



**UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL
ESTADO DE DURANGO**



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

Campus Durango



**PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN
CIENCIAS EN NANOTECNOLOGÍA Y QUÍMICA
DE MATERIALES**



DIRECTORIO INSTITUCIONAL

RECTOR

M.I. OSCAR ERASMO NÁVAR GARCÍA

SECRETARIO GENERAL

M.I. VICENTE REYES ESPINO

DIRECTOR GENERAL DE ADMINISTRACIÓN

C.P. MANUEL GUTIÉRREZ CORRAL

ABOGADA GENERAL

M.D. MARTHA OFELIA NÚÑEZ ALVAREZ

TESORERO GENERAL

DR. JESÚS JOB REZA LUNA

CONTRALOR GENERAL

C.P. ELEAZAR RAMOS VARELA

DIRECTOR DE SERVICIOS ESCOLARES

DR. ALFONSO GUTIÉRREZ ROCHA

DIRECTOR DE PLANEACIÓN Y DESARROLLO ACADÉMICO

DR. JACINTO TOCA RAMÍREZ

ENCARGADO DE LA DIRECCION DE COMUNICACIÓN SOCIAL

LIC. ROLANDO RAMIREZ MCLEAN

DIRECTORA DE RADIO

L.C.C. JAKELINE FRANCISCA AVILA FLORES

COORDINADOR GENERAL DE VINCULACIÓN Y DESARROLLO

EMPRESARIAL

LIC. PEDRO DE LA CRUZ ÁLVAREZ

DIRECTOR DEL MUSEO REGIONAL DE DURANGO-UJED

LIC. JORGE ARCE RODRÍGUEZ

DIRECTOR DE DIFUSIÓN CULTURAL

ING. CORÍN MARTÍNEZ HERRERA

DIRECTOR DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA

M.C.O. ALMA PATRICIA PIÑA GRISSMAN

DIRECTOR DE DESARROLLO Y GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS

C.P.C. MANUEL DE JESÚS MARTÍNEZ AGUILAR

ENCARGADA DE LA DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA CENTRAL
ING. ENRIQUETA DEL CARMEN BARRIOS FUENTES

DIRECTOR GENERAL DE TELEVISIÓN UNIVERSITARIA
LIC. ROLANDO RAMIREZ MCLEAN

COORDINADORA INSTITUCIONAL DE POSGRADO
M.O.E. ANA MARÍA ÁLVAREZ DEL CASTILLO GONZÁLEZ

ENCARGADA DE LA COORDINACIÓN INSTITUCIONAL DE INVESTIGACIÓN
M.D. TERESA HERRERA DERAS

DIRECTORIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS

DIRECTORA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
M.C. MARTHA ELIA MUÑOZ MARTÍNEZ

SECRETARIA ACADÉMICA
M.C. MARÍA DEL SOCORRO VÁZQUEZ MENDIETA

SECRETARIO ADMINISTRATIVO
M.A. OSCAR PÉREZ GUADIANA

JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
M.C. MARÍA ESTELA FRÍAS ZEPEDA

RESPONSABLES DE ELABORACION

M.C. MARTHA ELIA MUÑOZ MARTÍNEZ
DR. MANUEL ALBERTO FLORES HIDALGO
DR. MIGUEL ANGEL ESCOBEDO BRETADO
DRA. