I.I. Perepechko, An Introduction to Polymer Physics", Mill, Moscow, 1981.
- H.Kiess (Ed.), "Conjugated Conducting Polymers", Springer-Verlag, Berlin,1992.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Prácticas	10%
Exámenes escritos	70%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
FUNDAMENTOS DE BOMBAS DE CALOR				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Rosenberg Javier Romero Domínguez				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS033	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema básico de los fundamentos termodinámicos en ciclos de recuperación de energía térmica							
Objetivo Analizar los principios del funcionamiento de diversas bombas de calor.							

Perfil del profesor Doctor en Ingeniería o Ciencias Aplicadas. Área del conocimiento en: Ingeniería Química o Térmica o con una amplia formación en química o vasta experiencia profesional en el campo de la química.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
(X) Capacidad crítica y autocrítica () Capacidad de abstracción, análisis y síntesis () Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente (X) Capacidad para la investigación () Capacidad de comunicación en un segundo idioma (X) Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas



() Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

(X) Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos	
Bloques	Temas
1. Introducción a las bombas de calor.	1.1 Escenarios actuales del calentamiento global 1.2 Propuestas de la Agencia Internacional de Energía 1.3 México y su balance energético
2. Sistemas de bombas de calor	2.1 Bombas de calor por compresión mecánica de vapor 2.2 Bombas de calor por absorción accionadas por calor 2.3 Transformadores de calor accionados por calor 2.4 Comparación de entradas y salidas de energía para las bombas de calor comunes
3. Bases de diseño para sistemas de bombas de calor por compresión mecánica de vapor	3.1 Parámetros básicos de diseño 3.2 Desviaciones del ciclo ideal de Rankine 3.3 Selección del fluido de trabajo 3.4 Selección del compresor 3.5 Tipos de compresores
4. Bases de diseño para sistemas de bombas de calor por absorción operando con soluciones de agua/sales	4.1 Coeficiente de rendimiento Carnot de una bomba de calor por absorción 4.2 Coeficiente de rendimiento entálpico de una bomba de calor por absorción 4.3 Factor de efectividad para la bomba de calor por compresión 4.4 Desviaciones de la ley de Raoult para soluciones acuosas de sales 4.5 Diagramas de presión/temperatura para sistemas de bombas de calor por compresión 4.6 Cálculo de coeficientes de rendimiento entálpicos, sistemas de agua/bromuro de litio y agua /carrol
5. Aplicaciones de las bombas de calor	5.1 Purificación de agua 5.2 Secado 5.3 Evaporación 5.4 Destilación
6. Economía de los sistemas de bombas de calor	6.1 Criterio tecno-económico de evaluación de sistemas de bombas de calor en procesos





Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

Bibliografía

- Bolz, R. E. (2019). CRC handbook of tables for applied engineering science. CRC press.
- Herold, K. E., Radermacher, R., & Klein, S. A. (2016). Absorption chillers and heat pumps. CRC press.
- Alefeld, G., & Radermacher, R. (1993). Heat conversion systems. CRC press.
- Haberl, J. S. (1993). Economic Calculations for the ASHRAE Handbook.
- Handbook, A. S. H. R. A. E. (1996). HVAC systems and equipment. American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers, Atlanta, GA, 1-10.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80% para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
FUNDAMENTOS DE LA OBTENCIÓN DE CERÁMICA VERDE				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración		Octubre 2019	
Dra. Maryna Vlasova				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS034	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas y experimentales a nivel de investigación de posgrado para el tema fundamentos de la obtención de cerámica verde que permitan al estudiante tener los conocimientos necesarios de los procesos físico-químicos de la formación de las cerámicas verde y sus aplicaciones							
Objetivo La relevancia de la síntesis de cerámica verde utilizada en diversos campos de la tecnología y la síntesis de nuevas cerámicas verdes basadas en el procesamiento de residuos cerámicos.							

Perfil del profesor Doctor con conocimientos en el área de ciencias químicas y física del estado sólido
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas



(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

() Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos

Bloques	Temas
1. Conservación, recuperación, reciclaje y reutilización de materiales.	1.1. Fabricación verde y sostenible de materiales avanzados. Progreso y perspectivas
2. Eco-materiales y evaluación del ciclo de vida (LCA)	2.1. Eco-Materiales 2.2. Introducción de la evaluación del ciclo de vida (LCIA) 2.3. Desarrollo de Metodología LCIA y Práctica de LCA en la industria de materiales.
3. Materiales Cerámicos	3.1 Procesamiento inteligente de polvos para tecnologías ecológicas 3.2 Desarrollo de tecnologías para la síntesis de cerámica que reducen la carga sobre el medio ambiente: a) Tecnología de ahorro de energía b) Tecnología de ahorro de agua c) Reducción de emisiones tóxicas
4. Procesamiento ecológico de materiales macroporosos	4.1. Estructuras de poros creadas por el método de gelificación 4.2. Propiedades de ingeniería de cerámica macroporosa preparada por el método de gelificación
5. Reciclaje de materiales compuestos para la sostenibilidad	a. Procesamiento de residuos de yeso b. Reciclaje de hormigón c. Reciclaje de lodos residuales

Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

Bibliografía

- Green and Sustainable Manufacturing of Advanced Material , Editors: Mrityunjay Singh Tatsuki Ohji Rajiv Asthana, 2015
- M. Vlasova, A. Parra Parra, P. A. Márquez Aguilar, A. Trujillo Estrada, V. González Molina, M. Kakazey, T. Tomila, V. Gómez-Vidales, Closed Cycle of Recycling of Waste Activated Sludge, Waste Management, v. 71, pp. 329-333, 2018. [//doi.org/10.1016/j.wasman.2017.10.051](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.10.051)



- M. Vlasova, P. A. Márquez Aguilar, V. González Molina, A. Trujillo Estrada, M. Kakazey, Development of an energy- and water-saving manufacturing technology of brick products, Sci. Sinter., v.50, Iss.3, pp. 275-289, 2018.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria, 80% para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
HEURÍSTICA COMPUTACIONAL				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Marco Antonio Cruz Chávez				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS035	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación para encontrar soluciones a problemas complejos							
Objetivo Obtener un conocimiento general de las heurísticas clásicas y la habilidad para desarrollar algoritmos originales con estas técnicas.							

Perfil del profesor Doctor en computación o áreas afines.	
Competencias que contribuyen al perfil de egreso	
Competencias genéricas	
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación	
Competencias específicas	
<input type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input checked="" type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.	
Contenidos	
Bloques	Temas



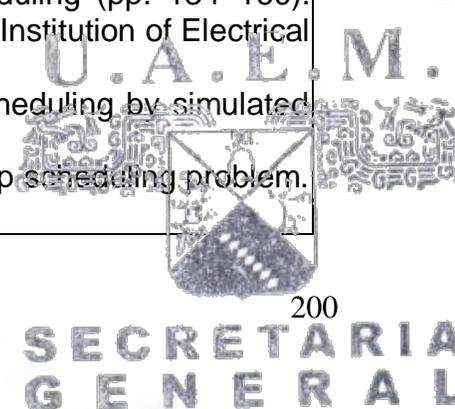
1. Introducción	1.1 Conceptos Generales 1.2 Problemas 1.3 Búsquedas 1.4 Heurísticas 1.5 Meta Heurística 1.6 Espacio de soluciones
2. Enfoques para resolver un problema	2.1 Métodos exactos 2.2 Métodos de Aproximación
3. Estructuras de Vecindad	3.1. Función de vecindad de Van LaarHooven (N1) 3.2 Función de vecindad Matsuo (N2) 3.3 Función de vecindad Nowicky y Smutnicki (N3)
4. Algoritmos inteligentes	4.1. Colonia de Hormigas 4.2 Recocido Simulado 4.3 Genéticos 4.3 Tabú
5. Solución de un problema (JSSP y FJSSP)	5.1 Descripción Conceptual 5.2 El modelo de grafos disyuntivo 5.3 El modelo de formulación disyuntiva. 5.4 Generación de una Solución 5.5 Aplicación del Recocido Simulado

Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

Bibliografía

- A. Abraham, A. Hassanien, Foundations of Computational Intelligence Volume 3: Global Optimization, Springer, ISBN-10: 3642101658
- M. Birattari, Tuning Metaheuristics: A Machine Learning Perspective, Springer, ISBN-10: 3642101496
- N. Pillay, R. Qu, Hyper-Heuristics: Theory and Applications, Springer, ASIN: B07FZX54P6
- Jain • S. Meeran.: A State of the Art Review of JOB-SHOP Scheduling Techniques. Technical Report. Department of Applied Physics, Electronic and Mechanical Engineering University of Dundee, Dundee, Scotland, UK, DD1 4HN,
- C H. Papadimitriou, K. Steigliths.: Combinatorial Optimization. Algorithms and Complexity. Dover Publications, Inc.
- A.M.S. Zalzala and P.J. Fleming Chapter 7: Job-shop scheduling (pp. 134–160). Genetic algorithms in engineering systems. Edited by. IEE The Institution of Electrical Engineers control engineering series 55, ISBN: 0 85296 902 3.
- V. Laarhoven PJM, EHL Aarts, and JK Lenstra. Job shop scheduling by simulated annealing. Operations Research, 40, pp.113-125
- M.D Amico M, M. Turbian. Applying tahu search to the job shop scheduling problem. Annual Operations Research, 40, pp. 231-252





- E. Nowicki, C. Smutnicki. A Fast Taboo Search Algorithm: for the Job Shop Problem. Management Science, vol. 42, pp. 797-813
- Cheng-Fa Tsai, Chun-Wei Tsai, and -Chin-Chang Tseng. New and efficient antibased heuristic method for solving the traveling salesman problem; Expert Systems

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	20%
2 Exámenes escritos	50%
Proyecto	30%





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
INGENIERÍA DE PROCESOS				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Antonio Rodríguez Martínez				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS036	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema ingeniería de procesos con énfasis en análisis de sistemas de reacción, separación, cambios de presión/temperatura y flujo.							
Objetivo El alumno conocerá y aplicará los conceptos básicos y metodologías de ingeniería de procesos químicos para proponer alternativas energéticamente sustentables, a través de herramientas computacionales orientadas a la evaluación energética.							

Perfil del profesor Doctor en ingeniería química.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input checked="" type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.



Contenidos	
Bloques	Temas
1. Análisis de problemas de ingeniería	1.1. Conceptos básicos de ingeniería de procesos
2. Clasificación de operaciones unitarias	2.1. Operaciones unitarias en función del proceso de reacción o separación que realicen
3. Diagramas de proceso	3.1 Diagrama de bloques 3.2 Diagrama de proceso 3.3 Diagramas de tubería e Instrumentación
4. Introducción a los cálculos en ingeniería	4.1 Procesos y variables de los procesos
5. Balances de materia	5.1 Fundamentos de los balances de materia 5.2 Sistemas de una sola fase 5.3 Sistemas de varias fases
6. Balances de energía	6.1 Fundamentos de energía y balances de energía
7. Balances en procesos de sistemas no reactivos	7.1 Uso de herramientas de cómputo para resolución de problemas de balance de procesos de sistemas no reactivos
8. Balances en procesos reactivos	8.1 Uso de herramientas de cómputo para resolución de problemas de balance de procesos de sistemas reactivos
9. Introducción a equipos de proceso	9.1 Sistemas de reacción 9.2 Sistemas de separación 9.3 Sistemas de energía (calor y trabajo) 9.4 Sistemas de flujo de fluidos
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • Richard M. Felder, Ronald W. Rousseau (2000). Elementary principles of chemical processes. John Wiley Ed. • Nayef Ghasem, Redhouane Henda (2014). Principles of Chemical Engineering Processes: Material and Energy Balances, Second Edition. CRC Press. Ed. • Nayef Ghasem (2011). Computer Methods in Chemical Engineering. CRC Press. Ed. • Biegler L. T, I. E. Grossman, A. W. Westerberg (1997) Systematic Methods of Chemical process Design. Prentice Hall. • Westerberg A.W. H.P. Hutchinson, R.L. Mottard, P. Wirter (1979) Process Flowsheeting. CUP. 	



Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Búsqueda bibliográfica y Mapas Conceptuales sobre el diseño de plantas de proceso	20%
Lecturas especializadas	20%
Resolución de problemas con software especializado	30%
Proyecto final (documento, exposición y discusión)	30%





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje INNOVACIONES EN TECNOLOGÍA AMBIENTAL				Eje de formación			
				X	Metodológico		Investigación
Elaboró Dra. Susana Silva Martínez				Elaboración		Octubre 2019	
				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS037	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							

Propósito

Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema Innovaciones en Tecnología Ambiental enfocado a desarrollar habilidades de investigación, búsqueda del estado del arte y desarrollo de la capacidad crítica del estado del arte en su campo de investigación para reforzar los conocimientos relacionados con el proyecto de investigación del estudiante.

Objetivo

Analizar las diferentes tecnologías ambientales con el fin de contribuir a la mejora y competitividad de la industria mediante la innovación y/o adopción de nuevas tecnologías.

Perfil del profesor

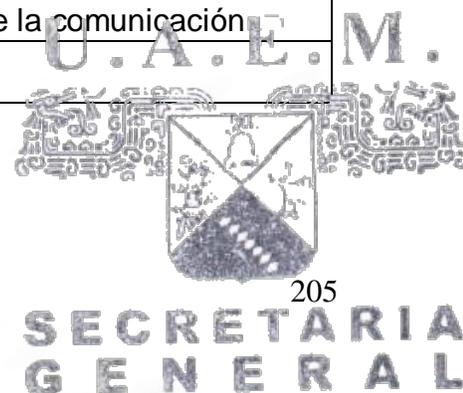
Doctor en Ingeniería o Ciencias Aplicadas.
Área del conocimiento en: Ingeniería Química o con una amplia formación en química o vasta experiencia profesional en el campo de la química.

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

Competencias genéricas

- () Capacidad crítica y autocrítica
- (X) Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- (X) Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- (X) Capacidad para la investigación
- () Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- () Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Competencias específicas





() Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

(X) Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos

Bloques

Temas

El temario de esta materia se elige por el profesor de acuerdo a los intereses de los alumnos.

Estrategias de enseñanza

Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

Bibliografía

Se seleccionará de acuerdo al problema industrial o de investigación que se presente.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Búsqueda del estrado del arte	30%
Exposiciones	40%
Reportes de investigación	30%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
INTERACCIÓN DE LA RADIACIÓN CON LA MATERIA				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración		Octubre 2019	
Dr. J. Jesús Castellón Uribe				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS038	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							

Propósito

Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado sobre la interacción de la radiación con la materia

Objetivo

Proporcionar al estudiante los conocimientos necesarios para que comprenda algunos procesos que se llevan a cabo en la interacción de la radiación con la materia como la absorbanza, transmitancia reflectancia y luminiscencia de diferentes materiales.

Perfil del profesor

Doctor en Ciencias en Física, Óptica o Fotónica.

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

Competencias genéricas

- () Capacidad crítica y autocrítica
- (X) Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- (X) Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- (X) Capacidad para la investigación
- () Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- () Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Competencias específicas

(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación

() Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos



Bloques	Temas
1. Introducción	
2. Espectro electromagnético	2.1. UV-VIS, Región Óptica, Región Infrarroja (NIR) 2.2. Ley de Snell
3. Fuentes ópticas de la radiación	3.1 Luz y energía radiante. 3.2 Fuentes de radiación. 3.2.1 Fuentes primarias y secundarias. 3.2.2 Fuentes coherentes/incoherentes 3.2.3 Fuentes primarias. Tipos de emisión de luz. 3.3 Láseres, diodo láser, LED's, 3.4 Características básicas de fuentes: 3.4.1 Longitud de onda, λ , Frecuencia, f , Energía, E , Potencia, P , Divergencia.
4. Dispositivos para la detección y medición de la radiación	4.1 Fotodetectores 4.2 Fotomultiplicadores 4.3 Monocromadores 4.4 Espectrómetros
5. Interacción de la radiación con la materia	5.1 Fundamentos de espectroscopia óptica UV-VIS 5.2 Absorbancia, Espectro de absorción 5.3 Transmitancia, Espectro de transmitancia 5.4 Reflectancia, Espectro de Reflectancia 5.5 Ley de Lambert 5.6 Diagrama de niveles de energía de Jablonsky 5.6.1 Procesos radiativos y non-radiativos 5.6.2 Luminiscencia 5.6.3 Fosforescencia, Fluorescencia, Espectro de fluorescencia 5.6.4 Reabsorción de fluorescencia 5.7 Técnicas o métodos de medición de la radiación.
6. Prácticas de Laboratorio	6.1 Análisis y discusión de los resultados experimentales.

Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

Bibliografía

- J. R. Lakowicz. Principles of Fluorescence Spectroscopy. Third Edition. Springer. 2006.
- 2. Skoog Holler Nieman. Principios de Análisis Instrumental. 5ta. Edición Mc Gray Hill. 1992.
- 3. R. Resnick, Halliday. Física Para Estudiantes de Ciencias e Ingeniería. Tomos 1 y 2. Nueva edición.
- 4. F. Graham Smith and T. A. King. Optics and Photonics An Introduction. Wiley 2000.
- 5. J. Wilson J. F. B. Hawkes. Optoelectronics: An Introduction. Prentice-Hall 1996.



Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje INTERACCIÓN DE PARTÍCULAS CARGADOS CON NANOESTRUCTURAS (MÉTODO FDTD)				Eje de formación			
				X	Metodológico		
Elaboró Dr. Gennadiy Burlak				Elaboración			Octubre 2019
				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS039	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de Investigación de posgrado para el tema métodos computacionales Avanzados en física de nanotubos							
Objetivo Estudiar métodos computacionales FDTD-3D en física de nanotubos							

Perfil del profesor Doctor en Ciencias en Física, Óptica o Fotónica
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación <input checked="" type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.
Contenidos



Bloques	Temas
1. Introducción	1.1 Morfología de los nanotubos 1.2 Nanotubos de carbono CNT 1.3 Propiedades de los CNT
2. Distribución de nano estructuras en una malla.	2.1 Distribución de nano estructuras con vacantes. 2.2 Distribución de nano estructuras con morfología uniforme 2.3 Distribución de nano estructuras con morfología aleatoria.
3. Resonancia de nanotubos con frecuencia ω p.	3.1 Resonancia nano estructuras con morfología SWCNT 3.2 Resonancia de nano estructuras con alta y baja frecuencia.
4. Simulación numérica.	4.1 Introducción 4.2 Método FDTD (Función en dominio del tiempo de diferencias finitas) 4.3 Estructuras que pueden simularse con FDTD: Cilindro, esfera, toroide, etc. 4.4 Distribución de nano estructuras con diferente configuración y orientación (X, Y, Z) de las nano estructuras en un plano 3D.
5. Radiación de energía para un sistema: carga + nanotubos.	5.1 Arreglo de nano estructuras con resonancia. 5.2 Velocidades de la carga, caso: Radiación de Cherenkov 5.3 Plasmones de superficie.
6 Percolación.	6.1 Introducción a la percolación en los materiales. 6.2 Percolación con nanotubos. 6.3 Distribución normal para h y r (Altura y radio) de los nanotubos. 6.4 Percolación y conductividad eléctrica con nanotubos.
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • Press, W. H., S. A. Teukovsky, W. T. Vetterling, and B. P. Flannery, Numerical Recipes in C++, Cambridge University Press, Cambridge, 2002. • G. N. Afanasiev, Cherenkov Radiation in a Dispersive Medium, Vavlov-Cherenkov and Synchrotron Radiation (Kluwer Academic, 2004). • K. A. Nicholas, W. Alvin, and T. Aw, Principles of Plasma Physics (Mc Graw-Hill, 1973). • A. Taflove and S. C. Hagness, Computational Electrodynamics. The Finite-Difference Time-Domain Method (Artech House, 2005). 	



- R. Y. Rubinstein and D. P. Kroese, Simulation and the Monte Carlo Method, Wiley Series in Probability and Statistics (Book 10), 3rd ed. (Wiley, 2016).

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80% para derecho a calificación.



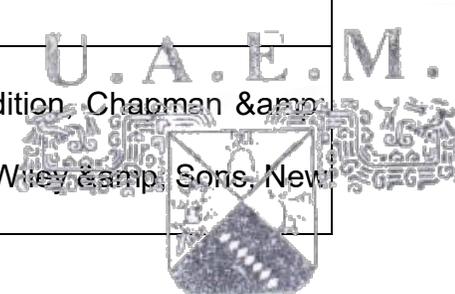


Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
INTRODUCCIÓN A LOS POLÍMEROS				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dra. María Elena Nicho Díaz				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS040	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema de síntesis, caracterización y procesamiento de polímeros							
Objetivo Analizar los conceptos básicos de estructura, procesos de síntesis y caracterización de los polímeros, así como el procesamiento de los mismos. Es deseable que los alumnos hayan cursado alguna materia de química orgánica.							

Perfil del profesor Doctor en Química o Materiales
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación <input type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.
Contenidos



Bloques	Temas
I. Introducción y conceptos básicos	1.1 Los orígenes de ciencia e industria de polímeros. 1.2 Las definiciones básicas y nomenclatura Definición de polímeros Polimerización Estructura esquelética Homopolímeros Copolímeros Temperatura de transición vítrea 1.3 Clasificación de polímeros 1.4 Estructura de Macromoléculas Conformación de cadenas poliméricas Tacticidad de polímeros 1.5 Masa molar y el grado de polimerización. 1.6 Aplicaciones de los Polímeros 1.7 Diseño y selección de materiales para componentes poliméricos
2. Síntesis	2.1 Clasificación de reacciones de polimerización 2.2 Polimerización por paso 2.3 Polimerización por radical libre 2.4 Polimerización iónica 2.5 Otros métodos de polimerización
3. Caracterización fisicoquímica	3.1 Polímeros en soluciones 3.2 Pesos moleculares 3.3 Distribución de masa molar 3.4 Composición química y estructura molecular 3.5 Determinación de regiorregularidad
4. Procesamiento de materiales poliméricos	4.1 Recubrimiento de cables 4.2 Extrusión 4.3 Moldeo por inyección 4.4 Proceso de calandrado 4.5 Moldeo por soplado 4.6 Moldeo rotacional
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> R.J.Young and P.A.Lovell, "Introduction to Polymers", 2 nd edition, Chapman & Hall, London, 1991 L.H.Sperling, "Introduction to Physical Polymer Science", John Wiley & Sons, New York, 1986 	





- G.Odian, “Principles of Polymerisation”, 3 rd edition, Wiley Interscience, New York, 1991.
- S. Middleman, “Fundamentals of Polymer Processing”, McGraw-Hill, New York, 1977

Criterios de evaluación

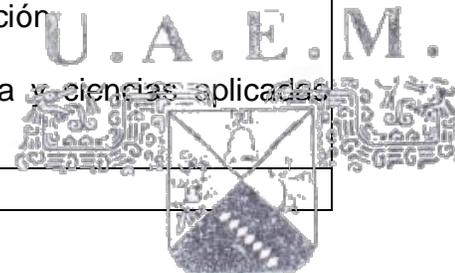
El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	5%
Exposiciones	10%
Prácticas	5%
Exámenes escritos	80%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.





Unidad Académica		Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas					
Programa Educativo		Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas					
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
INTRODUCCIÓN AL ELEMENTO FINITO				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Sergio Alonso Serna Barquera				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS041	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema introducción al elemento finito							
Objetivo Introducir al alumno con las técnicas y métodos del elemento finito para resolver fenómenos físicos mediante sus ecuaciones diferenciales y herramientas de cómputo.							
Perfil del profesor Doctor en el área de Mecánica o Ciencia de Materiales.							
Competencias que contribuyen al perfil de egreso							
Competencias genéricas							
<input checked="" type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación							
Competencias específicas							
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación <input type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.							
Contenidos							





Bloques	Temas
1 Introducción	1.1 Problemas de Ingeniería 1.2 Métodos Numéricos 1.3 Breve Historia del método por Elementos Finitos 1.4 Formulación de la energía potencial mínima 1.5 Formulación utilizando residuos ponderados 1.6 Tipos y usos de geometrías de elementos finitos
2 Técnicas de Aproximación	2.1 Formulación débil 2.2 Método de Galerkin 2.3 Método Variacional 2.4 Método de Raleigh-Ritz 2.5 Aplicación del método Raleigh-Ritz al elemento finito 2.6 Ensamble de matrices y vectores aplicación de restricciones
3 Problemas en una dimensión	3.1 Tipos de elementos utilizados 3.2 Sistema de coordenadas: globales, locales y naturales 3.3 Transferencia de Calor 3.4 Mecánica de sólidos 3.5 Ejemplos utilizando herramientas computacionales
4 Problemas en dos dimensiones	4.1 Elementos utilizados para dos dimensiones 4.2 Elementos iso-paramétricos 4.3 Problemas de conducción general 4.4 Problemas de torsión 4.5 Vigas y estructuras 4.6 Esfuerzo Plano 4.7 Teoría de la falla
5 Ejemplos utilizando herramientas computacionales	
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • Introduction to Finite Elements in Engineering, 3rd Edition Tirupathi R. Chandrupatla, Rowan University, Rowan • The finite element method in engineering. S. Rao • Introduction to Finite Element Analysis Using SOLIDWORKS Simulation, Randy Smith • Finite Element Analysis: Theory and Application with ANSYS, 4th Edition • Saeed Moaveni, Minnesota State University-Mankato 	





Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
LABORATORIO DE FLUIDOS				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Fernando Zenaido Sierra Espinosa				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS042	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema Técnicas de medición de velocidad y transporte de calor en flujo turbulento.							
Objetivo Conocer y analizar las técnicas aplicadas en los experimentos de mecánica de fluidos y las técnicas experimentales relacionadas con el flujo en las turbinas y procesos. Llevar a cabo un experimento que involucre la medición en el laboratorio.							

Perfil del profesor Doctorado en Ingeniería Mecánica, en Física o en Filosofía con orientación a mecánica de fluidos.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.



Contenidos	
Bloques	Temas
1. Conceptos básicos	1.1. Definición de términos 1.2. Calibración 1.3. Dimensiones y unidades 1.4. El sistema de medición generalizado. 1.5. Conceptos básicos en mediciones dinámicas 1.6. Respuesta del sistema 1.7. Distorsión
2. Análisis de datos experimentales	2.1. Causas y tipos de errores experimentales 2.2. Análisis de error en series de tiempo 2.3. Análisis de incertidumbres 2.4. Análisis estadísticos de datos experimentales 2.5. Distribución Gaussiana
3. Medición de flujo	3.1. Tubo de Pitot 3.2. Placa orificio 3.3. Anemómetros de hilo caliente 3.4. Métodos de visualización de flujo 3.5. Schlieren 3.6. Shadowgraph 3.7. El anemómetro láser por efecto Doppler (LDA) 3.8. Seguimiento de partículas por imágenes, PIV
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • VE. Zakharov VS. L&#39;vov, G. Falkovich, Kolmogorov Spectra of Turbulence, Springer, ISBN 978-3-642-50052-7. • Soichiro Makino¹-Masahide Inagaki¹ , Masaki Nakagawa¹ , Laminar-Turbulence Transition over the Rotor Disk, in an Enclosed Rotor-Stator Cavity, Flow Turbulence Combust (2015) 95:399–413 • Kamil Arslan • Nevzat Onu , Experimental and numerical investigation of transition to turbulent flow and heat transfer inside a horizontal smooth rectangular duct under uniform bottom surface temperature, Heat Mass Transfer (2013) 49:921–931. 	
Criterios de evaluación El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos: Obtención de perfiles de velocidad para casos de interés en el laboratorio, por el método PIV, LDA o Pitot: <ol style="list-style-type: none"> Flujo sobre una placa lisa y una placa rugosa Flujo en un canal con divergencia Flujo alrededor de un cilindro Flujo en un arreglo de barreras espaciadas. 	



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



Instituto de
Investigación en
Ciencias
Básicas y
Aplicadas



CIICAp

Plan de Estudios
Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas

Presentación de resultados cuenta un 50% de la calificación.
Reporte por escrito cuenta otro 50% de la calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
LABORATORIO DE ÓPTICA				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Omar Palillero Sandoval				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS043	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante herramientas para interpretar el comportamiento de sistemas ópticos; el estudiante deberá ser capaz de explicar y desarrollar arreglos ópticos para aplicaciones usando luz.							
Objetivo Conocer y manejar las bases de la óptica física experimentalmente para resolver problemas de interferometría y difracción y entenderá sus aplicaciones en la óptica.							

Perfil del profesor Doctor en ciencias en Física, Óptica o Fotónica.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input checked="" type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación
<input type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.
Contenidos

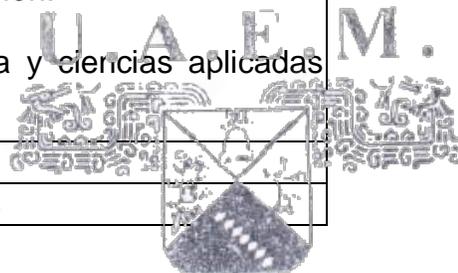


Bloques	Temas
Práctica	Introducción al Laboratorio de óptica
Práctica	Experimento de Young
Práctica	Interferómetro de Michelson
Práctica	Propagación de haces gaussianos
Práctica	Difracción
Práctica	Coherencia
Práctica	Polarización de la Luz
Estrategias de enseñanza Clases teórico práctica. Trabajo en laboratorio. Simulación numérica.	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • Saleh B.E.A., Teich M.C.: Fundamentals of Photonics, Wiley-Interscience, 2 ed., 2007 • Goodmann J.W.: Introduction to Fourier Optics, Roberts&Company Publishers, 3rd ed.,2005 • Born, M. y Wolf, E., Principles of optics, Pergamon, Oxford, 1970. • Miles V. Klein and Thomas E. Furtak, Optics, 2nd Edition, Wiley 1986. • Eugene Hecht, Optics, 	
Criterios de evaluación	
El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:	
Prácticas de Laboratorio	50%
Reportes de prácticas	50%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.



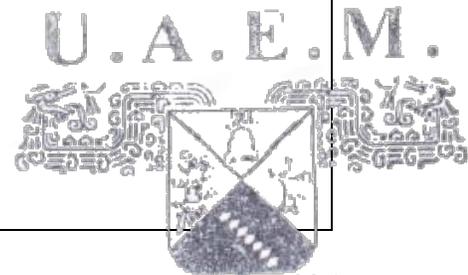
Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje MÁQUINAS TÉRMICAS				Eje de formación			
				X	Metodológico		Investigación
Elaboró Dr. Armando Huicochea Rodríguez				Elaboración		Octubre 2019	
				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS044	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas-experimentales a nivel de investigación de posgrado para el tema de ciclos termodinámicos en máquinas térmicas							
Objetivo Analizar los ciclos de operación y aplicaciones de las máquinas térmicas.							

Perfil del profesor Doctor en Ingeniería o Ciencias Aplicadas. Área del conocimiento: Ingeniería Química o área afin.	
Competencias que contribuyen al perfil de egreso	
Competencias genéricas	
<input checked="" type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación	
Competencias específicas	
<input type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input checked="" type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.	
Contenidos	
Bloques	Temas





1. Máquina térmica y cantidad de energía	<ul style="list-style-type: none"> - Máquinas térmicas y su importancia - Clasificación, aplicación y estadística de consumo - Primera Ley de la termodinámica - Aplicación
2. Calidad de la energía	<ul style="list-style-type: none"> - Segunda ley de la termodinámica - Máquinas perpetuas - Irreversibilidades - Balance de entropía - Desigualdad de Clausius - Balance de exergía - Rendimientos adiabáticos - Aplicaciones
3. Ciclos termodinámicos para calentamiento y enfriamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Ciclo de Carnot (directo e inverso) - Ciclo Rankine - Ciclo Brayton - Ciclo Diesel - Ciclo Otto - Ciclo Kalina - Ciclo Erickson - Ciclo Sterling
4. Acoplamiento de máquinas térmicas	<ul style="list-style-type: none"> - Recuperador de calor - Ciclos combinados - Ciclos híbridos - Cogeneración
<p>Estrategias de enseñanza Clases presenciales Prácticas experimentales Resolución de problemas Aprendizaje cooperativo Discusión dirigida</p>	
<p>Bibliografía</p> <ul style="list-style-type: none"> • Absorption chillers and heat pumps Keith E./Herold, Reinhard Radermacher/Sanford A. Klein Editorial CRC press • Heat pumps Reay D. A./Macmichael D. B. A. Editorial Pergamon press • Handbook of applied thermal design Guyer Eric/Brownell David • Cogeneración José Sala Lizarraga Editorial Universidad del país vasco • Turbo máquinas térmicas Claudio Mataix Editorial ICAI 	





- Entropy Generation Minimization: The Method of Thermodynamic Optimization of Finite-Size Systems and Finite-Time Processes
Adrián Bejan
- Thermodynamic Design Data for Heat Pump Systems.
Holland F. A. Watson F. A. and Devotta S.
Pergamon Press, 1982

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

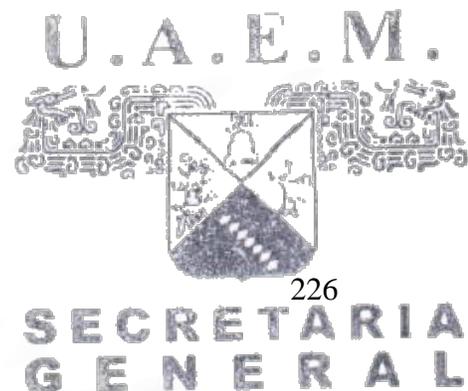
Tareas 10%

Exposiciones 20%

Reporte de Investigación 30%

Exámenes escritos 40%

Asistencia, 80% necesario para derecho de exámenes





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje MECÁNICA CUÁNTICA				Eje de formación			
				X	Metodológico		Investigación
Elaboró Dr. Héctor Manuel Castro Beltrán				Elaboración		Octubre 2019	
				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS045	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Presentar los principales conceptos, formalismo y fenomenología básica de la mecánica cuántica. La mecánica cuántica estudia la materia y la radiación a niveles de pocos átomos, moléculas, fotones, etc. Se presentan sus aplicaciones y con ello su relevancia en las modernas tecnologías fotónicas, electrónicas, etc.							
Objetivo Identificar los fenómenos físicos que ocurren en la materia y radiación a nivel microscópico y mesoscópico, cuyo creciente impacto tecnológico se debe a la continua reducción en el tamaño de los dispositivos electrónicos y fotónicos.							

Perfil del profesor Doctor en Ciencias Físico-Matemáticas o Ingeniería con experiencia en física, óptica, electrónica, o afines.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas



(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

() Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos

Bloques	Temas
1. Introducción y antecedentes	1.1 Radiación de cuerpo negro 1.2 Efecto fotoeléctrico 1.3 Dualidad onda-partícula 1.4 Modelo atómico de Bohr
2. Fundamentos y postulados	2.1 Operadores 2.2 Eigenfunciones y eigenvalores 2.3 Valor esperado de una variable 2.4 La función de onda 2.5 Interpretación probabilística 2.6 Principio de incertidumbre
3. Partículas en potenciales independientes del tiempo	3.1 Partícula libre 3.2 Partícula en una caja 3.3 Barreras y efecto túnel 3.4 Oscilador armónico 3.5 Momento angular 3.6 Átomo de hidrógeno
4. Ecuación de Schrödinger Dependiente del Tiempo	4.1 Amplitudes de transición y operador de evolución 4.2 Interpretaciones de Schrödinger, Heisenberg y de interacción 4.3 Polarización de un medio 4.4 Sistema de dos niveles bajo una fuerza armónica 4.5 Regla de oro de Fermi, disipación
5. Métodos aproximados	5.1 Teoría de perturbación independiente del tiempo 5.2 Método variacional 5.3 Método WKB 5.4 Teoría de perturbación dependiente del tiempo

Estrategias de enseñanza

Resolución de ejercicios y problemas
Uso de software para resolver problemas
Aprendizaje cooperativo





Bibliografía

- A. Yariv, An Introduction to Theory and Applications of Quantum Mechanics (Dover, 2013).
- P. R. Berman, Introduction to Quantum Mechanics (Springer, 2018)
- L. de la Peña, Introducción a la Mecánica Cuántica (Fondo de Cultura Económica, 2006)
- A. F. J. Levi, Applied Quantum Mechanics (Cambridge Univ. Press, 2003)
- C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloë, Quantum Mechanics (Wiley, 1977)

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	50%
Reportes de investigación	10%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.

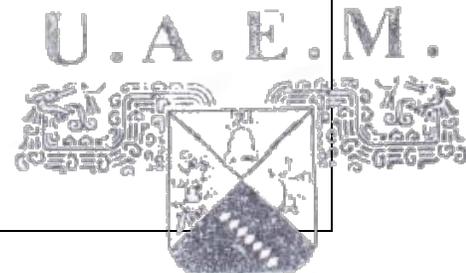


Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
MECÁNICA DE FLUIDOS				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Fernando Zenaido Sierra Espinosa				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS046	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema Teoría del flujo en placas paralelas							
Objetivo Conocer y analizar los fundamentos de la mecánica de fluidos, con énfasis en: el flujo potencial, el flujo viscoso, el flujo incompresible, para poder aplicar el conocimiento en los casos específicos de la solución de problemas de las máquinas y los procesos.							

Perfil del profesor Doctor en Ingeniería Mecánica, en Física o en Filosofía con orientación a mecánica de fluidos.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input checked="" type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.



Contenidos	
Bloques	Temas
1. Fundamentos.	1.1. Propiedades de los fluidos y de los flujos 1.2. Medio continuo 1.3. Coordenadas Eulerianas y Lagrangianas 1.4. Líneas de flujo 1.5. Circulación y vorticidad 1.6. Algunos ejemplos de flujo de fluidos
2. Ecuaciones de conservación	2.1. En coordenadas Cartesianas 2.2. En coordenadas cilíndricas y esféricas 2.3. Ejemplos
3. Flujos potenciales	3.1. Función de corriente 3.2. Flujos uniformes 3.3. Flujo irrotacional 3.4. Ecuación de Bernoulli 3.5. Cilindro circular sin circulación
4. Flujos viscosos	4.1. Solución exacta 4.1.1. Flujo de Couette 4.1.2. Flujo de Poiseuille 4.1.3. Flujo entre cilindros rotando 4.2. Capa límite 4.2.1. Espesor de la capa límite 4.2.2. Solución de Blasius 4.2.3. Flujo con gradientes de presión 4.2.4. Aproximación de von Karmán-Polhausen
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • Irving H. Shames. "Mecánica de fluidos", McGrawHill, 1995. • Rober L. Mott. "Mecánica de fluidos aplicada", Perason y Prentice Hall, cuarta edición. 1995. • R. Byron Bird, Warren E. Stewart, Edwin N. Lightfoot. Fenómeno del Transporte. Nueva York, EUA: John Wiley & Sons, Inc., 2002. 	
Criterios de evaluación	
El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos: Aplicación de examen: <ol style="list-style-type: none"> 1 Examen Parcial I: Unidades 1-3 2 Examen Parcial II: Unidad 4.1 3 Examen Parcial III: Unidad 4.2 	





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



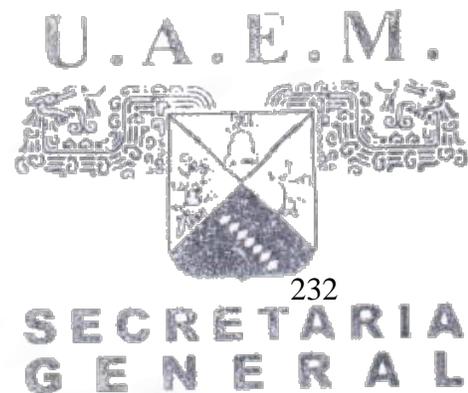
Instituto de
Investigación en
Ciencias
Básicas y
Aplicadas



CIICAp

Plan de Estudios
Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas

Calificación final por promedio de los exámenes.



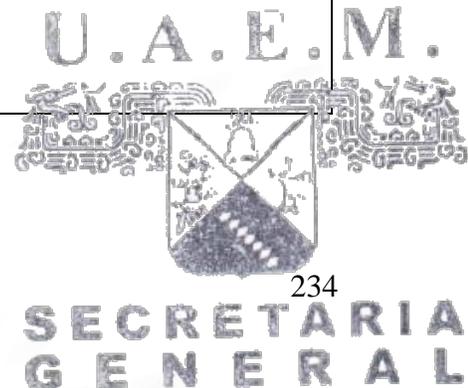


Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
MECÁNICA DE SÓLIDOS				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS047	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema de mecánica de sólidos							
Objetivo Analizar los esfuerzos y deformaciones en sólidos deformables, para determinar su comportamiento y realizar el diseño mecánico de piezas estructurales con respecto a sus propiedades mecánicas.							

Perfil del profesor Doctor con experiencia comprobable en Mecánica Estructural, Resistencia de Materiales y Diseño Mecánico.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.



Contenidos	
Bloques	Temas
1. Esfuerzos combinados	1.1. Introducción 1.2. La superposición de esfuerzos y sus limitaciones 1.3. Flexión asimétrica y biaxial 1.4. Elementos cargados excéntricamente 1.5. Superposición de esfuerzos cortantes 1.6. Esfuerzos en resortes helicoidales enrollados
2. Transformación de esfuerzos	2.1. Ecuaciones para la transformación de esfuerzos planos 2.2. Esfuerzos principales y esfuerzos cortantes máximos 2.3. Círculo de Mohr para la transformación de esfuerzos
3. Transformación de deformaciones	3.1. Observaciones generales 3.2. Ecuaciones para la transformación de deformaciones en un plano 3.3. Círculo de Mohr para transformaciones 3.4. Medición de deformaciones: Rosetas 3.5. Relaciones lineales adicionales entre esfuerzos y deformación entre E, G y ν
4. Criterios de Fluencia y Fractura	4.1. Observaciones preliminares 4.2. Teoría del esfuerzo cortante máximo 4.3. Teoría de la energía máxima de distorsión 4.4. Teoría del esfuerzo normal máximo 4.5. Comparación y descripción de otras teorías
5. Análisis del esfuerzo elástico	5.1. Introducción 5.2. Estado de esfuerzos para casos básicos 5.3. Diseño de elementos cargados axialmente 5.4. Criterios de diseño para vigas prismáticas
6. Energía y trabajo virtual	6.1. Energía de la deformación plástica 6.2. Principio del trabajo virtual 6.3. Fuerzas virtuales de deflexión 6.4. Desplazamientos virtuales para equilibrio 6.5. Trabajo virtual para sistemas discretos
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	





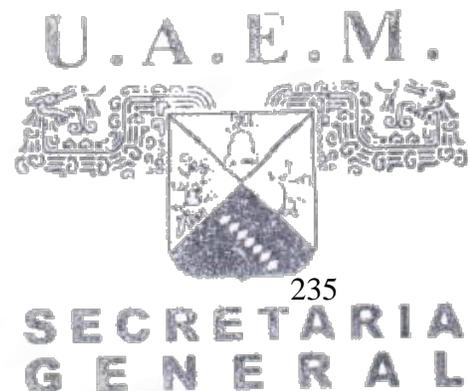
Bibliografía

- Introducción a la Mecánica de Sólidos, Egor P. Popov, Primera Edición, Limusa, México, 1992.
- Strength of Materials, Singer F. y L. Pytel, Harper and Row, 1987.
- Mecánica de Materiales, Timoshenko, D. Van Nostrand, 5th Edition, Harper Latinoamericana, 2002.
- Mecánica de Materiales, Beer & Johnston, Mc Graw Hill, 2002.
- Introduction to Solid Mechanics, Irving H. Shames, Third Edition, Ed. Prentice Hall, 2000.
- <http://web.mit.edu/emech/dontindex-build/index.html>
- <http://solidmechanics.org/>
- www.freestudy.co.uk/solid%20mechanics.htm
- www.cindoc.csic.es

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria, 80% para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje METALURGIA FÍSICA				Eje de formación			
				X	Metodológico		Investigación
Elaboró Dr. Isaí Rosales Cadena				Elaboración		Octubre 2019	
				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS048	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas y prácticas a nivel de investigación de posgrado para desarrollar proyectos de investigación relacionados con el área de metalurgia.							
Objetivo Definir los conocimientos necesarios para lograr el procesamiento de materiales, desde su estado de origen hasta un producto terminado, pasando por su caracterización mecánico-microestructural para entender su comportamiento en aplicaciones diversas.							

Perfil del profesor Doctor en el área de Ingeniería de Materiales o área afín.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
(X) Capacidad crítica y autocrítica (X) Capacidad de abstracción, análisis y síntesis (X) Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente (X) Capacidad para la investigación (X) Capacidad de comunicación en un segundo idioma (X) Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación
() Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencia aplicadas mediante un proyecto de investigación.
Contenidos



Bloques	Temas
1. Estructura atómica.	1.1 Celda unitaria 1.2 Planos Cristalinos 1.3 Diagramas de Fase.
2. Obtención de Metales	2.1 Obtención Hierro 2.2 Obtención Acero 2.3 Obtención de metales blandos y aleaciones.
3. Metalografía	3.1 Fractografía 3.2 Preparación de muestras 3.2.1 Corte, Lijado, Pulido 3.2.2 Ataque químico 3.2.3 Ataque y pulido electroquímico. 3.3 Microdureza y dureza.
4. Técnicas de caracterización Microestructural.	4.1 Microscopía Óptica 4.2 Microscopia electrónica de Barrido 4.3 Microscopia electrónica de Transmisión 4.4 Rayos X.
5. Tratamientos Térmicos.	5.1 Recocido, Normalizado Revenido 5.2 Temple
6.- Modificación Superficial.	6.1 Nitruración Iónica 6.2 PVD, CVD 6.3 Recubrimientos.
7.- Determinación de Propiedades Físicas.	7.1 Densidad, 7.2 Parámetro de Red, 7.3 Concentración de Vacancias
8.- Determinación de Propiedades Mecánicas	8.1 Tensión – Compresión 8.2 Tenacidad a la Fractura 8.3 Desgaste.
9.- Procesos de Conformado.	
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • J.D. Verhoeven, Fundamentos de Metalurgia Física, Limusa, Mexico, 1987. • R. Flinn y P. Trojan, Engineering Materials, Houghton Mifflin, USA, 1990. • S.H. Avner, Introducción a la Metalurgia Física., McGraw-Hill, México, 1979. • W.F. Smith, Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales, McGraw-Hill Interamericana, México, 2004. • D.R. Askeland y P.P. Phulé, Ciencia e Ingeniería de los Materiales, Thomson, México, 2004. • W.F. Hosford, Physical Metallurgy, Taylor and Francis, USA, 2005. 	



De Consulta:

- R.E. Reed Hill, Principios de Metalurgia Física, Continental, México, 1979.
- ASM Handbook, 4th edition, ASM International, Metals Park, Ohio, 1992.
- Annual Book of ASTM Standards, Section 3, Vol. 03.01, American Standards for Testing and Materials. Philadelphia, 1992.
- Metals Handbook, 9th edition., American Society for Metals, Metals Park, Ohio, 1988.
- T. B. Massalski, Binary Alloy Phase Diagrams, ASM International, Materials Park, Ohio, 1990.
- ASM Metals Reference Book, ASM International, Materials Park, Ohio, 1993.
- R.W. Cahn, Physical Metallurgy, 4th edition, North-Holland, Amsterdam, 1996.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	50%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje METALURGIA FÍSICA DE LA SOLDADURA				Eje de formación			
				<input checked="" type="checkbox"/>	Metodológico		
Elaboró Dr. Sergio Alonso Serna Barquera				Elaboración		Octubre 2019	
				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS049	4 h/s/m	0	64	8	<input checked="" type="checkbox"/>	Obligatoria Optativa	Presencial
Presentación							

Propósito

Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema metalurgia física de la soldadura

Objetivo

El alumno aprenderá a identificar los diferentes tipos de soldadura que existen para unir diversos materiales y los procesos de soldadura. Entenderá los fundamentos físicos que rigen el fenómeno y las medidas para garantizar la calidad en la soldadura.

Perfil del profesor

Maestro en Ciencias o en Ingeniería Mecánica con experiencia equivalente a doctorado o Doctor en el área de Mecánica o Ciencia de Materiales.

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

Competencias genéricas

- Capacidad crítica y autocrítica
- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- Capacidad para la investigación
- Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Competencias específicas

- Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.
- Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.



Contenidos	
Bloques	Temas
1 Introducción	1.1 Metales y aleaciones 1.2 Solidificación de aleaciones binarias 1.3 Eutéctico y fenómenos de endurecimiento por dispersión 1.4 Difusión y Transformación de fases en estado solido
2 Procesos de Soldadura	2.1 Métodos por arco eléctrico 2.2 Métodos por arco eléctrico protegido 2.3 Métodos por flama y no convencionales 2.4 Soldadura por MIG, TIG y PLASMA
3 Soldadura en aceros al carbono, e inoxidables	3.1 Soldabilidad 3.2 Zona de fusión e intermezcla 3.3 Zona Afectada por el calor 3.4 Pruebas mecánicas y aseguramiento de la calidad de la soldadura
4 Soldadura en materiales no ferrosos	4.1 Métodos de soldadura no convencionales para aleaciones de Al, Ni, Cu, y Mg 4.2 Soldadura en compositos 4.3 Efecto del calor sobre el material base 4.4 Pruebas mecánicas y aseguramiento de la calidad de la soldadura
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • Welding metallurgy Sindo Kuo, Wiley • Metallurgy of Welding: J. F. Lancaster • Introduction to the physical metallurgy of welding, K. E. Easterling 	
Criterios de evaluación El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos: Tres exámenes escritos, uno cada dos meses. El primer examen comprende el contenido de las unidades 1, el segundo comprende las unidades 2 y 3 y el tercer examen comprende sólo la unidad 4. La calificación de los exámenes constituye el 80% de la calificación total. Se dejan en 4 tareas por unidad y constituyen el 20% de la calificación total. La modalidad del proceso enseñanza aprendizaje que se aplican son: Clases teóricas a cargo del profesor, estudio y trabajo autónomo e individual del alumno para realizar lecturas y resolver problemas.	



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
MÉTODOS COMPUTACIONALES AVANZADOS EN FÍSICA DE NANOTUBOS				X	Metodológico		Investigación
Elaboró Dr. Gennadiy Burlak				Elaboración		Octubre 2019	
				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS050	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema métodos computacionales avanzados en física de nanotubos							
Objetivo Estudiar los métodos computacionales FDTD-3D en física de nanotubos							

Perfil del profesor Doctor en Ciencias en Física, Óptica o Fotónica	
Competencias que contribuyen al perfil de egreso	
Competencias genéricas	
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación	
Competencias específicas	
<input type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación <input checked="" type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.	
Contenidos	
Bloques	Temas



1. Introducción	1.1 Morfología de los nanotubos 1.2 Nanotubos de carbono CNT 1.3 Propiedades de los CNT
2. Distribución de nanoestructuras en una malla.	2.1 Distribución de nano estructuras con vacantes. 2.2 Distribución de nano estructuras con morfología uniforme 2.3 Distribución de nano estructuras con morfología aleatoria.
3. Resonancia de nanotubos con frecuencia ω p.	3.1 Resonancia nano estructuras con morfología SWCNT 3.2 Resonancia de nano estructuras con alta y baja frecuencia.
4. Simulación numérica.	4.1 Introducción 4.2 Método FDTD (Función en dominio del tiempo de diferencias finitas) 4.3 Estructuras que pueden simularse con FDTD: Cilindro, esfera, toroide, etc. 4.4 Distribución de nano estructuras con diferente configuración y orientación (X, Y, Z) de las nano estructuras en un plano 3D.
5. Radiación de energía para un sistema: carga + nanotubos.	5.1 Arreglo de nano estructuras con resonancia. 5.2 Velocidades de la carga, caso: Radiación de Cherenkov 5.3 Plasmones de superficie.
6. Percolación.	6.1 Introducción a la percolación en los materiales. 6.2 Percolación con nanotubos. 6.3 Distribución normal para h y r (Altura y radio) de los nanotubos. 6.4 Percolación y conductividad eléctrica con nanotubos.
<p>Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida</p>	
<p>Bibliografía</p> <ul style="list-style-type: none"> • Press, W. H., S. A. Teukovsky, W. T. Vetterling, and B. P. Flannery, Numerical Recipes in C++, Cambridge University Press, Cambridge, 2002. • G. N. Afanasiev, Cherenkov Radiation in a Dispersive Medium, Vavilov-Cherenkov and Synchrotron Radiation (Kluwer Academic, 2004). • K. A. Nicholas, W. Alvin, and T. Aw, Principles of Plasma Physics (McGraw-Hill, 1979). • A. Taflov and S. C. Hagness, Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method (Artech House, 2005). 	

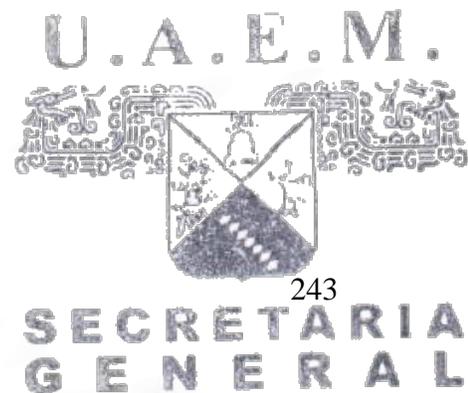


- R. Y. Rubinstein and D. P. Kroese, Simulation and the Monte Carlo Method, Wiley Series in Probability and Statistics (Book 10), 3rd ed. (Wiley, 2016).

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje MÉTODOS MATEMÁTICOS AVANZADOS				Eje de formación			
				X	Metodológico		Investigación
Elaboró Dr. Héctor Manuel Castro Beltrán				Elaboración		Octubre 2019	
				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS051	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							

Propósito

Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para en temas de métodos matemáticos aplicados a las ingenierías y física aplicada.

Objetivo

Analizar y aplicar métodos de las matemáticas en la solución de problemas de las ingenierías y ciencias, así como su implementación numérica y simbólica en computadora.

Perfil del profesor

Doctor en Ciencias Físico-Matemáticas o Ingeniería con experiencia en física, óptica, fotónica, o electrónica.

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

Competencias genéricas

- () Capacidad crítica y autocrítica
- (X) Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- (X) Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- (X) Capacidad para la investigación
- () Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- () Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

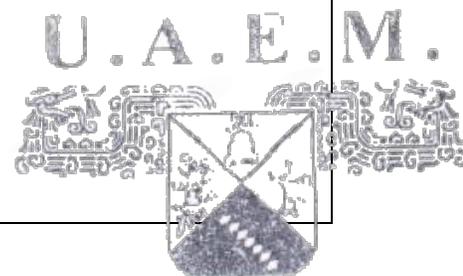
Competencias específicas

- () Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación
- (X) Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos



Bloques	Temas
1. Ecuaciones Diferenciales Parciales	1.1 Ecuaciones de onda y de difusión 1.2 Ecuaciones de Laplace y de Poisson
2. Funciones Gamma y Beta	2.1 Función gamma: Definiciones y propiedades 2.2 Fórmula de Stirling 2.3 Función de error 2.4 Función beta
3. Determinantes y Matrices	3.1 Determinantes 3.2 Matrices, operaciones básicas 3.3 Matrices especiales 3.4 Valores y vectores propios. 3.5 Transformaciones lineales y ortogonales 3.6 Diagonalización
4. Funciones Especiales	4.1 Ortogonalidad y completez de las funciones 4.2 Ortogonalización de Schmidt 4.3 Funciones de Legendre 4.4 Funciones de Bessel 4.5 Funciones de Hermite 4.6 Funciones de Laguerre
5. Probabilidad	5.1 Definiciones: probabilidad, conteo, variables aleatorias 5.2 Momentos de una distribución de probabilidad 5.3 Distribuciones binomial y de Poisson 5.4 Distribución de Gauss 5.5 Función Lorentziana 5.6 Distribuciones de Levy
Estrategias de enseñanza Resolución de ejercicios y problemas, Uso de software matemático para resolver problemas, Aprendizaje cooperativo.	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> E. Kreyszig, "Matemáticas Avanzadas para Ingeniería", 3ª ed., Vols. 1 y 2 (Limusa, México, 2000). M. L. Boas, "Mathematical Methods in the Physical Sciences", 3rd ed. (Wiley, New York, 2005). G. B. Arfken, H. J. Weber and F. Harris, "Mathematical Methods for Physicists", 7th ed. (Academic Press, San Diego, 2012). 	
Criterios de evaluación	
El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:	
Tareas	40%
2 Proyectos con presentación	20%
4 Exámenes escritos	40%





Las tareas y proyectos son aproximadamente una cada semana, excepto cuando hay examen. Exámenes: Primero, unidades 1 y 2; Segundo, unidad 3; Tercero, unidad 4; Cuarto, unidad 5. Los proyectos son tareas especiales que el alumno puede elegir por su iniciativa o sugerencia del docente y presentar resultados a la clase.

La modalidad del proceso enseñanza-aprendizaje consiste en: Clases teóricas a cargo del profesor, y estudio y trabajo individual del alumno para resolver problemas.



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
MÉTODOS NUMÉRICOS AVANZADOS EN FÍSICA DE SOLITONES				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Gennadiy Burlak				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS052	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							

Propósito

Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema de física de solitones. Un solitón es una onda solitaria que se propaga sin deformarse en un medio no lineal. Se encuentra en fenómenos físicos como solución a ecuaciones diferenciales no lineales.

Objetivo

Estudiar las ondas no-lineales unitarias con aplicaciones prácticas con el equipo de telecomunicaciones, para transporte de tráfico real de señales sobre una red.

Perfil del profesor

Doctor en el área de física o Ingeniería de software

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

Competencias genéricas

- () Capacidad crítica y autocrítica
- (X) Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- () Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- (X) Capacidad para la investigación
- () Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- (X) Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Competencias específicas

() Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

(X) Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.



Contenidos	
Bloques	Temas
1. Solitones Nontopological: la Korteweg –de Vries ecuación.	1.1 El descubrimiento 1.2 Las soluciones de la ecuación KdV 1.3 Normas de Conservación 1.4 líneas eléctricas no lineales 1.5 Las ondas internas en la oceanografía 1.6 La generalidad de la ecuación KdV
2. Solitones topológicos: el Gordon sine-ecuación.	2.1 Un ejemplo simple mecánica: la cadena de péndulos acoplados 2.2 Las soluciones de la ecuación de sine-Gordon 2.3 Uniones Josephson largo 2.4 Otros ejemplos de solitones topológicos
3. Sobre solitones y no lineal de localización: la ecuación de Schrödinger nonlineal.	3.1 Ondas no lineales de la cadena de péndulo: la ecuación NLS 3.2 Propiedades de la ecuación de Schrödinger no lineal 3.3 Leyes de conservación 3.4 El teorema de Noether 3.5 Líneas eléctricas no lineales 3.6 Los solitones en fibras ópticas 3.7 Auto-centrado en la óptica: la ecuación NLS en dos dimensiones espaciales
4. El proceso de modelado: lones de ondas acústicas en un plasma.	4.1 Introducción 4.2 El plasma 4.3 Estudio de la dinámica lineal 4.4 estudio no lineal 4.5 Derivación de la ecuación de Schrödinger no lineal 4.6 Las observaciones experimentales
5. Métodos matemáticos para el estudio de solitones.	5.1 Espectro de las excitaciones de todo un sine-Gordon solitón 5.2 Aplicación: perturbación de un solitón 5.3 Espectro de las excitaciones alrededor de un solitón ϕ_4
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	



Bibliografía

- Drazin, P. G.; Johnson, R. S. (1989). Solitons: an introduction (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Dunajski, M. (2009). Solitons, Instantons and Twistors. Oxford University Press
- Mucha, Martín (2004). «La ola más larga se “surfea” en el Amazonas».
- Yuri Kivshar Govind Agrawal, Optical Solitons, Academic Press, 2003

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje MODELADO Y SIMULACIÓN DE PROCESOS				Eje de formación			
				<input checked="" type="checkbox"/>	Metodológico		
Elaboró Dr. David Juárez Romero				Elaboración			Octubre 2019
				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS053	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					<input checked="" type="checkbox"/>	Optativa	
Presentación							

Propósito

Promover el ahorro de energía y materias primas, lo que repercute directamente en el manejo eficiente del tiempo y los recursos materiales y humanos

Objetivo

Desarrollo de modelos matemáticos que representen procesos Industriales. De esta manera el alumno podrá analizar y mejorar en forma segura los procesos bajo distintas condiciones de operación

Perfil del profesor

Doctor en ingeniería química.

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

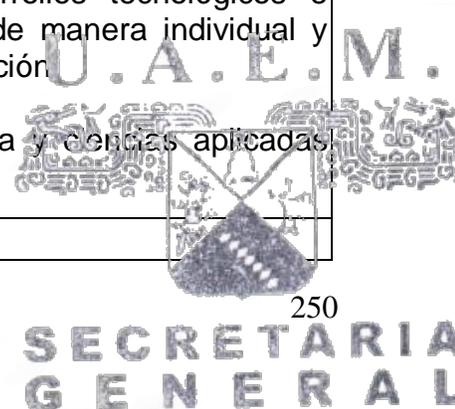
Competencias genéricas

- () Capacidad crítica y autocrítica
- (X) Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- (X) Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- (X) Capacidad para la investigación
- () Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- () Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Competencias específicas

- () Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación
- (X) Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos





Bloques	Temas
1. Estimación de Propiedades físicas	1.1 Condiciones de Equilibrio 1.2 Condiciones de continuidad 1.3 Correlaciones 1.4 Ecuaciones de Estado, y Propiedades derivadas 1.5 Ecuaciones de Estado
2. Características de Modelado de procesos	2.1 Principios de Conservación 2.2 Tipos de Variables de estado 2.3 Análisis de Grados de Libertad 2.4 Análisis por corrientes. 2.5 Análisis de Estructura de sistema 2.6 Análisis de Procesos en Etapas
3 Simulación de procesos régimen estable	3.1 Representación Esquemática. 3.2 Representación Fenomenológica 3.3 Representación Matemática 3.4 Representación Computacional 3.5 Representación Estructural. 3.6 Métodos de solución por subsistemas 3.7 Métodos de solución de Ciclos 3.8 Criterios en ciclos
4. Simulación de procesos en régimen dinámico	4.1 Principios: Convergencia = estabilidad + consistencia 4.2 Conceptos de nodos de acumulación y de resistencia 4.3 Métodos de solución 4.4 Efecto de Discontinuidades 4.5 Resolución de procesos dinámicos
5. Diseño de Experimentos	5.1 Incertidumbre en mediciones 5.2 Diseño de pruebas. 5.3 Objetivos, y Requerimientos en el modelo 5.4 Conciliación Objetivo-Modelo – Instrumentación-Proceso
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo,	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • Aris R. (1999) "Mathematical Modeling" PSE V1, Academic Press • Bequette W, (2003) " Process Control Modeling, Design Simulation P Hall • Biegler L, I. Grossman, A Westerberg (1998)"Systematic Methods for Chemical Process" Design Prentice Hall • Davis M.E., "Numerical Methods and Modeling for Chemical Engineers" John Wiley and Sons, USA. • Hangos K.M., I. T. Cameron, (2001)Process Modelling and Model Analysis, PSE V4 Academic Press 	

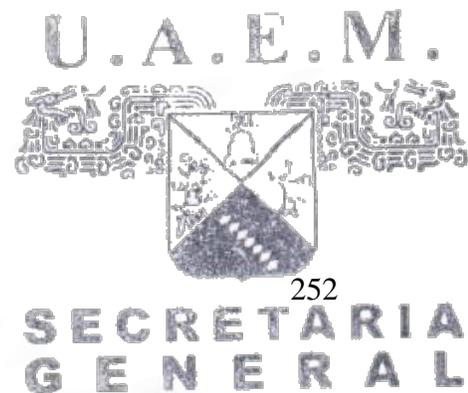


- Ljung L, T Glad Modeling of Dynamic Systems (Prentice Hall 1994). Buena descripción de conceptos
- Ogunnaike B.A. and W. H. Ray (1984) "Process Dynamics, Modeling, and Control"
- Roffel B., B. Betlem (2006) "Process Dynamics and control" J. Wiley & Sons. Buena

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Búsqueda bibliográfica y mapas conceptuales	10%
Lecturas especializadas	30%
Resolución de problemas con software especializado	30%
Proyecto final (documento, exposición y discusión)	30%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
NANOTECNOLOGÍA LASER				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dra. Maryna Vlasova				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS054	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito							
Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema de Nanotecnología Laser que le permita al estudiante elegir el regimen de tratamiento laser adecuado para el material y el análisis de los procesos de reconstrucción de fase en la superficie de muestras y la composición de los productos de abalación.							
Objetivo							
Describir los problemas de los procesos fisicoquímicos que pasan durante diferentes regímenes de irradiación láser de los metales y los cerámicos. Analizar los procesos macro y micro que suceden en uso de altas tecnologías para la modificación de la superficie de muestras, para la síntesis de nano-polvos y formación de nano-películas.							
Perfil del profesor							
Doctor con conocimientos en el área de ciencias químicas y física del estado sólido.							
Competencias que contribuyen al perfil de egreso							
Competencias genéricas							
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación							
Competencias específicas							



(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

() Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos	
Bloques	Temas
1. Las técnicas de laser	1.1 Principios de trabajo, tipos y diseños de tecnologías laser 1.2 Propiedades de radiación laser y sus enfoques. 1.3 Equipos de láser para procesamiento de materiales
2. Procesos físicos y su interacción de radiación con materiales	2.1 Procesos térmicos de influencia de radiación: absorción, transmisión de energía, calentamiento de materiales fusión y evaporación. 2.2 Áreas de existencia de diversos procesos tecnológicos sobre un plano (intensidad, duración e influencia) 2.3 Procesos de plasma de radiación laser.
3. Micro y nano procesos laser.	3.1 Soldadura. Perforado, marcado. Tratamiento térmico por láser, endurecimiento y recocido por Laser. 3.2 Características de transformaciones de fase en una zona de procesamiento de metales en condiciones de calentamiento con láser y enfriamiento a alta velocidad 3.3 Características de transformaciones de fase en una zona de procesamiento de óxidos cerámicos en condiciones de calentamiento con láser y enfriamiento a alta velocidad 3.4 Características de transformaciones de fase en una zona de procesamiento de cerámicos refractarios no oxidados e intermetálicos en condiciones de calentamiento con láser y enfriamiento a alta velocidad 3.5 Características de sinterización por láser de polvos metálicos y cerámicos.
4. Obtención de nano-polvos por medio de radiación laser	4.1 Precipitación laser de películas: métodos químicos de sedimentación selectiva de películas metálicas, electrólisis laser. 4.2 Películas producidas a partir de polvos por láser en diversos medios gaseosos y en vacío. 4.3 El fenómeno físico durante la vaporación. 4.4 Características de la interacción de la radiación del láser con películas delgadas.
5. Métodos de diseño de prototipos usando radiación laser	5.1 Sinterización selectiva de laser en composiciones de polvos. Modelo físico. Sinterizado de f en



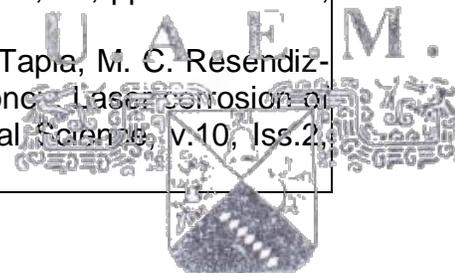
	<p>estado líquido y sólido.</p> <p>5.2 Características de multicapas de sinterización por láser en polvos cerámicos.</p> <p>5.3 Comunicación selectiva de síntesis por láser de cerámicos. Textura superficial.</p> <p>5.4 Síntesis de monocristales de corindón: prospectos, selección horizontalmente selectivos de láser.</p>
--	--

Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

Bibliografía

- P. A. Márquez Aguilar, M. Vlasova, S. Lakiza, M. Kakazey, A. Bykov, V. Stetsenko, Laser synthesis features of composite ceramics $Y_3Al_5O_{12}-Y_2Ti_2O_7-Al_2O_3-Al_2TiO_5$, *Advances in Science and Technology*, 2014, v. 88, 74-79, 2014
- M. Vlasova, B. Sosa Coeto, M. Kakazey, P. A. Marquez Aguilar, A. Escobar Martinez, V. Stetsenko, A. Bykov, Laser Synthesis of Al_2TiO_5 Ceramics from $Al_2O_3-TiO_2$ Powder Mixtures, *J. Ceramic Science and Technology*, v.3, No.2, pp.61-68, 2012
- M.Vlasova, M. Kakazey, P. A. Marquez Aguilar, R. Guardian Tapia, Juarez Arellano, V. Stetsenko, A. Ragulya, A. Bykov, I. Timofeeva, Peculiarities of Ruby Synthesized from $Al_2O_3-Cr_2O_3$ Powder Mixture by Selective Laser Sintering, *Journal of Laser Micro/Nanoengineering*, v.6, No.2, pp.96-104, 2011
- M. Vlasova, P. A. Márquez Aguilar, A. Escobar Martinez, M. Kakazey, R. Guardian Tapia, A. Trujillo Estrada, Phase transformations on the surface of YAG composite ceramics under the action of directed laser treatment, *Appl. Surf. Sci.* v.377, pp. 416–425, 2016.
- A. Escobar Martinez, M. Vlasova, P. A. Márquez Aguilar, M. Kakazey, Laser Surface Modification of Composite Ceramics on Base YAG- Al_2O_3 , *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology (IJSET)*, v.3, pp.136-144, 2016
- P. A. Márquez Aguilar, M.Vlasova, M. Kakazey, A.Castro Hernández, Phase Transformation in Zone of Laser Treatment of $Y_2Ti_2O_7-Al_2O_3$ Compositional Ceramics, *MRS Advances*, 2017
- M. Vlasova, M. Kakazey, I. Mel'nikov, M. C. Reséndiz-González, Ya. Fironov, D. Ryabtsev, S. Kondrashenko, Formation of $Cr_xC_yO_z$ coatings under laser ablation of $Cr_{23}C_6$ ceramics, *Surface and Coating Technology*, 349, pp.93-102, 2018.
- M. Vlasova, M. Kakazey, A. Castro Hernandez, P. A. Márquez Aguilar, R. Guardian Tapia, I. V. Mel'nikov, V. N. Petrovsky, Surface changes in Al_2O_3 -base composite ceramics under action of laser treatment, *Ceramics International*, 45, pp. 5454-5466, 2019
- M. Vlasova, M. Kakazey, P. A. Marquez Aguilar, R. Guardian Tapia, M. C. Resendiz-González, A. Castro Hernandez, I. V. Mel'nikov, Ya. Fironov, Laser corrosion of $TiN-TiB_2$ ceramics, *Research & Development in Material Science*, v.10, Iss.2, 2019





Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje ÓPTICA DE FOURIER				Eje de formación			
				X	Metodológico		Investigación
Elaboró Dr. Omar Palillero Sandoval				Elaboración		Octubre 2019	
				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS055	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante herramientas para interpretar el comportamiento de sistemas ópticos mapeados a un sistema lineal. Además, aprenderá la manipulación y diseño de sistemas formadores de imágenes en espacio frecuencial usando iluminación coherente e incoherente.							
Objetivo Conocer y manejar las bases de la óptica física y su tratamiento frecuencial básicamente usando sistemas lineales. El estudiante será capaz de resolver problemas típicos de formación de imágenes y el instrumento para realizarlo.							

Perfil del profesor Doctor en ciencias en Física, Óptica o Fotónica.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas





(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

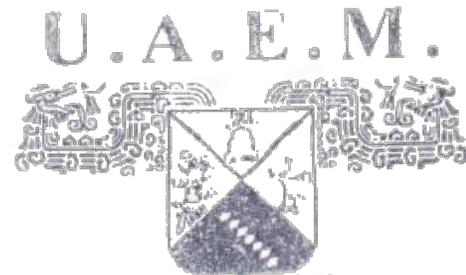
() Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos

Bloques	Temas
1. Propiedades de la transformada de Fourier.	1.1 Definición de la transformada de Fourier en 1-D y 2D. 1.2 La transformada inversa de Fourier. 1.3 Linealidad de la transformada de Fourier. 1.4 Teorema de corrimiento, teorema de cambio de posición, teorema de Parseval.
2. Fundamentos de difracción	2.1 Difracción escalar. 2.2 Espectro Angular. 2.3 Difracción de campo lejano. 2.4 Difracción de campo cercano.
3. Transformada de Fourier con una lente.	3.1 La aproximación de una lente delgada. 3.2 La función de fase de una lente delgada. 3.3 La transformada de Fourier con una lente delgada.
4. Formación de imágenes en sistemas coherentes e incoherentes.	4.1 Formación de imágenes como un sistema lineal. 4.2 Funciones de transferencia en sistemas coherentes e incoherentes. 4.3 MTF (modulation transfer function). Efecto de aberraciones en la MTF.
5. Filtraje espacial con el sistema 4f y luz coherente.	5.1 El sistema 4f. 5.2 Filtros de amplitud. 5.3 Filtros de fase, imágenes de contraste de fase.

Estrategias de enseñanza

Clases teóricas.
Prácticas de laboratorio y simulación numérica.
Resolución de ejercicios y problemas.
Reportes de las prácticas de laboratorio.





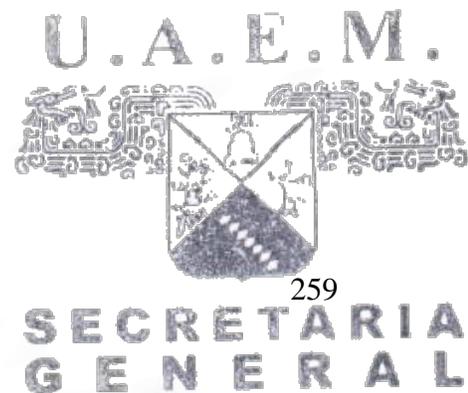
Bibliografía

- Introduction to Fourier optics, Goodman, J. W., 2da edición, McGraw-Hill, New York, 1996.
- Steward, E. G., Fourier optics: an introduction, J. Wiley and Sons, New York, 1983.
- Gaskill, J. D., Linear systems, Fourier transforms, and optics, J. Wiley and Sons, New York, 1978.
- Born, M. y Wolf, E., Principles of optics, Pergamon, Oxford, 1970.
- Charles S. Williams; Orville A. Becklund, Introduction to the Optical Transfer Function, Wiley in 1989.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas derecho a examen	15%
Prácticas de Laboratorio	25%
Reportes de prácticas	30%
Exámenes escritos	30%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje ÓPTICA FÍSICA				Eje de formación			
				X	Metodológico		Investigación
Elaboró Dr. Volodymyr Grimalsky				Elaboración		Octubre 2019	
				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS056	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito El estudiante deberá ser capaz de explicar y desarrollar arreglos ópticos para aplicaciones usando luz; explicará las características y comportamiento de una onda electromagnética. Además, el estudiante será capaz de explicar la diferencia entre una luz monocromática y luz policromática usando teoremas de Fourier, para explicar fenómenos interferenciales.							
Objetivo Conocer y manejar las bases de la óptica física. El estudiante será capaz de resolver problemas típicos de interferometría y difracción y entenderá sus aplicaciones en la óptica moderna.							

Perfil del profesor Doctor en Ciencias en Física, Óptica o Fotónica
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas





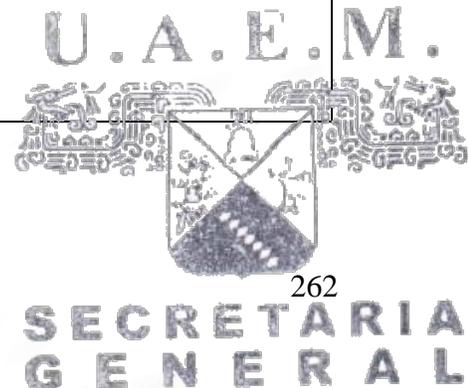
(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

() Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos	
Bloques	Temas
1. Ondas y naturaleza de la luz.	<p>Ondas y naturaleza de la luz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conceptos básicos y propiedades de las ondas. • Ecuación de onda. • Ondas monocromáticas; velocidad de fase y velocidad de grupo. • Magnitudes que caracterizan a las ondas. • Ecuaciones de Maxwell. • Ondas electromagnéticas en el vacío. • Energía y momento en el campo electromagnético.
2. Polarización.	<p>2.1 Diferentes fenómenos para obtener la polarización 2.2 Esparcimiento 2.3 Vectores de Stokes y Jones 2.4 Matrices de Jones y Müller 2.5 Análisis de la propagación de la luz polarizada a través de sistemas 2.6 Aplicaciones</p>
3. Interferencia	<p>División por frente de onda: 3.1 Experimento de Young 3.2 Sistemas de Lloyd, Fresnel y Billet. 3.3 Interferómetro estelar de Michelson División por amplitud: 3.5 Franjas de igual grosor e igual inclinación 3.6 Interferómetro de Michelson 3.7 Interferómetros de Fizeau, Twyman-Green y Mach-Zehnder. 3.8 Interferómetro de desplazamiento lateral. Haces múltiples 3.9 Interferencia múltiple en una placa plano paralela 3.10 Interferómetro Fabry-Perot 3.11 Filtros de capas delgadas de interferencia 3.12 Método matricial para películas delgadas</p>



4. Coherencia.	4.1 Coherencia temporal 4.2 Coherencia espacial 4.3 Visibilidad de franjas
5. Introducción a la teoría escalar de difracción.	5.1 Teoría de Kirchhoff 5.2 Principio de Huygens-Fresnel 5.3 Teorema integral de Helmholtz-Kirchhoff 5.4 Fórmulas de difracción de Fresnel-Kirchhoff y Rayleigh-Sommerfield 5.5 Teorías modernas de difracción.
6. Difracción de Fresnel.	6.1 Rendija simple 6.2 Abertura circular 6.3 Placa zonal de Fresnel 6.4 Óptica Binaria
7. Difracción de Fraunhofer.	7.1 Deducción matemática de las funciones de amplitud e intensidad para los casos siguientes 7.1.1 Rendija simple y abertura rectangular 7.1.2 Abertura circular 7.1.3 Rejilla con transmisión sinusoidal 7.2 Teorema del arreglo 7.3 Principio de Babinet 7.4 Propagación libre: Espectro angular de ondas planas 7.5 Concepto de frecuencia espacial 7.6 Propagación del espectro angular
8. Rejillas de difracción.	8.1 Direcciones de máxima irradiancia 8.2 Distribución angular de la luz 8.3 Poder cromático dispersor 8.4 Poder resolutor 8.5 Distribución de la energía entre los diferentes órdenes 8.6 Rejillas de fase 8.7 Efecto Talbot
<p>Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Prácticas de laboratorio y simulación numérica. Resolución de ejercicios y problemas. Reportes de las prácticas de laboratorio.</p>	





Bibliografía

- Saleh B.E.A., Teich M.C.: Fundamentals of Photonics, Wiley-Interscience, 2 ed., 2007
- Goodmann J.W.: Introduction to Fourier Optics, Roberts&Company Publishers, 3rd ed.,2005
- Born, M. y Wolf, E., Principles of optics, Pergamon, Oxford, 1970.
- Miles V. Klein and Thomas E. Furtak, Optics, 2nd Edition, Wiley 1986.
- Eugene Hecht, Optics,

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas derecho a examen	15%
Prácticas de Laboratorio	25%
Reportes de prácticas	30%
Exámenes escritos	30%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.



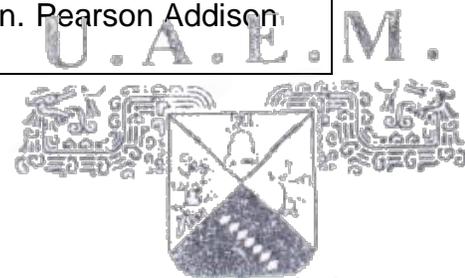


Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
PROGRAMACIÓN MATEMÁTICA				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. José Alfredo Hernández Pérez				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS057	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas – experimentales a nivel de investigación de posgrado para desarrollar las habilidades de programación matemática.							
Objetivo Aplicar las herramientas computacionales necesarias para resolver cálculos matemáticos frecuentemente encontrados en ingeniería de procesos industriales.							

Perfil del profesor Doctor en Ingeniería o Ciencias Aplicadas Área del conocimiento: Ingeniería Química, Ingeniería de Procesos con conocimiento de computación.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas (X) Capacidad crítica y autocrítica (X) Capacidad de abstracción, análisis y síntesis (X) Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente (X) Capacidad para la investigación (X) Capacidad de comunicación en un segundo idioma (X) Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas (X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. () Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.



Contenidos	
Bloques	Temas
1. Introducción	
2. Creación de matrices, vectores y escalares	2.1 Manualmente 2.2 Utilización de facilidades de Matlab-Octave 2.3 Cargamento de un fichero de datos 2.4 Caso de operadores lógicos
3. Manipulación de los elementos de una matrice	3.1 Manipulación por elemento 3.2 Manipulación por bloques 3.3 Búsqueda de elementos en una matrice
4. Operaciones aritméticas	4.1 Operación matricial aritmética 4.1.1 Suma y resta 4.1.2 Multiplicación y división 4.2 Operación aritméticas sobre tablas
5. Función matemáticas básicas	
6. Visualización grafica	6.1 Graficas en dos dimensiones 6.2 Graficas en tres dimensiones
7. Programación en Matlab-Octave	7.1 Crear nuevas funciones 7.2 Crear un programa 7.3 Entradas y salidas en Matlab-Octave 7.4 Estructuras de controles y operadores lógicos 7.4.1 Boucle "for" 7.4.2 Boucle "while" 7.4.3 Boucle "if"
8. Aplicaciones	8.1 Tratamientos de datos 8.2 Optimización 8.2.1 Ajuste lineal de curvas 8.2.2 Ajuste no lineal de curvas 8.3 Soluciones de ecuaciones diferencial ordinaria
9. Lista de comandos, funciones y operadores	
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • Jeffery J. Leader. Numerical Analysis and Scienific Computation. Pearson Addison-Wesley. 	





Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	0% Obligatoria 80 % para derecho a calificación.



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS AVANZADO				Eje de formación			
				X	Metodológico		Investigación
Elaboró Dr. Gennadiy Burlak				Elaboración		Octubre 2019	
				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS058	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							

Propósito

Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para Microsoft Visual Studio Express Edition, Visual Studio Community

Objetivo

Estudiar la programación orientada a objetos con un enfoque conceptual, que brinde a los estudiantes los conocimientos necesarios para dominar cualquiera de los lenguajes orientados a objetos más utilizados en la actualidad, en especial los lenguajes CSharp y Java.

Perfil del profesor

Doctor en el área de computación o Ingeniería de software

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

Competencias genéricas

- () Capacidad crítica y autocrítica
- (X) Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- () Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- (X) Capacidad para la investigación
- () Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- (X) Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Competencias específicas

() Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

(X) Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.



Contenidos	
Bloques	Temas
1. Introducción.	1. Programación moderna orientada a objetos (P.O.O)
2. La implementación del encapsulamiento	2.1 El paradigma orientado a objetos 2.2 Conceptos de programación orientación a objetos 2.3 Abstracción 2.4 Tipos de acceso a clases: public, private y protected
3. Clases y objetos	3.1 Atributos 3.2 Operaciones y métodos. 3.3 Mensajes y paso de parámetros 3.4 Encapsulamiento, herencia y polimorfismo
5. Identificación de los elementos de un modelo de objetos	4.1 Identificación de clases y objetos 4.2 Clasificación de atributos 4.3 Instancias de objetos
5. Definición de operaciones	5.1 Fin de la definición del objeto 5.2 Gestión de proyectos de software orientado a objetos 5.3 El marco de proceso común para P.O.O. 5.4 Métricas y estimación de proyectos orientados a objetos
6. La creación y destrucción de objetos	6.1 Modelado orientado a objetos. 6.2 Métodos constructores
7. Soporte para interfaces gráficas.	7.1 Elementos visuales 7.2 GIU de usuario
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • José Antonio González Seco. El lenguaje de programación C# • Deitel P., Java how to program, Prentice Hall. New Jersey • John Sharp, Microsoft Visual C# 2013 Step by Step (Step by Step Developer) • Jon Skeet, C# in Depth, 3rd Edition, Manning Publications; 3 edition (September 30, 2013) • Andrew Troelsen, C# 6.0 and the .NET 4.6 Framework, APress, 2015 	

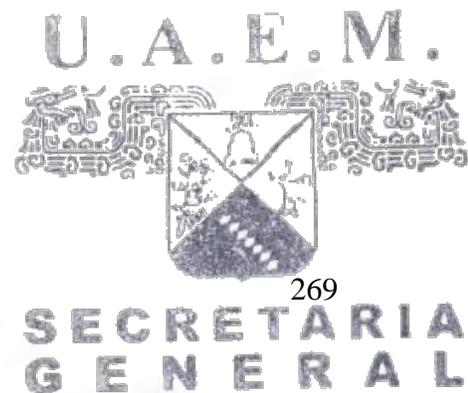




Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de Investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.



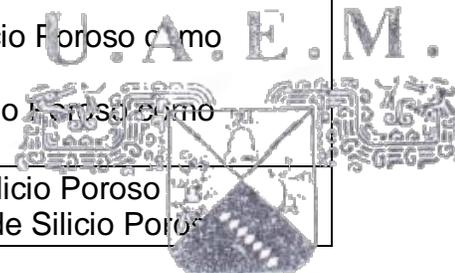


Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
PROPIEDADES DEL SILICIO POROSO				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dra. Vivechana Agarwal				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS059	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema de silicio poroso y caracterización junto con la aplicación							
Objetivo Dominar los conocimientos necesarios sobre nanoestructuras de silicio poroso: su formación, caracterización estructural, química, mecánica, eléctrica y óptica.							

Perfil del profesor Doctorado en el área de tecnología de materiales con especialización en silicio poroso.	
Competencias que contribuyen al perfil de egreso	
Competencias genéricas	
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación	
Competencias específicas	
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.	
Contenidos	
Bloques	Temas

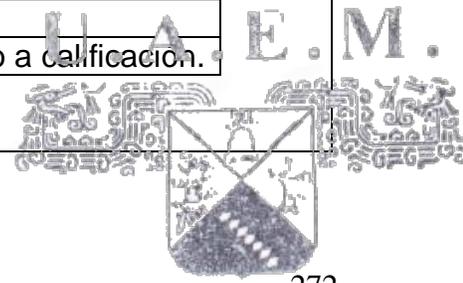


1. Repaso de Conceptos básicos de silicio como semiconductor	
2. Fabricación y Procesamiento	<ul style="list-style-type: none"> 2.1. Mecanismos para la formación de Silicio Poroso 2.2. Formación de Silicio Poroso por medio de Anodización 2.3. Formación de Silicio Poroso por medio de Grabado por Mancha (Stain Etching) 2.4. Estructura de Silicio Poroso con Multicapas 2.5. Secado de Silicio Poroso 2.6. Almacenamiento de Silicio Poroso 2.7. Encapsulamiento de Silicio Poroso 2.8. Modificaciones Superficiales de Silicio Poroso 2.9. Formaciones Locales y Patrones de Silicio Poroso
3. Porosidad:	<ul style="list-style-type: none"> 3.1. Tipos de poro, Formas, Tamaños, Volumen y Área Superficial en Silicio Poroso 3.2. Distribución del tamaño de poro en Silicio Poroso
4. Estructura Interna	<ul style="list-style-type: none"> 4.1. Estructura y Cristalinidad de Silicio Poroso 4.2. Tamaño y Distribución de Estructuras Internas en Silicio Poroso 4.3. Estructura y Morfología de Silicio Poroso 4.4. Esfuerzos en Silicio Poroso
5. Propiedades Mecánicas y Térmicas	<ul style="list-style-type: none"> 5.1. Propiedades Elásticas de Silicio Poroso 5.2. Microdureza de Silicio Poroso 5.3. Conductividad Térmica de Silicio Poroso
6. Composición Química	<ul style="list-style-type: none"> 6.1. Composición Química de Muestras “Nuevas” de Silicio Poroso 6.2. Composición Química de Muestras “Añejadas” de Silicio Poroso 6.3. Composición Química de Muestras Intencionalmente Oxidadas de Silicio Poroso
7. Propiedades Eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> 7.1. Resistividad de Silicio Poroso 7.2. Capacidad de Portacartas en Silicio Poroso 7.3. Capacitancia de Capas de Silicio Poroso 7.4. Diodos de Silicio Poroso
8. Estructura de Bandas Electrónicas	<ul style="list-style-type: none"> 8.1. Valores Experimentales Esperados del Ancho de Banda de Silicio Poroso 8.2. Modelo idealizado del Silicio Poroso como Alambres Cuánticos 8.3. Modelo Idealizado del Silicio Poroso como Puntos Cuánticos 8.4. Modelo Ondulado del Silicio Poroso como Alambres Cuánticos
9. Constantes Ópticas de Silicio Poroso	<ul style="list-style-type: none"> 9.1. Índice de Refracción de Silicio Poroso 9.2. Coeficiente de Absorción de Silicio Poroso





	<p>9.3. Constante Dieléctrica de Silicio Poroso</p> <p>9.4. Propiedades Ópticas No Lineales de Silicio Poroso</p> <p>9.5. Reflexión y Dispersión de Luz en Silicio Poroso</p>										
10. Propiedades Luminiscentes	<p>10.1. Fotoluminiscencia Visible del Silicio Poroso</p> <p>10.2. Fotoluminiscencia en el Cercano Infrarrojo del Silicio Poroso</p> <p>10.3. Fotoluminiscencia en el Ultravioleta del Silicio Poroso</p> <p>10.4. Propiedades Catodoluminiscencentes del Silicio Poroso</p> <p>10.5. Luminiscencia-Química del Silicio Poroso</p>										
11. Defectos e Impurezas	<p>11.1. Defectos Paramagnéticos en Silicio Poroso</p> <p>11.2. Impurezas en Silicio Poroso</p> <p>11.3. Trazas de Contaminación en Silicio Poroso</p>										
12. Prácticas en laboratorio de fabricación y caracterización óptica y morfológica de silicio poroso: monocapas y multicapas	<p>12.1. Condición de Bragg para espejos y microcavidades</p> <p>12.2. Aplicación de transformada de Fourier para calcular el espesor óptico de mono y doble capa</p>										
<p>Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida</p>											
<p>Bibliografía</p> <ul style="list-style-type: none"> • Porous silicon in practice preparation characterization and applications – M J. Sailor Wiley Book Print ISBN:9783527313785 • Handbook of porous silicon 2017 Editor L.T. Canham (Springer) • Artículos específicos publicados en diferentes revistas 											
<p>Criterios de evaluación</p>											
<p>El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:</p>											
<table border="1"> <tr> <td>Tareas</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Exposiciones</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Reportes de investigación</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>Exámenes escritos</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>Asistencia</td> <td>Obligatoria 80 % para derecho a calificación.</td> </tr> </table>		Tareas	10%	Exposiciones	10%	Reportes de investigación	40%	Exámenes escritos	40%	Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.
Tareas	10%										
Exposiciones	10%										
Reportes de investigación	40%										
Exámenes escritos	40%										
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.										





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje PROPIEDADES ELÉCTRICAS, ÓPTICAS Y MAGNÉTICAS DE LOS MATERIALES				Eje de formación			
				X	Metodológico		
Elaboró Dra. Marisol Güizado Rodríguez				Elaboración		Octubre 2019	
				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS060	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el estudio de las propiedades eléctricas, ópticas y magnéticas de los materiales y sus aplicaciones relacionadas.							
Objetivo Estudiar las propiedades básicas de la materia condensada y la importancia de ésta en otros campos de la ciencia. Conocer las aplicaciones de los sólidos para el campo de la ingeniería eléctrica, óptica y electrónica.							

Perfil del profesor Doctor en Física, en Materiales, en Ing. Eléctrica o Electrónica.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
() Capacidad crítica y autocrítica (X) Capacidad de abstracción, análisis y síntesis (X) Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente (X) Capacidad para la investigación () Capacidad de comunicación en un segundo idioma () Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas

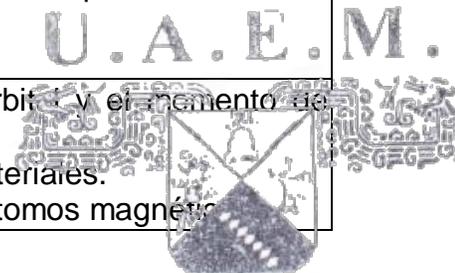




(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

() Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos	
Bloques	Temas
1. Átomos	1.1 Núcleos: isotopos y estabilidad. 1.2 Átomos: construcción eléctrica, geométrica y energética. Configuraciones electrónicas. 1.3 Niveles energéticos y transiciones posibles. Espectros atómicos. Propiedades de átomos.
2. Estructura atómica y enlaces interatómicos	2.1 Enlaces químicos. 2.2 Cristales. Estructuras. Puntos, direcciones y planos en la celda unitaria. Sitios intersticiales. 2.2.1 Difracción de los rayos-X. 2.3 Estructura electrónica de cristales. Las bandas energéticas.
3. Propiedades eléctricas de los materiales	3.1 Tipos de conducción: electrónica, iónica, huecos, pares de Cooper. 3.2 Conductores, semiconductores, aislantes y superconductores. 3.3 Propiedades eléctricas de los materiales. Conexión con estructuras de bandas energéticas. 3.4 Defectos e impurezas. 3.5 Comportamiento dieléctrico 3.6 Ferroelectricidad y piezoelectricidad
4. Ondas electromagnéticas	4.1 Ecuación de Maxwell. 4.2 Polarización electromagnética. 4.3 El espectro electromagnético. Irradiación laser. Materiales para laser.
5. Propiedades ópticas de los materiales	5.1 Absorción, transmisión, refracción, reflexión y dispersión. 5.2 Color de los materiales y su conexión con la estructura de bandas energéticas. 5.3 Impurezas y defectos y color de los materiales Niveles energéticos de átomos de impurezas. 5.4 Luminiscencia. 5.5 Fotoconductividad.
6. Propiedades magnéticas de los materiales.	6.1 El momento magnético orbital y el momento de espín de electrones. 6.2 Centros magnéticos en materiales. 6.3 Estructura electrónica de átomos magnéticos





6.4 Clasificación de los materiales magnéticos. Diamagnetismo y paramagnetismo. Permeabilidad.
 6.5 Ferromagnetismo, antiferromagnetismo y ferrimagnetismo.
 6.5.1 Dominios magnéticos.
 6.5.2 Respuesta de los materiales magnéticos a los campos externos. La forma del ciclo de histéresis.
 6.5.3 Efectos microestructurales. Efectos de la temperatura.
 6.6 Materiales magnéticos blandos y duros.
 6.7 Superconductividad

Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

Bibliografía

- Donald R. Askeland, Wendelin J. Wright. Ciencia e Ingeniería de materiales. 7ta. Edición. CENGAGE Learning Editores, México, D.F. 2017.
- William D. Callister, Jr. Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales, Editorial Reverté, Barcelona, España, 2012.
- N. Cecilia, A. de Sánchez, Estructura y propiedades de los materiales. Editorial Académica Española, 2012.
- J. F. Shackelford, Introducción a la ciencia de materiales para ingenieros. Editorial Pearson, Madrid, España, 2010.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas y búsqueda en la literatura	10%
Exposiciones y participación en clase	10%
Resolución de ejercicios y problemas	20%
Exámenes escritos	60%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración		Octubre 2019	
Dr. José Gonzalo González Rodríguez				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS061	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							

Propósito

Proporcionar al estudiante los principales métodos para la protección contra la corrosión de metales

Objetivo

Examinar las distintas técnicas para el control de la corrosión y su protección.

Perfil del profesor

Doctor en Ciencia, Ingeniería o Tecnología de Materiales

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

Competencias genéricas

- () Capacidad crítica y autocrítica
- (X) Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- (X) Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- (X) Capacidad para la investigación
- () Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- () Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Competencias específicas

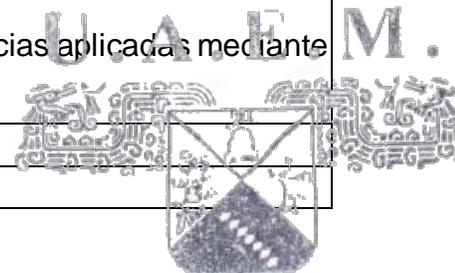
(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

() Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos

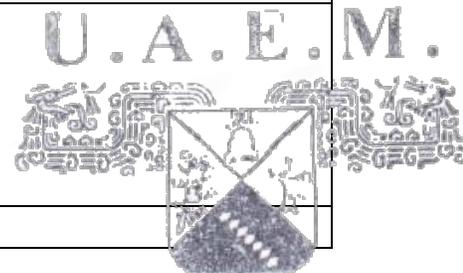
Bloques

Temas





1 Introducción	Criterios generales para combatir la corrosión
2 Selección de materiales.	2.1 Criterios para la selección de materiales 2.2 Propiedades mecánicas 2.3 Fines decorativos 2.4 Tipos de materiales: metales, polímeros, cerámicos 2.5 Metales: aceros, aleaciones de cobre, aleaciones de aluminio, aceros microaleados, aleaciones de magnesio, aleaciones base níquel.
3 Tratamientos químicos del electrolito	3.1 Inhibidores (tipos, mecanismos, usos dependiendo del tipo de corrosión) 3.2 Desoxidantes 3.3 Antiprecipitantes 3.4 Biocidas
4 Recubrimientos orgánicos	4.1 Principios generales: constitución de un recubrimiento orgánico. 4.2 Recubrimientos alquídicos, epóxicos, acrílicos. 4.3 Problemas de ampollamiento y saponificación 4.4 Uso de inhibidores en recubrimientos orgánicos
5 Recubrimientos inorgánicos o de conversión	5.1 Anodizado 5.2 Cromizado 5.3 Niquelado 5.4 Fosfatado
6 Recubrimientos electroquímicos	6.1 Generalidades 6.2 Características generales 6.3 Resistencia a la corrosión
7 Recubrimientos electroless	
8 Recubrimientos metálicos	8.1 Materiales más usados 8.2 Rociado térmico 8.3 Técnica de HVOF 8.4 Técnica de cañón detonante, 8.5 Rociado por arco eléctrico 8.6 Rociado con plasma
9 Protección anódica	
10 Protección catódica	10.1 Técnica de ánodos de sacrificio 10.2 Técnica de corriente impresa 10.3 Problemas de sobreprotección: fragilización por hidrógeno.
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	
Bibliografía	





- Mars G. Gontana, CORROSION ENGINEERING, McGraw Hill

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN				Eje de formación			
				Metodológico		X	Investigación
Elaboró Dr. Rosenberg Javier Romero Domínguez				Elaboración		Octubre 2019	
				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
INV01				10	X	Obligatoria	Presencial
						Optativa	
Presentación							

Propósito

Identificar un tema de tesis pertinente a las líneas de generación y aplicación del conocimiento registradas en el Plan de Estudios y revisar la información académica existente por medio de investigación bibliográfica.

Objetivo

Plantear una hipótesis con objetivos y justificación que conduzca a la generación de conocimiento basado en una investigación bibliográfica.

Perfil del profesor

Director de Tesis del estudiante; Doctor en el área del tema del estudiante o relacionada.

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

Competencias genéricas

- () Capacidad crítica y autocrítica
- () Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- () Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- (X) Capacidad para la investigación
- () Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- () Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Competencias específicas

(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

(X) Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.



Estrategias de enseñanza

Discusión dirigida

Bibliografía

- La pertinente al tema definido por el estudiante y el asesor.

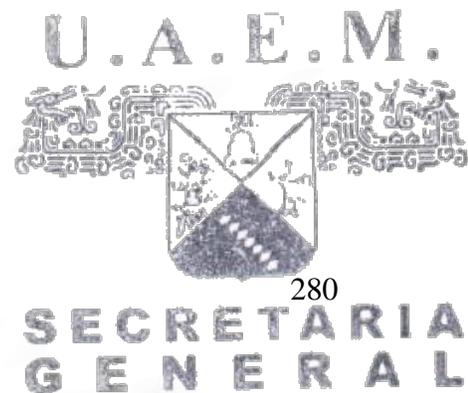
Criterios de evaluación

Presentación tutorial al comité en que se evalúan los siguientes aspectos:

Reporte escrito: 30 %

Presentación oral: 25 %

Avance del proyecto 45 %





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
QUÍMICA DEL ESTADO SÓLIDO				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dra. Marisol Güizado Rodríguez				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS062	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el estudio de la materia en estado sólido: estructura y propiedades.							
Objetivo Estudiar la materia en estado sólido, las estructuras cristalinas y sus propiedades.							

Perfil del profesor Doctor en Física o Química de Materiales	
Competencias que contribuyen al perfil de egreso	
Competencias genéricas	
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación	
Competencias específicas	
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.	
Contenidos	
Bloques	Temas
1. Átomos.	1.1 Núcleos: isotopos y estabilidad.



	<p>1.2 Átomos: construcción eléctrica, geométrica y energética. Configuraciones electrónicas.</p> <p>1.3 Niveles energéticos y transiciones posibles.</p> <p>1.4 Espectros atómicos. Propiedades de átomos.</p>
2. Estructuras cristalinas simples.	<p>2.1 Introducción.</p> <p>2.2 Empaquetamiento compacto.</p> <p>2.3 Estructuras centrada en el cuerpo y primitiva.</p> <p>2.4 Redes y celdas unitarias.</p> <p>2.5 Sólidos cristalinos y no cristalinos</p> <p>2.6 Energía reticular.</p> <p>2.7 Direcciones y planos cristalográficos.</p> <p>2.8 Defectos en cristales.</p>
3. Enlace en sólidos y propiedades electrónicas.	<p>3.1 Introducción.</p> <p>3.2 Enlace en sólidos: modelo de bandas.</p> <p>3.3 Conductividad electrónica: metales simples.</p> <p>3.4 Semiconductores.</p> <p>3.5 Teoría de bandas.</p>
4. Estructuras cerámicas.	<p>4.1 Estructuras cristalinas.</p> <p>4.2 Cerámicas formadas por silicatos.</p> <p>4.3 Carbono y sus formas alotrópicas.</p> <p>4.4 Imperfecciones de las cerámicas.</p>
5. Materiales no estequiométricos.	<p>5.1 Introducción.</p> <p>5.2 Defectos y su concentración.</p> <p>5.3 Conductividad iónica en sólidos.</p> <p>5.4 Electrolitos sólidos.</p> <p>5.5 Fotografía.</p> <p>5.6 Compuestos no estequiométricos.</p>
6. Propiedades de los sólidos.	<p>6.1 Propiedades fisicoquímicas de los sólidos:</p> <p>6.1.1 Propiedades térmicas.</p> <p>6.1.2 Propiedades eléctricas.</p> <p>6.1.3 Propiedades magnéticas.</p> <p>6.1.4 Propiedades ópticas.</p>
<p>Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida</p>	
<p>Bibliografía</p> <ul style="list-style-type: none"> • D. R. Askeland, W. J. Wright. Ciencia e Ingeniería de materiales. 7ta. Edición. CENGAGE Learning Editores, México, D.F. 2017. • W. D. Callister, Jr. Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales. Editorial Reverté, Barcelona, España, 2012. • J. F. Shackelford, Introducción a la ciencia de materiales para ingenieros. Editorial Pearson, Madrid, España, 2010. 	



Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas y búsqueda en la literatura	10%
Exposiciones y participación en clase	10%
Resolución de ejercicios y problemas	20%
Exámenes escritos	60%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
QUÍMICA ORGANOMETÁLICA				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Victor Barba López				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS063	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el entendimiento de los procesos catalíticos en reacciones de acoplamiento C-C							
Objetivo Proporcionar al estudiante las características y propiedades de los compuestos organometálicos, su importancia y aplicaciones en las transformaciones químicas.							

Perfil del profesor Doctor con conocimientos en química organometálica, que maneje la química de coordinación y la interacción de los metales con ligantes orgánicos
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación
<input type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.
Contenidos



Bloques	Temas
1. Enlace organometálico	1.1. Clasificación de compuestos organometálicos 1.2. Energía, polaridad y reactividad del enlace M-C 1.3. Principales métodos de preparación para compuestos organometálicos
2 Química organometálica de los elementos representativos	2.1. Compuestos organometálicos de grupos principales 2.2. Características del enlace E-C en estos grupos 2.3. Preparación, estructura y reacciones
3 Química organometálica de los elementos de transición	3.1. La regla de los 18 electrones 3.2. Posibilidades para formar enlaces M-C 3.3. Tipos de ligante en general 3.4. Ligantes σ -donador 3.5. Preparación de alquilos y arilos con MT 3.6. Estabilidad térmica y labilidad cinética 3.7. Ligantes σ -donador/ π -aceptor
4 Catálisis organometálica	4.1. Reacciones catalíticas y la regla de los 16/18 electrones 4.2. Oligomerización y polimerización 4.3. Arilación/vinilación de olefinas (reacción de Heck) 4.4. Oxidación de olefinas (proceso de Wacker) 4.5. Hidrogenación de alquenos 4.6. Reacciones Fischer-Tropsch 4.7. Proceso de Monsanto para la síntesis de ácido acético 4.8. Hidroformilación 4.9. Activación de enlaces C-H en alcanos
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida Exposición de temas específicos	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> Principles of Organometallic Chemistry, P. Powell, Ed. Chapman and hall, 1988. Organometallics, Ch. Elschenbroich, A. Salzer, Ed. VCH 1992. Organotransition Metal Chemistry, A. Yamamoto, Ed. John Wiley & Sons 1986. 	
Criterios de evaluación	
El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:	
Tareas	20%
Exposiciones	20%
Participaciones	20%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80% para derecho a calificación.



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje REDES NEURONALES				Eje de formación			
				X	Metodológico		
Elaboró Dr. José Alfredo Hernández Pérez				Elaboración			Octubre 2019
				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS064	4 h/s/m	0	64	8	X	Obligatoria Optativa	Presencial

Presentación

Propósito

Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas-experimentales a nivel de investigación de posgrado para encontrar soluciones a problemas para los cuales se desconoce su solución y resulta difícil de implementar en un paradigma de programación convencional debido a la complejidad del proceso.

Objetivo

Que el alumno adquiera el conocimiento y la destreza suficiente que se requieren para el manejo o solución de dispositivos capaces de adaptación o aprendizaje, es decir, las llamadas técnicas inteligentes de las cuales forman parte las redes neuronales artificiales.

Perfil del profesor

Doctor en el área de computación o Ingeniería de software.

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

Competencias genéricas

- (X) Capacidad crítica y autocrítica
- (X) Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- (X) Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- (X) Capacidad para la investigación
- (X) Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- (X) Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Competencias específicas





(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

() Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos

Bloques	Temas
1. Introducción	1.1. Neurofisiología elemental 1.2. La neurona biológica 1.3. Redes neuronales biológicas 1.4. Registro intracelular 1.5. Registro extracelular
2. Redes neuronales	2.1. Aspectos históricos 2.2. Redes neuronales artificiales 2.3. La neurona formal 2.4. Aprendizaje
3. Redes neuronales artificiales con aprendizaje supervisado	3.1. Características generales 3.2. Modelos para patrones binarios 3.3. Modelos para patrones continuos
4. Redes neuronales artificiales con aprendizaje no supervisado	4.1. Características generales 4.2. Teoría de resonancia adaptativa 1 4.3. Mapas de auto-organización
5. Redes neuronales artificiales híbridas	5.1. Características generales 5.2. Contrapropagación

Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

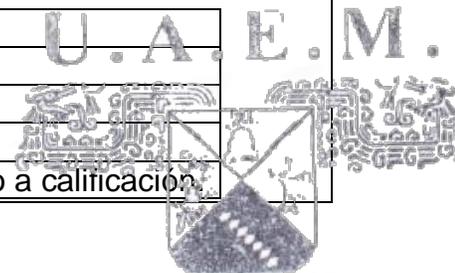
Bibliografía

- Haward Demuth, Mark Beale. Neural Network Toolbox for use with Matlab. The MathWorks.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
RESISTENCIA DE MATERIALES Y PROCESOS DE DEFORMACIÓN PLÁSTICA				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Sergio Alonso Serna Barquera				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS065	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							

Propósito

Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema resistencia de materiales y procesos de deformación plástica

Objetivo

Aplicar los conceptos básicos de estática y mecánica clásica para entender los conceptos de esfuerzo y deformación en materiales según la aplicación de cargas externas. Analizar los mecanismos que dan pauta a la deformación plástica desde el punto de vista microestructural en las aleaciones metálicas principalmente.

Perfil del profesor

Doctor en el área de Mecánica o Ciencia de Materiales.

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

Competencias genéricas

- (X) Capacidad crítica y autocrítica
- (X) Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- (X) Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- (X) Capacidad para la investigación
- () Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- () Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Competencias específicas

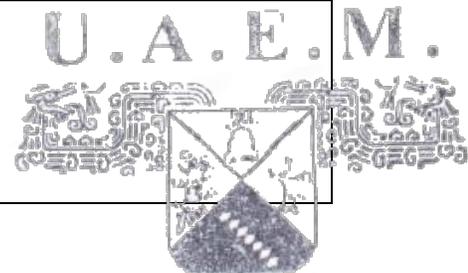




(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

() Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos	
Bloques	Temas
1 Introducción	1.1 Concepto de esfuerzo 1.2 Análisis de los tipos de esfuerzo en función de la carga aplicada 1.3 Esfuerzo en un plano oblicuo 1.4 Esfuerzos máximos 1.5 Esfuerzo bajo el caso general de cargas 1.6 Estado de esfuerzo y factor de seguridad
2 Carga axial	2.1 Diagrama Esfuerzo Deformación 2.2 Módulos de Elasticidad 2.3 Deformación bajo carga axial 2.4 Esfuerzo térmico 2.5 Relación de Poisson 2.6 Relación entre Módulos de elasticidad y relación de Poisson 2.7 Esfuerzos residuales y concentración del esfuerzo
3 Transformación del esfuerzo y la deformación	3.1 Esfuerzos principales y esfuerzo cortante máximo 3.2 Círculos de Mohr para esfuerzo plano 3.3 Criterios de fluencia y fractura para esfuerzo plano 3.4 Circulo de Mohr para deformación plana 3.5 Medición de la deformación 3.6 Estados tridimensionales, ejemplos bajo cargas combinadas
4 Comportamiento Plástico	4.1 Comportamiento plástico contra elástico 4.2 Materiales Elasto-plásticos y deformaciones plásticas 4.3 Concepto de dislocaciones 4.1 Deslizamiento 4.2 Mecanismos de deformación en aleaciones metálicas 4.3 Procesos de conformado plástico
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	





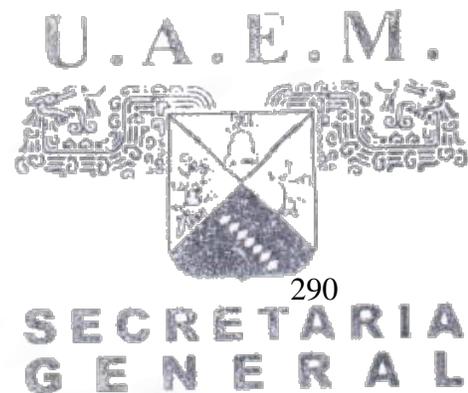
Bibliografía

- Mecánica de Materiales Beer and Johnston MacGraw Hill
- Mecánica de materiales / Mechanics of Materials (Spanish Edition) by James M. Gere
- Mecánica De Materiales (Español) Pasta blanda – 1 ene 2017por Hibbeler (Autor)

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje RESULTADOS				Eje de formación			
				Metodológico		X	Investigación
Elaboró Dr. Rosenberg Javier Romero Domínguez				Elaboración		Octubre 2019	
				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
INV05				10	X	Obligatoria	Presencial
						Optativa	
Presentación							
Propósito Desarrollar en el estudiante las herramientas la capacidad de generar datos para probar su hipótesis de investigación con base en su metodología planteada y apoyo de su Director de Tesis.							
Objetivo Generar evidencias documentadas para probar una hipótesis que conduzca a resultados significativos de la investigación realizada.							

Perfil del profesor Director de Tesis del estudiante; Doctor en el área del tema del estudiante o relacionada.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.
<input checked="" type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.



Estrategias de enseñanza

Discusión dirigida

Bibliografía

- La pertinente al tema definido por el estudiante y el asesor.

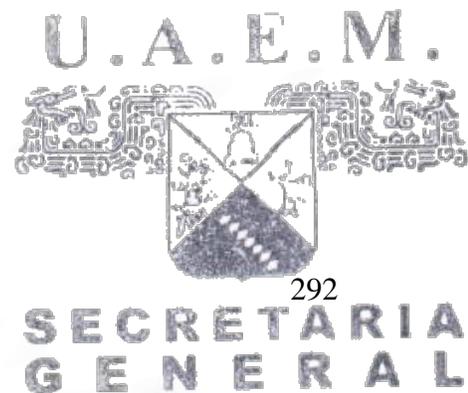
Criterios de evaluación

Presentación tutorial al comité en que se evalúan los siguientes aspectos:

Reporte escrito: 30 %

Presentación oral (en inglés o español): 25 %

Avance del proyecto 45 %





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
SEMINARIO DE DESARROLLO DE PROYECTOS				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Rosenberg Javier Romero Domínguez				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
SEM01	2 h/s/m	0	32	AC	X	Obligatoria	Presencial
						Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado en general para iniciar una investigación a nivel doctoral.							
Objetivo Dar a conocer al estudiante las estructuras básicas para la integración de un proyecto basado en el método científico y orientar la ejecución de una investigación.							

Perfil del profesor Doctor en Ingeniería o Ciencias Aplicadas Área del conocimiento: Indistinta pero con perfil de Investigador y que al momento de impartir el curso cuente con la distinción del Sistema Nacional de Investigadores. Es indispensable que cuente con publicaciones indexadas.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
(X) Capacidad crítica y autocrítica (X) Capacidad de abstracción, análisis y síntesis (X) Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente () Capacidad para la investigación () Capacidad de comunicación en un segundo idioma () Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas

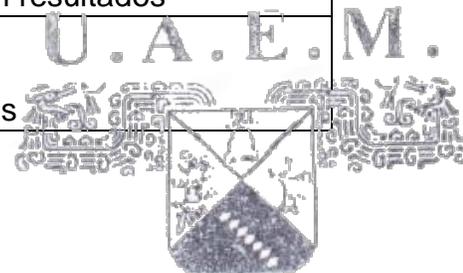




(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

(X) Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos	
Bloques	Temas
Conceptos Generales	Método Científico Áreas del conocimiento Incidencia de la Ciencia en la Sociedad
La estructuración de las ideas	Elementos del conocimiento Estructura básica de una Investigación Científica Definiciones de contenidos estructurales de una Investigación
Estructura de un Protocolo	Identificación de un problema científico Elaboración de una Hipótesis Redacción de un objetivo Presentación de una justificación de un proyecto científico Citación y Referenciación
Estructura de una metodología	Introducción al uso de herramientas académicas Estructuración de una idea para resolver un problema científico Secuenciación de una idea Definición de herramientas para la construcción de una solución científica
Infraestructura científica	Identificación de herramientas para solucionar problemas científicos Identificación de colaboraciones Definición de fases y metas para lograr objetivos académicos y científicos
Resultados	Obtención de resultados Análisis de significancia Identificación de resultados
Discusión de Resultados	Interpretación de resultados Definición de incertidumbre Validación de una hipótesis con resultados
Conclusiones	Identificación de conclusiones Redacción de conclusiones Redacción de recomendaciones





Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

Bibliografía

- Cox, D. R. (2018). Applied statistics-principles and examples. Routledge.
- Edalat, F. D., & Abdi, M. R. (2018). Data Analysis Methodology. In Adaptive Water Management (pp. 81-91). Springer, Cham.
- George, A. L. (2019). Case studies and theory development: The method of structured, focused comparison. In Alexander L. George: A Pioneer in Political and Social Sciences (pp. 191-214). Springer, Cham.
- Miller, T., Birch, M., Mauthner, M., & Jessop, J. (Eds.). (2012). Ethics in qualitative research. Sage.
- Torres-Carrión, P. V., González-González, C. S., Aciar, S., & Rodríguez-Morales, G. (2018, April). Methodology for systematic literature review applied to engineering and education. In 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) (pp.1364-1373). IEEE.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	20%
Exposiciones	30%
Reportes de investigación	50%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
SEMINARIO DE INNOVACIÓN Y PROTECCIÓN INTELECTUAL				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración		Octubre 2019	
Dra. Margarita Tecpoyotl Torres				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
SEM02	2 h/s/m	0	32	AC	X	Obligatoria	Presencial
						Optativa	
Presentación							

Propósito

Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para que cuente con las bases para proteger sus desarrollos tecnológicos y visualice su potencial innovador.

Objetivo

Conocer a las figuras jurídicas en materia de protección intelectual, el alcance de su protección y el marco legal que las regula, así como los conceptos básicos de la transferencia de tecnología y del licenciamiento.

Perfil del profesor

Doctor en Ingeniería o área a fin, con conocimientos en Propiedad Intelectual e Innovación de base tecnológica.

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

Competencias genéricas

- (X) Capacidad crítica y autocrítica
- (X) Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- () Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- (X) Capacidad para la investigación
- () Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- (X) Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Competencias específicas





(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

() Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos	
Bloques	Temas
1. Sociedad del conocimiento y la propiedad intelectual	1.1 Revoluciones industriales 1.2 Sociedad del conocimiento 1.3 Enfoque sistemático de la Innovación 1.4 Cultura de la PI 1.6 Propiedad intelectual para la transferencia de tecnología
2. Propiedad industrial	2.1. Historia y antecedentes 2.2. Ley de Propiedad Industrial 2.3. Patentes 2.4. Modelos de Utilidad 2.5. Diseños Industriales 2.6. Signos distintivos 2.7. Tratado de Cooperación en materia de Patentes
3. Derechos de autor y derechos conexos	3.1. Derechos de autor 3.2. Derechos conexos 3.3. Ley Federal de Derecho de Autor
4. Derecho de obtentor	4.1. Generalidades
5. Propiedad intelectual y transferencia de tecnología	5.1. Consideraciones sobre sistemas de innovación abierta: trabajo colaborativo entre empresas y centros de investigación 5.2. Las Oficinas de Transferencia de Tecnología 5.3. La Transferencia de Tecnología 5.4. El licenciamiento 5.5. Técnicas de evaluación de tecnología
6. Inteligencia competitiva y vigilancia tecnológica	6.1. Características del moderno enfoque de la prospectiva 6.2. Proceso de planeación estratégica 6.3. Vigilancia tecnológica 6.4. Inteligencia competitiva 6.5. Prospectiva 6.6. Nivel de maduración de proyectos de desarrollo tecnológico 6.7. Modelos de sistemas de gestión de Tecnología





Estrategias de enseñanza

Clases teórico-prácticas.,
Presentaciones por parte de estudiantes.
Conferencias por emprendedores o gestores de la innovación invitados, en su caso.
Aprendizaje cooperativo.
Discusión dirigida.

Bibliografía

- Yeverino Juárez, Jorge Antonio (2017) La transferencia tecnológica universitaria en México: un análisis de sus determinantes y sus resultados. Universidad Complutense de Madrid.
- Ley de Propiedad Industrial. Disponible en línea:
http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/50_180518.pdf.
- Ley Federal de Derecho de Autor. Disponible en línea:
http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/122_150618.pdf
- Documentación e información de servicios disponibles Sitios web de IMPI y WIPO:
<https://www.gob.mx/impi>,
- Norma UNE 166006:2006 y Norma UNE 166002:2006.
- Bases de patentes disponibles en línea: USPTO, ESPACENET, Gaceta del IMPI, etc.

Criterios de evaluación

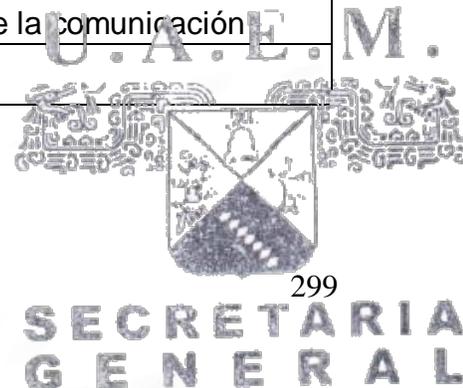
El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	30%
Exámenes escritos	20%
Presentaciones	30%
Participación en clase	20%
Asistencia	Obligatoria, 80% para derecho a calificación.

La modalidad del proceso enseñanza-aprendizaje consiste en: Clases teóricas – Prácticas a cargo del profesor, así como estudio y trabajo individual del alumno. Se privilegia, durante el curso, a la comunicación y el análisis de los temas planteados en clase.



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
SEMINARIO METODOLÓGICO				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración		Octubre 2019	
Dr. Rosenberg Javier Romero Domínguez				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
SEM03	2 h/s/m	0	32	AC	X	Obligatoria	Presencial
						Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado en general para iniciar una investigación a nivel doctoral.							
Objetivo Dar a conocer al estudiante los últimos avances de la investigación en ciencia y tecnología, aplicar las herramientas y metodologías que utilizan los investigadores para lograr sus metas de desarrollo científico, así como el conjunto de técnicas que se pueden utilizar para lograr un mismo fin.							
Perfil del profesor Doctor en Ingeniería o Ciencias Aplicadas Área del conocimiento: Indistinta pero con perfil de Investigador y que al momento de impartir el curso cuente con la distinción del Sistema Nacional de Investigadores. Es indispensable que cuente con publicaciones indexadas.							
Competencias que contribuyen al perfil de egreso							
Competencias genéricas							
<input checked="" type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación							
Competencias específicas							





(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

() Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos

Bloques

Temas

El temario estará definido por el profesor que imparta el curso.

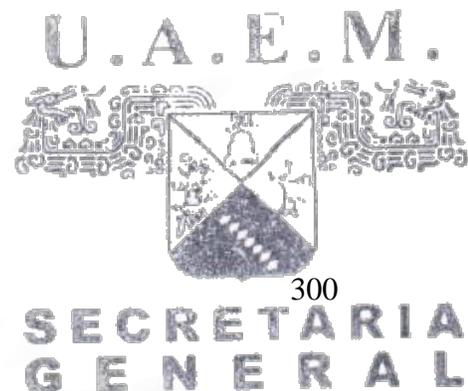
Estrategias de enseñanza

Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	100%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje SÍNTESIS DE NANOESTRUCTURAS Y SUS APLICACIONES				Eje de formación			
				X	Metodológico		
Elaboró Dra. Cecilia Cuevas Arteaga				Elaboración		Octubre 2019	
				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS066	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							

Propósito

Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema Síntesis de nanoestructuras de TiO₂ para llevar a cabo la fabricación de nanotubos de TiO₂ y su caracterización morfológica, estructural, electroquímica, óptica, eléctrica, mecánica y fotoelectroquímica.

Objetivo

Explicar las últimas metodologías en la síntesis de nanoestructuras de TiO₂ y sus aplicaciones para el control de su arquitectura y geometría, así como del tamaño y de su relación área-volumen para obtener la mejor forma, tamaño y propiedades óptimas de acuerdo a las aplicaciones para las que se desean utilizar.

Perfil del profesor

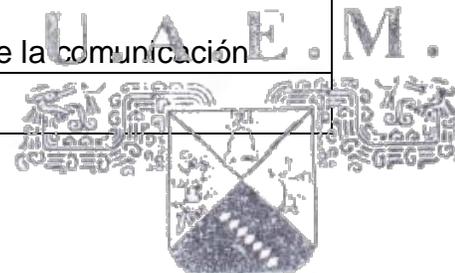
Doctor en Ciencia o en Ingeniería de los Materiales con Área del conocimiento o experiencia en la fabricación y síntesis de nanoestructuras. Tener conocimiento teórico y práctico en la aplicación de técnicas electroquímicas y en procesos de corrosión.

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

Competencias genéricas

- () Capacidad crítica y autocrítica
- (X) Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- () Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- (X) Capacidad para la investigación
- () Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- (X) Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Competencias específicas

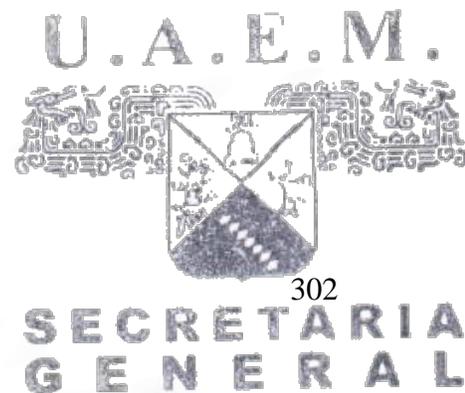




(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

() Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos	
Bloques	Temas
1. Introducción a las nanoestructuras de TiO ₂	1.1 Nanoestructuras de TiO ₂ y su importancia 1.2 Aplicaciones Tecnológicas 1.3 Naturaleza Química y Electroquímica de la síntesis de nanoestructuras de TiO ₂ 1.4 Mecanismo de crecimiento de las nanoestructuras de TiO ₂
2. Metodología en la síntesis de nanoestructuras	2.1 Métodos de Sol-Gel 2.2 Método Hidrotérmico 2.3 Técnicas Electroquímicas
3. Electrólitos posibles para la síntesis de nanoestructuras de TiO ₂ Conteniendo la especie flúor	3.1 Soluciones Acidas 3.2 Soluciones Neutras 3.3 Soluciones viscosas libres de agua 3.4 Soluciones orgánicas acuosas y libres de agua
4. Caracterización de las nanoestructuras	4.1 Caracterización Morfológica 4.2 Caracterización Geométrica y Factor de rugosidad 4.3 Caracterización Electroquímica 4.4 Caracterización fotoelectroquímica 4.5 Caracterización Óptica 4.6 Caracterización Eléctrica 4.7 Caracterización Mecánica
5. Algunas aplicaciones en Energía de nanoestructuras de TiO ₂ .	5.1 En procesos de Oxidación Avanzada para la fotodegradación de aguas contaminadas. 5.2 En Celdas Solares 5.3 En sensores de gases
Estrategias de enseñanza Clases Teóricas Lectura de Artículos recientes del tema Clases Prácticas en el Laboratorio Visitas a Instituciones que desarrollan procesos indicados en el apartado 5.	





Bibliografía

- Fijishima, A., Hashimoto, K., Watanabe, T. (1999). "TiO2 photocatalysis, Fundamentals and Applications". University of Tokio, Published by BKC, Inc. May 1999, Chiyoda-Ku, Tokyo.
- Fischer-Cripps A.C. (2004). "Nanoindentation". Springer, New York.
- Lawn, B.R. (1993). Fracture of Brittle Solids. Univ. Press Cambridge, Cambridge.
- Molera Solá, P. (1990). Metales resistentes a la corrosión, Barcelona: MARCOMBO.
- Rice, R.W. (1977). "Microstructure dependence of mechanical behavior of ceramics". In: MacCrone RK, editor. Treatise on materials science and technology, vol. 11. New York: Academic Press; 203–31.
- Rice, R.W. (2000). "Mechanical properties of ceramics and composites". New York: Marcel Dekker, 458–61.
- Roy, P., Berger, S., Schmuki, P. (2011). "TiO2 Nanotubes: Synthesis and Applications". Angewandte Chemie International Edition, 50, Issue 13, pp. 2904 – 2939.
- Shakelford James. F (2007). Introducción a la ciencia de materiales para ingenieros, Barcelona: Pearson Prentice Hall, capítulo 11, paginas 426, 427.
- Torres Martínez, L.M. y Ruiz Gómez M.A. (2011). "Estudio de las propiedades estructurales, texturales y catalíticas de TiO2 dopado con indio y niquel". Ingenierias, octubre-diciembre 2011, Vol. XIV, No. 53.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80% para derecho a calificación.



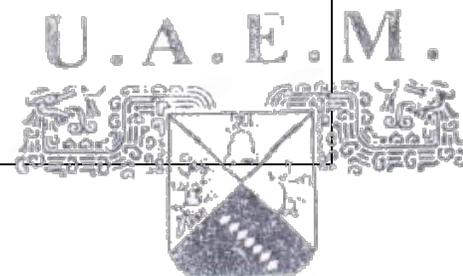


Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
SÍNTESIS Y ANÁLISIS DE POLÍMEROS				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dra. Marisol Güizado Rodríguez				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS067	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el estudio de métodos de síntesis y análisis de polímeros							
Objetivo Estudiar los diferentes métodos de síntesis y análisis espectroscópico (NMR, FT-IR, XDR), cromatográfico (GPC), térmico (DSC-TGA), óptico (UV-vis), morfológico (SEM y AFM) de polímeros.							

Perfil del profesor Doctor en Química, Polímeros o áreas afines.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación
<input type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.
Contenidos



Bloques	Temas
1. Polímeros	1.1 Definición. 1.2 Estructura: configuración y conformación 1.3 Arreglo e interacciones: amorfos y cristalinos. 1.4 Clasificaciones. 1.5 Métodos de caracterización. 1.6 Aplicaciones.
2. Síntesis de polímeros	2.1 Por etapas. 2.2 En cadena. 2.2.1 Radicálica. 2.2.2 Catiónica. 2.2.3 Aniónica. 2.2.4 Por coordinación. 2.3 Con apertura de anillo. 2.4 Copolimerización. 2.5 Polimerización oxidativa. 2.6 Polimerización de acoplamiento cruzado catalizado con metales de transición. 2.6.1 Polimerización Suzuki, Stille, Negishi, Kumada, Murahashi, Yamamoto, Arilación directa.
3. Estructura química	3.1 Resonancia Magnética Nuclear (NMR). 3.2 Espectroscopia Infrarrojo (FT-IR).
4. Distribución de pesos Moleculares	4.1 Cromatografía de Permeación en Gel (GPC).
5. Orden en estado sólido	5.1 Difracción de rayos X (XRD).
6. Comportamiento térmico	6.1 Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC). 6.2 Análisis Termogravimétrico (TGA).
7. Análisis Óptico	7.1 Espectros de absorción y emisión (UV-vis, luminiscencia).
8. Morfología	8.1 Microscopía Electrónica de Barrido (SEM). 8.2 Microscopía de Fuerza Atómica (AFM).
9. Aplicaciones de polímeros	9.1 Polímeros en diodos emisores de luz orgánicos (OLEDs) y celdas solares orgánicas (OSCs). 9.2 Polímeros en dispositivos electrocromáticos. 9.3 Polímeros como electrodos en pilas recargables. 9.4 El papel de los polímeros en la economía del hidrógeno: pilas de combustible y electrolizadores.
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	





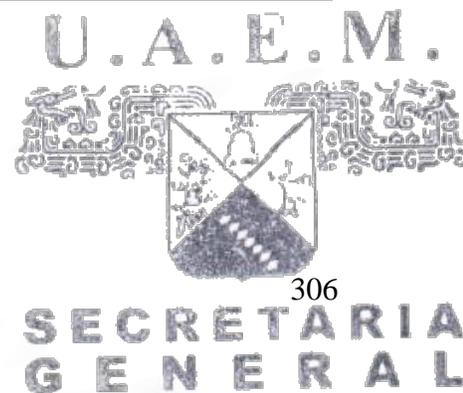
Bibliografía

- R. B. Seymour, "Introducción a la Química de los Polímeros", 2da. reimpresión, editorial Reverté, S. A., 2002.
- M. I. Esteban, "Técnicas de caracterización de polímeros", Ed. UNED. Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2009.
- J. Areizaga, "Polímeros", Ed. Síntesis, 2002.
- I. Katime, C. Cesteros, "Química Física Macromolecular (T. II): Soluciones y Estado Sólido", Ed. Universidad del País Vasco, 2002.
- J. Padilla Martínez, R. García Valverde, A. J. Fernández Romero, A. Urbina Yeregui, "Polímeros Conductores. Su papel en un desarrollo energético sostenible". Ed. Reverté, España, 2010.
- F. W. Billmeyer, Jr. "Ciencia de los Polímeros". Ed. Reverté, 1975, reimpresión 2004.
- N. S. Gobalasingham, B. C. Thompon, Direct arylation polymerization: A guide to optimal conditions for effective conjugated polymers, Progress in Polymer Science 83 (2018) 135-201.
- R. M. Silverstein y F. X. Webster, "Spectrometric Identification of Organic Compounds", 6ta. edición, John Wiley and Sons, Inc., 1998.
- R. S. Drago, "Physical Methods in Chemistry", editorial W. B. Saunders Company (1977).
- H. Friebolin, "Basic One- and Two-dimensional NMR Spectroscopy", 2ª edición ampliada, VCH, 1993.
- J. K. M Sanders y B. K. Hunter, "Modern NMR spectroscopy", 2ª edición, Oxford University Press, 1993.
- D. C. Harris, "Análisis químico cuantitativo", 3ra edición, Reverté, 2007.
- D. A. Skoog, D. M. West, F. J. Holler y S. R. Crouch, "Química Analítica", 7ta. edición, McGraw Hill, 2001.
- D. A. Skoog, F. J. Holler y T. A. Nieman, "Principios de Análisis Instrumental", 5ta. edición, 2001.

Criterios de evaluación

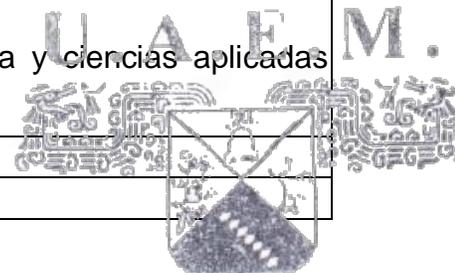
El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas y búsqueda en la literatura	10%
Exposiciones y participación en clase	10%
Resolución de ejercicios y problemas	20%
Exámenes escritos	60%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje TÉCNICAS ELECTROQUÍMICAS				Eje de formación			
				X	Metodológico		
Elaboró Dr. Jorge Uruchurtu Chavarín				Elaboración			Octubre 2019
				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS068	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema Electroquímica, Corrosión y Protección							
Objetivo Aplicar las herramientas para medir, evaluar y estudiar procesos electroquímicos, interpretar los datos aplicados para estudios fundamentales y aplicaciones tecnológicas.							
Perfil del profesor Doctor en electroquímica o corrosión con experiencia práctica en sistemas electroquímicos.							
Competencias que contribuyen al perfil de egreso							
Competencias genéricas							
<input checked="" type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación							
Competencias específicas							
<input type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input checked="" type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.							
Contenidos							
Bloques							





1. Leyes de Faraday
2. Técnica de pérdida de peso
3. Velocidades de corrosión
4. Termodinámica electroquímica
5. Cinética electroquímica
6. Curvas de polarización
7. Pendientes de Tafel
8. Diagramas de Evans
9. Regiones de polarización
10. Técnica de resistencia a la polarización
11. Voltametría cíclica
12. Técnica de impedancia electroquímica
13. Circuitos equivalentes
14. Técnica de ruido electroquímico
15. Aplicaciones
16. Prácticas de laboratorio

Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

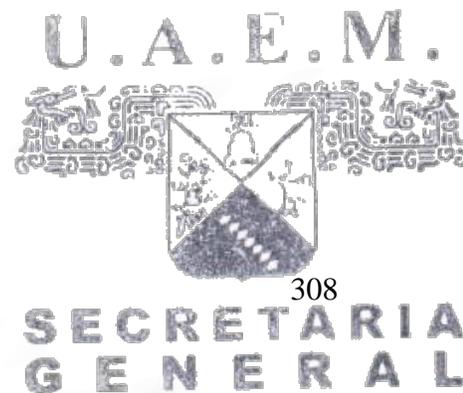
Bibliografía

- Más allá de la hrrumbre: Genesca y Avila
- Corrosion Norbert Greene

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje TECNOLOGÍA DE CERÁMICA Y REFRACTARIOS				Eje de formación			
				X	Metodológico		Investigación
Elaboró Dra. Maryna Vlasova				Elaboración		Octubre 2019	
				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS069	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							

Propósito

Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas y experimentales a nivel de investigación de posgrado para el tema de Tecnología de Cerámica y Refractarios que permitan al estudiante tener los conocimientos necesarios de los procesos físico-químicos de la formación de las cerámicas refractarios y sus aplicaciones

Objetivo

La relevancia de la síntesis de cerámicos refractarios, utilizados en diversos campos de la tecnología cuando se trabaja en condiciones extremas (a altas temperaturas, ambientes agresivos, cargas mecánicas críticas).

Perfil del profesor

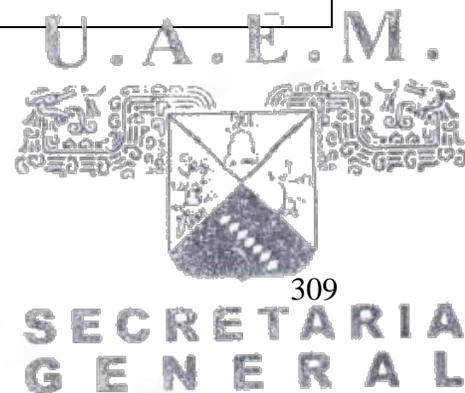
Doctor con conocimientos en el área de ciencias químicas y física del estado sólido

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

Competencias genéricas

- () Capacidad crítica y autocrítica
- (X) Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- (X) Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- (X) Capacidad para la investigación
- () Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- () Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Competencias específicas





(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

() Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos

Bloques	Temas
1. Materiales refractarios	1.1. Ladrillos de arcilla refractaria y métodos de moldeo 1.2. Propiedades refractarias de la arcilla refractaria 1.3. La resistencia a la compresión, flexión y tracción de la arcilla refractaria a altas temperaturas. 1.4. Estabilidad térmica, expansión térmica, conductividad térmica, conductividad eléctrica, corrosión
2. Ladrillos de sílice	2.1. Propiedades y fabricación 2.2. Producción de ladrillos de sílice
3. Ladrillos de arcilla silícea	3.1. Materiales de aislamiento cerámico 3.2 Principales materiales refractarios: a) Ladrillo de Magnesita, Forsterita. b) Dolomita. c) ladrillos que contienen cromo. e) altas masas refractarias basadas en óxidos puros. i) carburos, nitruros, carbono

Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

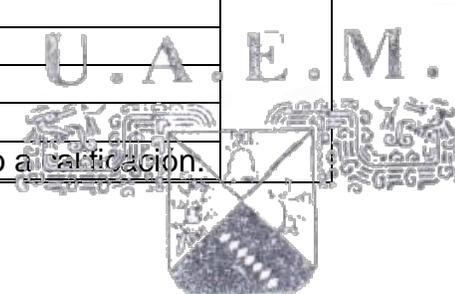
Bibliografía

- H. Salmang, Los fundamentos físicos y químicos de la cerámica , 1955
- Morales Güeto, Juan, Principios físico-químicos de la cerámica: Tecnología de los materiales cerámicos, 2005

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria, 80% para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
TECNOLOGÍA DE POLVOS Y CERÁMICOS				<input checked="" type="checkbox"/>	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dra. Maryna Vlasova				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS070	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					<input checked="" type="checkbox"/>	Optativa	
Presentación							

Propósito

Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema Tecnología de Polvos y Cerámicos permitiendo al alumno elegir la tecnología necesaria para producir polvos de diversa finura para la síntesis de cerámica de máxima resistencia y porosidad

Objetivo

Explicar los conceptos básicos para producir y obtener diferentes productos a partir de partículas metálicas o polvos cerámicos.

Perfil del profesor

Doctor con conocimientos en el área de ciencias químicas y física del estado sólido

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

Competencias genéricas

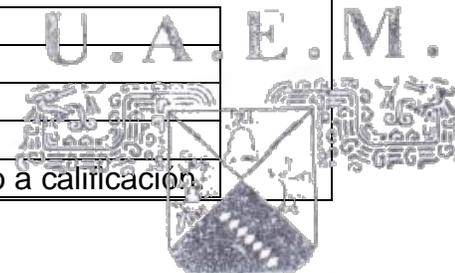
- () Capacidad crítica y autocrítica
- (X) Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- (X) Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- (X) Capacidad para la investigación
- () Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- () Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Competencias específicas

(X) Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

(X) Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.



Contenidos											
Bloques	Temas										
1. Fabricación en polvo	1.1 Técnicas de fabricación mecánicas 1.2 Técnicas de fabricación de Electrolíticas 1.3 Técnicas de fabricación químicas 1.4 Técnicas de fabricación de atomización										
2. Caracterización en polvo	2.1 Tamaño de partículas y forma de partículas 2.2 Los problemas en la partícula ponen la talla al análisis 2.3 Análisis de área superficial 2.4 Técnica de Medida										
3. Compactación	3.1 Precompactación 3.2 Fenomenología de compactación 3.3 Compactación convencional 3.4 Base Teórica. Relaciones paramétricas										
4. Sinterización	4.1 Sinterización de teoría 4.2 Poro estructura en sinterización 4.3 Compactación efectiva en la sinterización 4.4 Sinterización de efectos en propiedades 4.5 Sinterización en polvo variada 4.6 Sinterización Realzada 4.7 Sinterización de Atmósferas										
5. Los rasgos de la preparación de la cerámica del destino distinto	5.1 La cerámica de construcción 5.2 La cerámica artística 5.3 La cerámica del destino especial										
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida											
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • R.M. German, Powder Metallurgy Science, 19984 • Ko Higashitani, Hisao Makino, Shuji Matsusaka, Powder Technology Handbook, Fourth Edition, 201 											
Criterios de evaluación											
El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:											
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Tareas</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Exposiciones</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Reportes de investigación</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>Exámenes escritos</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>Asistencia</td> <td>Obligatoria 80 % para derecho a calificación</td> </tr> </tbody> </table>	Tareas	10%	Exposiciones	10%	Reportes de investigación	40%	Exámenes escritos	40%	Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación	
Tareas	10%										
Exposiciones	10%										
Reportes de investigación	40%										
Exámenes escritos	40%										
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación										



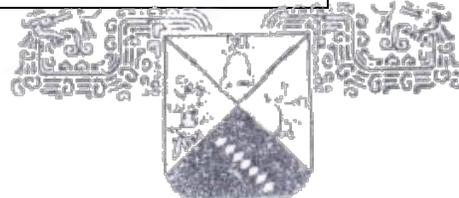
Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
TERMODINÁMICA DE PROCESOS				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Jesús Cerezo Román				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS071	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para la comprensión y aplicación de balances de masa, energía, y entropía en ciclos termodinámicos en fluidos puros y compuestos.							
Objetivo Formar al estudiante en el estudio de los diversos fenómenos de la energía y las propiedades relaciones de la materia, especialmente las leyes de transformación de calor en otras formas de energía.							

Perfil del profesor Doctor en Ingeniería o Ciencias Aplicadas.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input checked="" type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input checked="" type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.



Contenidos	
Bloques	Temas
1. Introducción	1.1 Termodinámica y energía. 1.2 Sistemas y volúmenes de control. 1.3 Temperatura y la ley cero de la termodinámica. 1.4 Presión absoluta.
2. Propiedades de sustancias puras	2.1 Fases de una sustancia pura. 2.2 Diagramas de propiedades para procesos de cambio de fase. 2.3 Tablas de propiedades. 2.4 Ecuaciones de estado para gases, líquidos y sólidos.
3. Mezclas binarias	3.1 Características de las mezclas binarias. 3.2 Diagramas Txy y yx. 3.3 Equilibrio liquido-vapor: líquidos miscibles. 3.4 Equilibrio liquido-gas: solubilidad
4. Gas y mezclas de gas-vapor	4.1 Mezcla de gases. 4.1.1 Presión parcial y volumen parcial. 4.1.2 El modelo de Dalton. 4.2 Mezcla de gases ideales y reales.
5. Primera ley de la termodinámica	5.1 ¿por qué nos sirve la primera ley de la conservación de la energía? 5.2 Conservación de la masa 5.3 La primera ley aplicada a sistemas cerrados 5.4 La primera ley aplicada a sistemas abiertos 5.5 Rendimiento
6. Segunda ley de la termodinámica	6.1 Bombas de calor. 6.2 Procesos reversible e irreversible. 6.3 El ciclo de Carnot. 6.4 Principio de incremento de entropía. 6.5 Balance de entropía en sistemas cerrados. 6.6 Balance de entropía en sistemas abiertos
7. Ciclos de potencia	7.1 Ciclo de potencia de gas. 7.2 Ciclo de potencia combinada y vapor. 7.3 Ciclos de refrigeración
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	

U.A.E.M.





Bibliografía

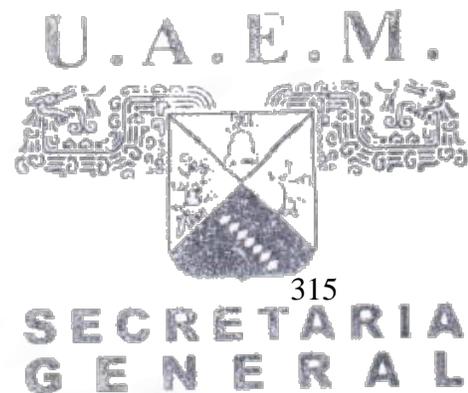
- Y.A.Cengel, M.A. Boles, Termodinámica, McGraw Hill, 2da edición.
- J.B. Jones, R.E. Dugan, Ingeniería Termodinámica, Pretince Hall, 1 ra edición.
- W.C. Reynolds, H.C. Prekins, Ingeniería Termodinámica, Mc Graw-Hill.
- W. Keneth, Termodinámica, Mc Graw-Hill, 2 da edición.
- J. R. Howell, R. O. Buckius, Principios de Termodinámica para Ingenieros, Mc. Graw Hill, 1ª Edición.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	20%
Exámenes escritos	70%
Participación en clase	10%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.

La modalidad del proceso enseñanza-aprendizaje consiste en: Clases teóricas – Prácticas a cargo del profesor, así como estudio y trabajo individual del alumno para resolver problemas.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
TÓPICOS SELECTOS DE ELECTRICIA				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Gennadiy Burlak				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS072	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							

Propósito

Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema selecto para Tecnología Eléctrica y no está considerado en los temas que forman parte del anexo de las Unidades de Aprendizaje del Plan de Estudios.

Objetivo

El objetivo de estos tópicos es abordar desde el concepto básico de un fenómeno en las líneas de generación y aplicación del conocimiento en el área de Tecnología Eléctrica y avanzar en la revisión de metodologías que han conducido a este tópico en un apoyo para complementar la información y técnicas para el tema que el estudiante está desarrollando en su tesis de doctorado y por su especialización no se oferta a todos los estudiantes del área.

Perfil del profesor

Doctor en Ingeniería o Ciencias Aplicadas

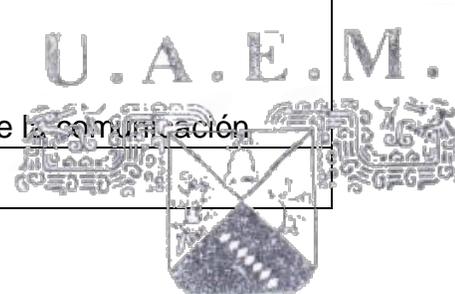
Área del conocimiento: Afín al tópico selecto, comprobable por medio de CV en donde se indique si es autor o participante de artículos publicados en el tema, capítulos del libro, o libros que aborden el tópico parcial o directamente.

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

Competencias genéricas

- () Capacidad crítica y autocrítica
- () Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- (X) Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- (X) Capacidad para la investigación
- (X) Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- (X) Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Competencias específicas





() Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

(X) Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos

Bloques

Temas

El temario de esta materia se elige por el profesor de acuerdo a los intereses de los alumnos.

Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

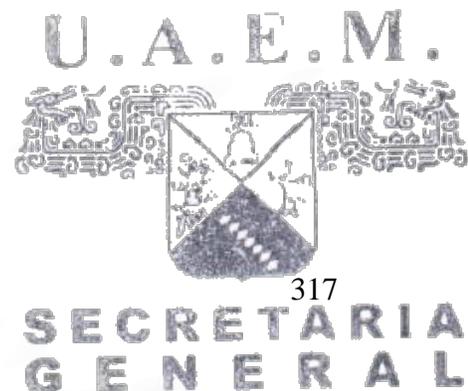
Bibliografía

Artículos científicos del tema en los recientes 5 años.
Libros o capítulos de libro que el docente considere relacionados con el tópico selecto.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Reportes de investigación	50%
Exámenes escritos	50%
Asistencia	Obligatoria 80% para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
TÓPICOS SELECTOS DE MATERIALES				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración		Octubre 2019	
Dra. María Elena Nicho Díaz				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS073	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							

Propósito

Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema selecto para Tecnología de Materiales y no está considerado en los temas que forman parte del anexo de las Unidades de Aprendizaje del Plan de Estudios.

Objetivo

El objetivo de estos tópicos es abordar desde el concepto básico de un fenómeno en las líneas de generación y aplicación del conocimiento en el área de Tecnología de Materiales y avanzar en la revisión de metodologías que han conducido a este tópico en un apoyo para complementar la información y técnicas para el tema que el estudiante está desarrollando en su tesis de doctorado y por su especialización no se oferta a todos los estudiantes del área.

Perfil del profesor

Doctor en Ingeniería o Ciencias Aplicadas

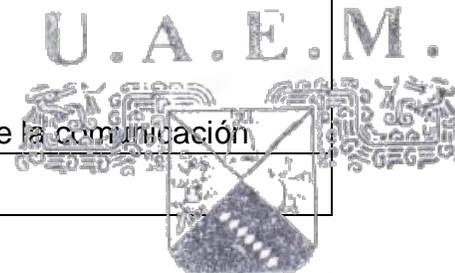
Área del conocimiento: Afín al tópico selecto, comprobable por medio de CV en donde se indique si es autor o participante de artículos publicados en el tema, capítulos del libro, o libros que aborden el tópico parcial o directamente.

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

Competencias genéricas

- () Capacidad crítica y autocrítica
- () Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- (X) Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- (X) Capacidad para la investigación
- (X) Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- (X) Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Competencias específicas





() Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

(X) Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos

Bloques

Temas

El temario de esta materia se elige por el profesor de acuerdo a los intereses de los alumnos.

Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

Bibliografía

Artículos científicos del tema en los recientes 5 años.
Libros o capítulos de libro que el docente considere relacionados con el tópico selecto.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Reportes de investigación	50%
Exámenes escritos	50%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
TÓPICOS SELECTOS DE MECÁNICA				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dra. Laura Lilia Castro Gómez				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS074	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							

Propósito

Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema selecto para Tecnología Mecánica y no está considerado en los temas que forman parte del anexo de las Unidades de Aprendizaje del Plan de Estudios.

Objetivo

El objetivo de estos tópicos es abordar desde el concepto básico de un fenómeno en las líneas de generación y aplicación del conocimiento en el área de Tecnología Mecánica y avanzar en la revisión de metodologías que han conducido a este tópico en un apoyo para complementar la información y técnicas para el tema que el estudiante está desarrollando en su tesis de doctorado y por su especialización no se oferta a todos los estudiantes del área.

Perfil del profesor

Doctor en Ingeniería o Ciencias Aplicadas

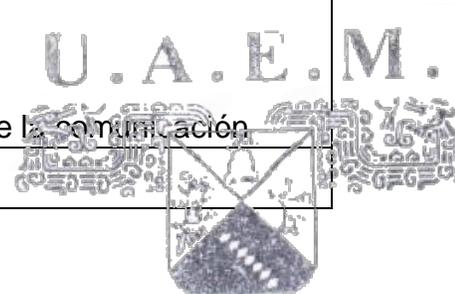
Área del conocimiento: Afín al tópico selecto, comprobable por medio de CV en donde se indique si es autor o participante de artículos publicados en el tema, capítulos del libro, o libros que aborden el tópico parcial o directamente.

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

Competencias genéricas

- () Capacidad crítica y autocrítica
- () Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- (X) Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- (X) Capacidad para la investigación
- (X) Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- (X) Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Competencias específicas





() Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

(X) Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos

Bloques

Temas

El temario de esta materia se elige por el profesor de acuerdo a los intereses de los alumnos.

Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

Bibliografía

Artículos científicos del tema en los recientes 5 años.
Libros o capítulos de libro que el docente considere relacionados con el tópico selecto.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Reportes de investigación	50%
Exámenes escritos	50%
Asistencia	Obligatoria 80% para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
TÓPICOS SELECTOS QUÍMICA				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración		Octubre 2019	
Dr. Rosenberg Javier Romero Domínguez				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS075	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							

Propósito

Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema selecto para Tecnología Química y no está considerado en los temas que forman parte del anexo de las Unidades de Aprendizaje del Plan de Estudios.

Objetivo

El objetivo de estos tópicos es abordar desde el concepto básico de un fenómeno en las líneas de generación y aplicación del conocimiento en el área de Tecnología Química y avanzar en la revisión de metodologías que han conducido a este tópico en un apoyo para complementar la información y técnicas para el tema que el estudiante está desarrollando en su tesis de doctorado y su especialización no se oferta a todos los estudiantes del área.

Perfil del profesor

Doctor en Ingeniería o Ciencias Aplicadas

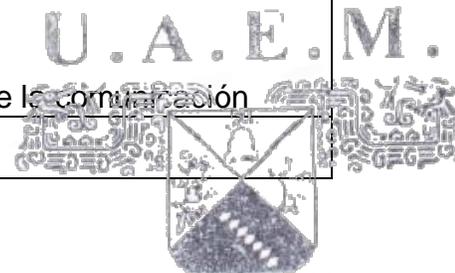
Área del conocimiento: Afín al tópico selecto, comprobable por medio de CV en donde se indique si es autor o participante de artículos publicados en el tema, capítulos del libro, o libros que aborden el tópico parcial o directamente.

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

Competencias genéricas

- () Capacidad crítica y autocrítica
- () Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- (X) Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- (X) Capacidad para la investigación
- (X) Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- (X) Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Competencias específicas





() Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

(X) Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos

Bloques

Temas

El temario de esta materia se elige por el profesor de acuerdo a los intereses de los alumnos.

Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

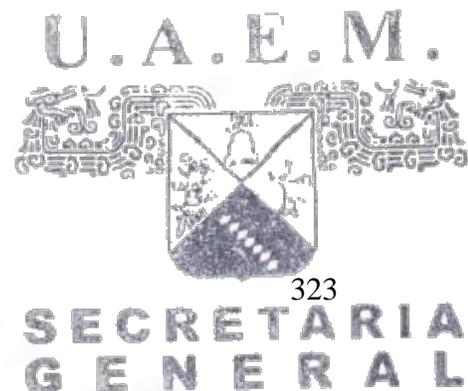
Bibliografía

Artículos científicos del tema en los recientes 5 años.
Libros o capítulos de libro que el docente considere relacionados con el tópico selecto.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Reportes de investigación	50%
Exámenes escritos	50%
Asistencia	Obligatoria 80% para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN				Metodológico		X	Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Rosenberg Javier Romero Domínguez				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
INV04				10	X	Obligatoria	Presencial
						Optativa	
Presentación							
Propósito Desarrollar en el estudiante las herramientas para desarrollar su investigación a partir del protocolo, la metodología planteada y el desarrollo propio de la investigación.							
Objetivo Realizar actividades de investigación pertinentes en una línea de generación y aplicación del conocimiento definida en su proyecto para probar una hipótesis a partir de la información existente y generar conocimiento nuevo.							

Perfil del profesor Director de Tesis del estudiante; Doctor en el área del tema del estudiante o relacionada.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input checked="" type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.



Estrategias de enseñanza

Discusión dirigida

Bibliografía

- La pertinente al tema definido por el estudiante y el asesor.

Criterios de evaluación

Presentación tutorial al comité en que se evalúan los siguientes aspectos:

Reporte escrito: 30 %

Presentación oral (en inglés o español): 25 %

Avance del proyecto 45 %



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
TRANSFORMACIONES DE FASE EN ACEROS MICROALEADOS				<input checked="" type="checkbox"/>	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Sergio Alonso Serna Barquera				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS076	4 h/s/m	0	64	8	Obligatoria		Presencial
					<input checked="" type="checkbox"/>	Optativa	
Presentación							

Propósito

Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema transformación de fase en aceros microaleados

Objetivo

Identificar los cambios de fase en aleaciones metálicas y materiales de ingeniería utilizando parámetros termodinámicos, especialmente en aceros de bajo carbono aleado con elementos denominados microaleantes.

Perfil del profesor

Doctor en el área de Mecánica o Ciencia de Materiales.

Competencias que contribuyen al perfil de egreso

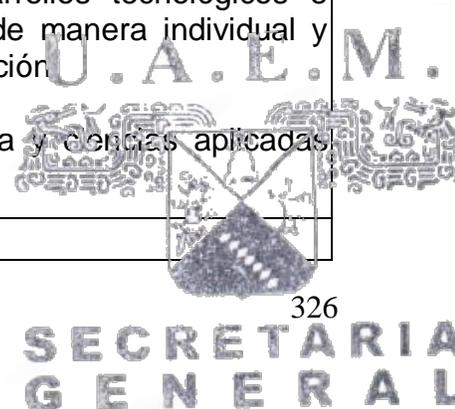
Competencias genéricas

- Capacidad crítica y autocrítica
- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- Capacidad para la investigación
- Capacidad de comunicación en un segundo idioma
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Competencias específicas

- Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación
- Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos





Bloques	Temas
1 Introducción	1.1 Historia de la producción de hierro y acero 1.2 Cambios de Fases y estructura debido a la temperatura 1.3 Ferrita como producto de la transformación austenítica 1.4 Diagramas TTT 1.5 Diagramas CTT 1.6 Regla de fases de Gibss y regla de la palanca
2 Transformaciones debidas al enfriamiento acelerado	2.1 Ferrita (Equiaxial, Acicular y Widmattaten) 2.2 Martensita 2.3 Bainita 2.4 Austenita Retenida 2.5 Productos de solubilizacion en la austenita
3 Laminación controlada en caliente, mecanismos de endurecimiento	3.1 Acondicionamiento de la austenita para trabajarla en caliente 3.2 Control del tamaño de grano inicial de la austenita 3.3 Deformación en caliente de la austenita (laminación) 3.4 Fenómenos de recristalizacion-deformación-nucleación 3.5 Fenómenos de precipitación en presencia de Nb-Ti-V
4 Aceros de alta resistencia y baja aleación (microaleados)	4.1 Metalurgia Básica 4.2 Propiedades mecánicas y soldabilidad 4.3 Mecanismos de endurecimiento y microestructuras 4.4 Enfriamiento acelerado 4.5 Propiedades en placas y tochos laminados 4.6 Aplicaciones finales
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • Thermo-Mechanical Processing of Metallic Materials Bert Verlinden, Elsevier • Thermomechanical processing of advanced high strength steels • JingweiZhaoZhengyiJian, Progress in Materials Science Volume 94, May 2018, Pages 174-242 • Thermomechanical Processing of High-strength Low-alloy Steels, Hiroshi Sekine, Imao Tamura, Tomo Tanaka, Butterworths. 	





Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
TRATAMIENTOS TÉRMICOS				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Arturo Molina Ocampo				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS077	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado relacionadas al tema de tratamientos térmicos aplicados en metales.							
Objetivo Que el alumno conozca y entienda los efectos que provocan los diferentes tratamientos térmicos sobre la microestructura de los materiales metálicos y su repercusión sobre sus propiedades mecánicas, de manera que esto le permita al alumno diseñar y realizar tratamientos térmicos en metales para obtener propiedades específicas.							
Perfil del profesor Doctor en Ingeniería Metalúrgica o Ingeniería Mecánica o de áreas afines, con experiencia en el área de la Ciencia y Tecnología de Materiales.							
Competencias que contribuyen al perfil de egreso							
Competencias genéricas							
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación							
Competencias específicas							



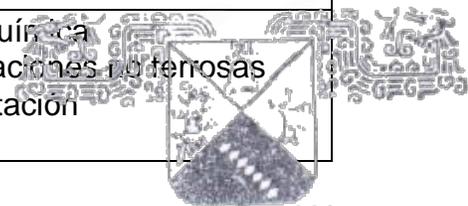


() Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

(X) Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos	
Bloques	Temas
1. Introducción	1.1 Estructuras cristalinas, alotropía y defectos cristalinos 1.2 Sistemas de aleación, solubilidad total, solubilidad limitada e insolubilidad 1.2 Diagramas de fase 1.3 Metalografía
2. Tratamientos térmicos	2.1 Definición de tratamiento térmico 2.2 Variables involucradas en un tratamiento térmico 2.3 Tratamiento de Recocido 2.4 Cinética de recristalización
3. Tratamiento térmico en aceros	3.1 Aceros y su clasificación 3.2 Estructuras cristalinas del hierro y cementita 3.3 Diagrama de fase Fe-Fe ₃ C 3.4 Temperaturas críticas de transformación 3.5 Recocido y esferoidizado 3.6 Normalizado 3.7 Temple y revenido 3.8 Austemplado y martemplado
4. Curvas de transformación y templabilidad	4.1 Curvas de transformación isotérmica 4.2 Curvas de transformación con enfriamiento continuo 4.3 Templabilidad 4.4 Factores que afectan la templabilidad 4.5 Ensayo Jominy para templabilidad 4.6 Método Grossman para obtener el diámetro crítico 4.7 Medios de enfriamiento y severidad de temple
5. Tratamiento térmico en fundiciones	5.1 Tipos de fundiciones 5.2 Tratamiento de maleabilización 5.3 Tratamiento de recocido y de grafitización 5.4 Tratamiento de normalizado 5.5 Tratamiento de temple y revenido 5.6 Austempering
6. Tratamiento térmico en aleaciones no ferrosas	6.1 Efecto de la composición química 6.2 Recocido en metales y aleaciones no ferrosas 6.3 Endurecimiento por precipitación 6.4 Aleaciones de Al – Cu

U.A.E.M.





6.5 Aleaciones de Cu - Be

Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

Bibliografía

- Callister, W.D., Fundamentals of Materials Science and Engineering, 5 th edition, Wiley & Sons, 2001.
- Avner, S. H., Introducción a la metalurgia física, McGraw-Hill, México, 1988.
- ASM Handbook, Vol. 3, Alloy Phase Diagrams, ASM International, USA, 1992.
- ASM Metals Handbook, Vol. 4, Heat Treating, ASM International, USA, 1992.
- Krauss, G., Heat Treatment and Processing Principles, ASM International, USA, 1990.
- Apraiz B. J., Tratado térmico de los aceros, DOSSAT, España, 1985.
- ASM & ESC. Atlas of continuous Cooling Transformation Diagrams for Engineering Steels, Ed. American Society for Steels and British Steel Corporation, 1980.
- Yu M. L., Metalografía y Tratamientos Térmicos de los Metales, Ed. Mir, Moscú, 1984.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	20%
Exposiciones	10%
Reportes de trabajo experimental	30%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
TURBINAS DE GAS Y COMPRESORES				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Juan Carlos García Castrejón				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS078	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el análisis y diseño de turbinas de gas y compresores							
Objetivo Identificar los principios básicos de la teoría turbinas de gas y compresores. Describir el funcionamiento de las partes que componen a las turbinas de gas y compresores. Calcular el flujo a través de estas turbomáquinas y utilizar la teoría de los triángulos de velocidad en el cálculo de los ángulos de entrada y salida en álabes. Analizar el efecto del cambio de condiciones de operación en la potencia de estas máquinas.							
Perfil del profesor Doctor en el área de ingeniería mecánica, opciones fluidos, térmica, máquinas térmicas, procesos térmicos. Experiencia en campo sobre ambos tipos de máquinas.							
Competencias que contribuyen al perfil de egreso							
Competencias genéricas							
<input checked="" type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación							
Competencias específicas							





() Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

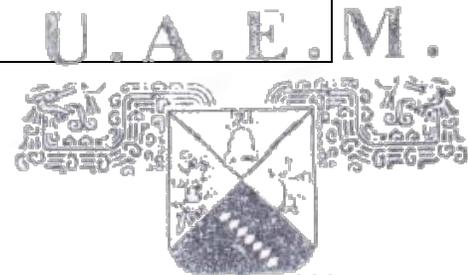
(X) Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos

Bloques	Temas
1. Introducción	1.1. Análisis dimensional 1.2. Conceptos termodinámicos básicos 1.3. Conceptos básicos de mecánica de fluidos
2. Termodinámica de los ciclos de potencia de las turbinas de gas	2.1. Diagramas de temperatura-entropía 2.2. Ciclos termodinámicos de una turbina de gas 2.3. Cálculos del ciclo termodinámico.
3. Compresores centrífugos	3.1. Principio de funcionamiento y partes principales 3.2. Ecuaciones fundamentales 3.3 Triángulos de velocidad 3.4 Efecto de la forma de álabes en desempeño de compresor 3.3. Difusor 3.4. Curvas características del compresor centrífugo
4. Compresores axiales	4.1. Principio de funcionamiento y partes principales 4.2. Ecuaciones fundamentales 4.3 Triángulos de velocidad 4.4 Grados de reacción 4.3. Consideraciones de diseño 3D 4.4. Curvas características del compresor centrífugo
5. Turbinas de gas	5.1 Principio de funcionamiento y partes principales 5.2 Diagramas de velocidad y los parámetros que los describen 5.3 Grado de reacción 5.4 Pérdidas en rotor estator 5.4 Diseño de vórtice libre 5.5 Selección de número de etapas.

Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida





Bibliografía

- Saravanamuttoo, H. I., Rogers, G. F. C., & Cohen, H. (2018). Gas turbine theory. Pearson Education
- Sultanian, B. (2019). Logan's Turbomachinery: Flowpath Design and Performance Fundamentals. CRC Press.
- Murty, V. D. (2018). Turbomachinery: Concepts, Applications, and Design. CRC press..
- Benini, E. (2011). Advances in Gas Turbine Technology.
- Boyce, M. P. (2011). Gas turbine engineering handbook. Elsevier.
- Soares, C. (2011). Gas turbines: a handbook of air, land and sea applications. Elsevier.
- Jansohn, P. (Ed.). (2013). Modern gas turbine systems: High efficiency, low emission, fuel flexible power generation. Elsevier.
- Gorla, R. S., & Khan, A. A. (2003). Turbomachinery: design and theory. CRC Press.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tres exámenes escritos, uno cada dos meses. El primer examen comprende el contenido de las unidades 1 y 2. El segundo comprende las unidades 3 y 4. El tercer examen comprende la unidad 5. La calificación de los exámenes constituye el 80% de la calificación total.

Se dejarán 4 tareas por unidad y constituyen el 10% de la calificación total.

El alumno realiza el proyecto diseño de una etapa de turbina de gas a partir ciertos parámetros de operación o realiza el proyecto de evaluación de potencia de algunas etapas de una turbina de gas a partir de condiciones de operación y parámetros geométricos. Esto constituye un 10% de la calificación total.



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
TURBINAS DE VAPOR				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Juan Carlos García Castrejón				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS079	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el análisis y diseño de turbinas de vapor							
Objetivo Identificar los principios básicos de la teoría de turbinas de vapor y describir su funcionamiento. Analizar el efecto en la potencia de la turbina de vapor el cambio de condiciones de vapor. Calcular escalones o etapas de turbinas de vapor.							

Perfil del profesor Doctor en el área de ingeniería mecánica, opciones fluidos, térmica, máquinas térmicas, procesos térmicos.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input checked="" type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación. <input checked="" type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.



Contenidos	
Bloques	Temas
1. Ciclos térmicos de las instalaciones de turbinas	1.1. Construcción típica de la turbina de vapor 1.2. Ciclo térmico de una turbina de vapor y la influencia de los parámetros del vapor en el rendimiento. 1.3. Principales tipos de turbinas de vapor para accionar generadores de corriente eléctrica.
2. Flujo de vapor en toberas y en las coronas fijas	2.1 Ecuaciones principales 2.2 Pérdidas de energía en el caso del flujo real en los canales 2.3 Coronas fijas o toberas. 2.4 Flujo de vapor húmedo en las coronas de fijas o toberas.
3. Escalón de la turbina	3.1 Turbina con un escalón axial 3.2 Elección de las características y cálculo del escalón 3.3 Escalones de velocidad 3.4 Pérdidas por fugas en el escalón 3.5 Ejemplos del diseño de los escalones y las paletas.
4. Turbinas de vapor de escalones múltiples	4.1 Funcionamiento de la turbina de vapor con escalones múltiples 4.3 Criterios para elegir el diseño de las turbinas múltiples 4.4 Potencia límite de la turbina de un solo flujo y elección de las dimensiones del último escalón
5. Diseños de turbinas	5.1 Principios generales de diseño de turbinas 5.2 Diseño de torsión de álabes. 5.3 Fuerzas sobre álabes.
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	
Bibliografía <ul style="list-style-type: none"> • Sultanian, B. (2019). Logan's Turbomachinery: Flowpath Design and Performance Fundamentals. CRC Press. • Murty, V. D. (2018). Turbomachinery: Concepts, Applications, and Design. CRC press. • Gorla, R. S., & Khan, A. A. (2003). Turbomachinery: design and theory. CRC Press. • Tanuma, T. (Ed.). (2017). Advances in Steam Turbines for Modern Power Plants. Woodhead Publishing. Direcciones electrónicas: <ul style="list-style-type: none"> • http://turbolab.tamu.edu/ 	



- www.epri.com/

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tres exámenes escritos, uno cada dos meses. El primer examen comprende el contenido de las unidades 1 y 2. El segundo comprende las unidades 3 y 4. El tercer examen comprende la unidad 5 La calificación de los exámenes constituye el 80% de la calificación total.

Se dejarán 4 tareas por unidad y constituyen el 10% de la calificación total.

El alumno realiza el proyecto diseño de una etapa de turbina de vapor a partir ciertos parámetros de operación o realiza el proyecto de evaluación de potencia de algunas etapas de una turbina de vapor a partir de condiciones de operación y parámetros geométricos. Esto constituye un 10% de la calificación total.



Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
TURBULENCIA EN FLUIDOS				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración			Octubre 2019
Dr. Fernando Zenaido Sierra Espinosa				Revisión y actualización			Octubre 2019
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS080	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema Flujo turbulento: teoría y tratamiento estadístico.							
Objetivo Actualizar los conocimientos sobre la turbulencia en fluidos abordando las tendencias modernas tanto teóricas como experimentales para su estudio.							

Perfil del profesor Doctorado en Ingeniería Mecánica, en Física o en Filosofía con orientación a mecánica de fluidos.
Competencias que contribuyen al perfil de egreso
Competencias genéricas
<input type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
Competencias específicas
<input checked="" type="checkbox"/> Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación <input type="checkbox"/> Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencia aplicadas mediante un proyecto de investigación.
Contenidos



Bloques	Temas
1 Introducción	1.1 Ecuaciones de Conservación 1.2 Conservación de Masa 1.3 Conservación de Cantidad de Movimiento 1.4 Conservación de Energía 1.5 Ecuaciones promediadas de Reynolds 1.6 Suposición de Boussinesq y modelos de turbulencia
2 Capa limite turbulenta	2.1 Estructura de la capa limite 2.2 Espesor de desplazamiento del momento 2.3 Desplazamiento de momento 2.4 Ley logarítmica de la pared 2.5 Parámetros adimensionales de la capa limite
3 Métodos experimentales de diagnostico	3.1 Método de hilo caliente 3.1.1 Introducción al sistema de medición 3.1.2 Análisis espectral 3.1.3 Parámetros estadísticos del flujo turbulento 3.2 Método laser Doppler 3.2.1 Introducción al sistema de medición 3.2.2 Función de auto-correlación y correlación cruzada 3.2.3 Hipótesis de Taylor 3.3 Visualización y seguimiento de partículas por imágenes, PIV 3.3.1 Introducción al sistema de medición 3.3.2 Aplicaciones en función del número de Reynolds 3.3.3 Análisis de la verticidad
4 Parámetros de la estructura del flujo turbulento	4.1 Primer momento: la velocidad 4.1.1 Valor rms de la velocidad 4.1.2 Intensidad de la turbulencia 4.1.3 El problema de escalas de tiempo y espacio 4.2 Segundo momento: skewness
Estrategias de enseñanza Clases Prácticas, Resolución de ejercicios y problemas, Aprendizaje cooperativo, Discusión dirigida	





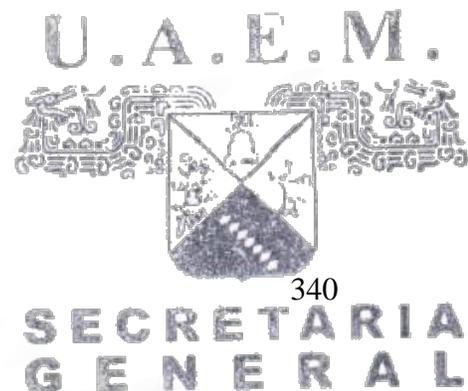
Bibliografía

- Cengel, Yunus A. and Turner, Robert. Fundamentals of Thermal Fluid Sciences. McGraw Hill. 2001. Pág. 229 – 233.
- Hinze H. Fundamentals of Turbulence, Mc Graw, 1972
- Incropera and DeWitt, Introduction to Heat Transfer, Ed. Wiley, 3a ed., 1996.

Criterios de evaluación

El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tareas	10%
Exposiciones	10%
Reportes de investigación	40%
Exámenes escritos	40%
Asistencia	Obligatoria 80 % para derecho a calificación.





Unidad Académica				Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas			
Programa Educativo				Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas			
Unidad de Aprendizaje				Eje de formación			
VIBRACIONES MECÁNICAS				X	Metodológico		Investigación
Elaboró				Elaboración		Octubre 2019	
Dr. Juan Carlos García Castrejón				Revisión y actualización		Octubre 2019	
Clave	Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje		Modalidad
TS081	4 h/s/m	0	64	8		Obligatoria	Presencial
					X	Optativa	
Presentación							
Propósito Proporcionar al estudiante las herramientas teóricas a nivel de investigación de posgrado para el tema análisis de máquinas que presentan vibraciones mecánicas							
Objetivo Identificar y describir los sistemas mecánicos con uno, dos y más grados de libertad. Utilizar los principios básicos de las vibraciones mecánicas en el análisis de máquinas sujetas a vibración. Calcular numéricamente el comportamiento de algunos cuerpos sujetos a vibración. Evaluar las vibraciones en sistemas no lineales y en cuerpos elásticos.							
Perfil del profesor Doctor en el área de ingeniería mecánica o en ingeniería y ciencias aplicadas. Deseable con experiencia en medición de vibraciones mecánicas.							
Competencias que contribuyen al perfil de egreso							
Competencias genéricas							
<input checked="" type="checkbox"/> Capacidad crítica y autocrítica <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis <input type="checkbox"/> Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente <input checked="" type="checkbox"/> Capacidad para la investigación <input type="checkbox"/> Capacidad de comunicación en un segundo idioma <input type="checkbox"/> Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación							
Competencias específicas							





() Aplicar conocimientos y habilidades para realizar desarrollos tecnológicos e investigación básica o aplicada en la frontera del conocimiento de manera individual y colaborativa con base en los seminarios, temas selectos e investigación.

(X) Resolver problemas específicos en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas mediante un proyecto de investigación.

Contenidos

Bloques	Temas
1. Movimiento oscilatorio.	1.1 Movimiento armónico 1.2 Movimiento Periódico 1.3 Terminología Vibración
2. Vibración libre.	2.1 Ecuación de movimiento. 2.2 Frecuencia Natural. 2.3 Método de la energía. 2.4 Vibraciones libre amortiguada. 2.5 Decremento logaritmico. 2.6 Medición de frecuencias naturales y cálculo de frecuencias naturales usando elemento finito.
3. Vibración armónicamente excitada.	3.1 Vibraciones forzadas armónicas. 3.2 Desbalance rotacional. 3.3 Flechas en rotación 3.4 Energía disipada por amortiguamiento
4. Balanceo de rotores	4.1. Velocidades criticas 4.2 Gráficos polares de vibración 4.3 Balanceo de rotores

Estrategias de enseñanza

Clases Prácticas,
Resolución de ejercicios y problemas,
Aprendizaje cooperativo,
Discusión dirigida

Bibliografía

- Singiresu, S. R. (2017). Mechanical vibrations. Pearson.
- Thomson, W. (2018). Theory of vibration with applications. CrC Press.
- Mobley, R. K. (1999). Vibration fundamentals. Elsevier.
- Beards, C. (1996). Structural vibration: analysis and damping. Elsevier.

Criterios de evaluación

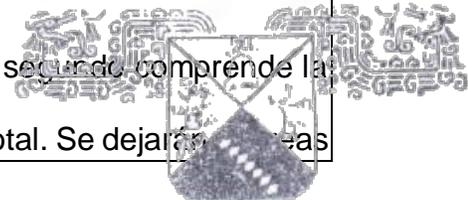
El curso se evalúa de acuerdo a los siguientes conceptos:

Tres exámenes escritos, uno cada dos meses.

El primer examen comprende el contenido de las unidades 1 y 2, el segundo comprende la unidad 3 y el tercer examen comprende la unidad 4.

La calificación de los exámenes constituye el 80% de la calificación total. Se dejarán...

U.A.E.M.

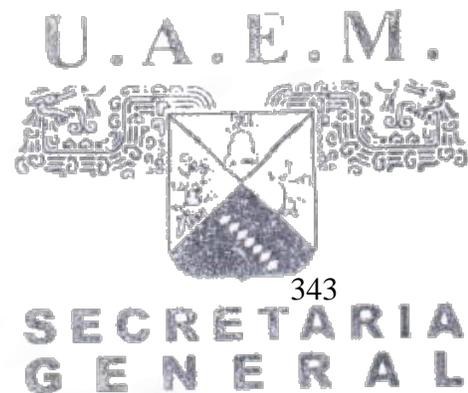




por unidad y constituyen el 20% de la calificación total.

La modalidad del proceso enseñanza aprendizaje que se aplican son:

Clases teóricas a cargo del profesor, estudio y trabajo autónomo e individual del alumno para realizar lecturas y resolver problemas.

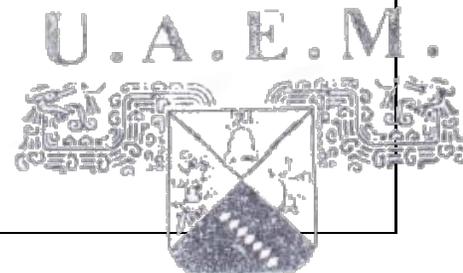




ANEXO 3. ÁREA DE CONOCIMIENTO PITC-LGAC

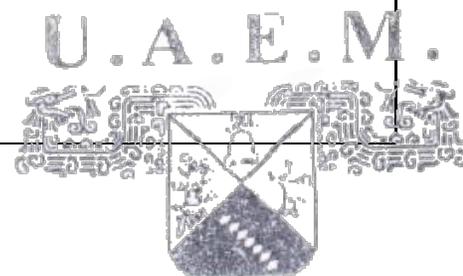
A continuación se describe el impacto de cada profesor-investigador en el posgrado de acuerdo a su área de investigación en relación con la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC).

INVESTIGACIÓN BÁSICA Y APLICADA EN ELECTRÓNICA, COMUNICACIONES, FOTÓNICA, COMPUTACIÓN.
<p>Dr. Gennadiy Burlak</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fotónica - Óptica cuántica
<p>Dr. Marco Antonio Cruz Chávez</p> <ul style="list-style-type: none"> - Creación y mejora de métodos aplicados a problemas en el área de optimización combinatoria
<p>Dr. J Jesús Escobedo Alatorre</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicaciones de la electrónica, óptica e instrumentación - Dispositivos de alta frecuencia para comunicaciones
<p>Dr. Pedro Antonio Márquez Aguilar</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caracterización de materiales por medios ópticos - Estudio de estructuras esféricas de multicapas de alta calidad por generación de oscilaciones electromagnéticas - Medición por métodos no contactivos (Fuerza Foto-Electromotriz en materiales fotorrefractivos y fotoconductores) de vibraciones mecánicas, velocidad de corrosión y velocidades de flujos - Estudio de guías de onda en materiales fotorrefractivos y en polímeros - Ablación láser
<p>Dra. Margarita Tecpoyotl Torres</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interacción de ondas electromagnéticas con diversas estructuras. - Aplicaciones de electrónica y la óptica. - Desarrollo de tecnologías para comunicaciones sensado y percepción remota.
DESARROLLO Y ANÁLISIS DE MATERIALES CON APLICACIONES TECNOLÓGICAS
<p>Dra. Vivechana Agarwal</p> <ul style="list-style-type: none"> - Multicapas de silicio poroso. - 1_D photonic bangap. - Nanoestructuras. - Caracterización estructural y óptica.





<p>Dra. Cecilia Cuevas Arteaga</p> <ul style="list-style-type: none">- Síntesis y caracterización de materiales y procesos de corrosión.
<p>Dr. José Gonzalo González Rodríguez</p> <ul style="list-style-type: none">- Corrosión y protección de materiales.
<p>Dra. Marisol Güizado Rodríguez</p> <ul style="list-style-type: none">- Síntesis y caracterización de nuevos polímeros funcionalizados con potenciales aplicaciones en dispositivos optoelectrónicos.
<p>Dra. Elsa Carmina Menchaca Campos</p> <ul style="list-style-type: none">- Caracterización y modificación y aplicación de polímeros.
<p>Dr. Arturo Molina Delgado</p> <ul style="list-style-type: none">- Aleaciones ferrosas.- Procesos termodinámicos.- Tratamientos térmicos.- Análisis microestructural y de propiedades mecánicas.
<p>Dra. María Elena Nicho Díaz</p> <ul style="list-style-type: none">- Síntesis.- Caracterización y aplicaciones de polímeros semiconductores.
<p>Dr. Isaí Rosales Cadena</p> <ul style="list-style-type: none">- Compuestos intermetálicos (Caracterización, mecánica microestructural, monocristales).
<p>Dr. Sergio Serna Barquera</p> <ul style="list-style-type: none">- Agrietamiento debido al medio de aleaciones metálicas.- Síntesis y caracterización de materiales.
<p>Dr. Jorge Uruchurtu Chavarin</p> <ul style="list-style-type: none">- Corrosión atmosférica.- Monitoreo en línea y tiempo real de la corrosión.- Sistemas dinámicos en corrosión.
<p>Dra. Maryna Vlasova</p> <ul style="list-style-type: none">- Físico y química del estado sólido.- Ciencia de materiales.- Metalurgia de polvos.- Cerámicos.





ANÁLISIS TEÓRICO Y EXPERIMENTAL, INSTRUMENTACIÓN, DIAGNÓSTICO Y OPTIMIZACIÓN EN TURBOMÁQUINAS Y PROCESOS ENERGÉTICOS

Dr. Miguel Ángel Basurto Pensado
- Sensores en fibra óptica.

Dra. Laura Lilia Castro Gómez
- Medición experimental de flujo, estudio de transferencia de calor y dinámica de fluidos computacional (CFD) en turbomáquinas.

Dr. Juan Carlos García Castrejón
- Caracterización numérica y experimental de flujo en componentes de turbomáquinas.
- Desarrollo de algoritmo para análisis dinámico de señales.
- Diagnóstico estructural en partes de turbomáquinas.
- Interacción fluido estructura en turbomáquinas.
- Interacción Rotor-Estator en turbomáquinas.
- Métodos de diagnóstico de fallas en turbomáquinas.

Dr. José Alfredo Rodríguez Ramírez
- Análisis de falta y esfuerzos.
- Elemento finito.
- Análisis de fractura.

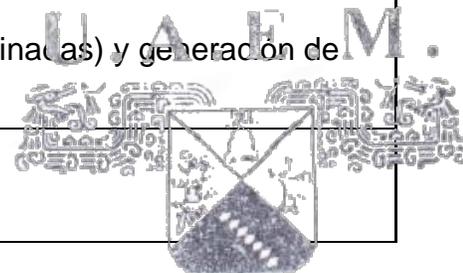
Dr. Fernando Zenaido Sierra Espinosa
- Mecánica de fluidos.
- Modelación de flujo de fluido turbulento complejo y en convección natural.
- Diagnóstico cuantitativo de flujos complejos mediante anemometría láser.
- Diagnóstico de flujo turbulento en turbomáquinas.

Dr. Gustavo Urquiza Beltrán
- Mejora de eficiencia en turbomáquinas.
- Transferencia de calor y mecánica de fluidos (CFD) computacional.
- Métodos inversos algoritmos genéticos y redes neuronales en proceso de optimización.

INGENIERÍA DE PROCESOS TÉRMICOS, MECÁNICOS, AMBIENTALES Y SUSTENTABLES

Dr. Alberto Armando Álvarez Gallegos
- Ingeniería química (Tratamientos electroquímicos de aguas contaminadas) y generación de energía limpia (Hidrógeno).

Dr. José Alfredo Hernández Pérez
- Simulación y automatización de las bombas.





- Simulación de procesos de adsorción.
- Optimización.
- Tratamientos de datos.
- Cromatografía de gases y análisis de imagen.

Dr. Armando Huicochea Rodríguez
-Química

Dr. David Juárez Romero
- Simulación, modelado y desarrollo de métodos de diagnóstico e instrumentación de procesos industriales.

Dr. Antonio Rodríguez Martínez
- Diseño, modelado y simulación de procesos industriales.

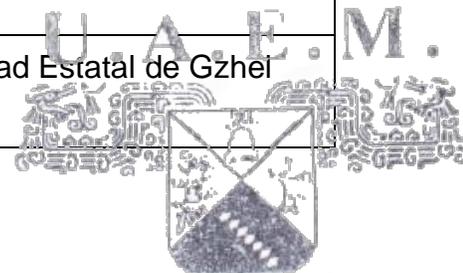
Dr. Rosenberg Javier Romero Domínguez
- Ingeniería térmica aplicada (Ahorro y uso eficiente de energía térmica).
- Bombas de calor integradas a sistemas de purificación de agua.
- Simulación asistida por computadora de sistemas térmicos de absorción.
- Instrumentación.

Dra. Susana Silva Martínez
- Ingeniería química (Tratamientos electroquímicos de aguas contaminadas) y generación de energía limpia (Hidrógeno).



ANEXO 4. CONVENIOS VIGENTES

CONVENIOS DE COLABORACIÓN ACADÉMICA	
UPEMOR	Convenio Modificatorio en AMPLIACIÓN de vigencia con la “UPEMOR” y la “UAEM”
INAOEP	Convenio General de colaboración con el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica INAOE y la Universidad Autónoma del Estado de Morelos “UAEM”
ITGAM	Convenio General de colaboración con el Instituto Tecnológico de Gustavo A Madero
CENIDET	Convenio General de colaboración con el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico y la UAEM
Centro Mexicano de Captura, Uso y Almacenamiento de CO2	Convenio General de Colaboración que celebran los Centros Públicos de Investigación, las Instituciones de Educación Superior, las Empresas Públicas y privadas entre ellas, la UAEM
UACJ	Convenio General de Colaboración con la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
UTS	Convenio General de Colaboración que celebran la Universidad Tecnológica del Sur de Sonora y la UAEM
IMDEA- Energía	La fundación IMDEA Energía en Madrid España en Convenio General de Colaboración con la UAEM
CIEMAT	Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas O.A., M.P. (CIEMAT) del Reino de España.
Anna University, Chennai India	Memorando de Entendimiento para trabajar juntos en una relación colaborativa y colegiada de beneficio mutuo con la contribución de habilidades complementarias.(versión inglés y español).
Universidad Estatal de Gzhel (Rusia)	Acuerdo de Cooperación con la Universidad Estatal de Gzhel





Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chiapas y la UAEM	Red Académica de Investigación en Tecnologías y Materiales Avanzados.
Universidad Tecnológica de Emiliano Zapata	Que la UTEZ se integre a la Minigríd en el Estado de Morelos
UPEMOR	Uso Exclusivo del Cluster de Cómputo Intersivo instalado en la UPEMOR para actividades de la Red de súper cómputo.
ITV	Establecer los términos de colaboración a efecto de que el ITV se incorpore a la Red Temática de PRODEP denominada "Grid Computacional Universitaria y de la Sociedad en General"
CENIDET	Establecer las condiciones para el intercambio académico y de investigación entre la UAEM a través del CIICAp y el CENIDET.
CONVENIOS DE COLABORACIÓN CON LA INDUSTRIA	
ARH	Convenio General de Colaboración Amaro Reyna y Herrero Consultores, S.C.
IMTA	Convenio General de Cooperación Científica y Técnica con el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
CCYTEM	Convenio General de colaboración con el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos y la UAEM
COVEICIDET	Convenio General de colaboración con el Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico y la UAEM
Contrato	Investigación y Desarrollo Tecnológico con la Empresa Mayekawa, para desarrollar Proyecto "Caracterización de Prototipo de una Bomba de Amoniaco".





ANEXO 5. LABORATORIOS

1	Análisis de fallas en estructuras y turbomaquinaria	Dr. José Alfredo Rodríguez Ramírez
2	Caracterización y óptica de semiconductores y nanomateriales	Dra. Vivechana Agarwal
3	Caracterización de materiales y procesos de corrosión	Dr. Sergio Alonso Serna Barquera
4	CISCO	Dr. Marco Antonio Cruz Chávez
5	Comunicación y control	Dra. Koshova Svitlana
6	Corrosión y síntesis de nanoestructuras	Dra. Cecilia Cuevas Arteaga
7	Dinámica electroquímica	Dr. Jorge Uruchurtu Chavarin
8	Electrónica	Dr. Álvaro Zamudio Lara
9	Electrónica y dispositivos para sistemas de comunicación	Dra. Margarita Tecpoyotl Torres
10	Energías renovables	Dr. Alberto Armando Álvarez Gallegos
11	Espectrómetro de fluorescencia de rayos X	Ing. Uriel Moreno Sotelo
12	Fibras ópticas	Dr. Gilberto Anzueto Sánchez
13	Fenómenos de superficies e interfases	Dra. Elsa Carmina Menchaca Campos
14	Fotónica: Óptica no lineal y metrología láser I	Dr. Pedro Antonio Márquez Aguilar
15	Fotónica: Óptica no lineal y metrología láser II	Dr. Jesús Castellón Uribe
16	Fundición	Dr. Isaí Rosales Cadena
17	Ingeniería electroquímica ambiental	Dra. Susana Silva Martínez
18	Ingeniería de procesos	Dr. Antonio Rodríguez Martínez
19	Ingeniería de térmica aplicada I	Dr. Armando Huicochea Rodríguez



20	Ingeniería de térmica aplicada II	Dr. David Juárez Romero
21	Ingeniería de térmica aplicada III	Dr. Rosenberg Romero Domínguez
22	Interferometría láser y física de materiales	Dr. Darwin Mayorga Cruz
23	Materiales y síntesis de cerámicos avanzados	Dr. Mykola Kakazyey
24	Mecánica de fluidos	Dr. Fernando Zenaido Sierra Espinosa
25	Metalurgia de polvos	Dr. Arturo Molina Ocampo
26	Microscopio de fuerza atómica	Dr. René Guardián Tapia
27	Microscopio electrónico de barrido (SEM)	Dr. René Guardián Tapia
28	Microscopio electrónico de barrido II (FESEM)	Dra. Mary Cruz Resendiz González
29	Modelado, simulación y optimización de procesos	Dr. José Alfredo Hernández Pérez
30	Nanomateriales	Dra. Vivechana Agarwal
31	Nanotecnología y cerámica avanzada	Dra. Maryna Vlasova
32	Procesamiento digital	Dr. Álvaro Zamudio Lara
33	Procesos ambientales	Dr. Alberto Armando Álvarez Gallegos
34	Procesos de corrosión	Dr. José Gonzalo González Rodríguez
35	Química de nuevos materiales	Dra. Marisol Güizado Rodríguez
36	Sensores de fibra óptica	Dr. Miguel Ángel Basurto Pensado
37	Simulación de fluidos	Dra. Laura Lilia Castro Gómez
38	Síntesis de polímeros	Dra. María Elena Nicho Díaz
39	Sistemas digitales y señales	Dr. J Jesús Escobedo Alatorre
40	Sistemas energéticos sustentables	Dr. Jesús Cerezo Román



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



Instituto de
Investigación en
Ciencias
Básicas y
Aplicadas



CIICAp

Plan de Estudios
Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas

41	Sustentabilidad energética	Dr. Diego Seuret Jiménez
42	Termohidráulica	Dr. Gustavo Urquiza Beltrán
43	Vibraciones mecánicas	Dr. Juan Carlos García Castrejón
*	Taller de mejoras tecnológicas	Ing. Armando Cárdenas Ramírez
*	Taller mecánico	Ing. Armando Cárdenas Ramírez

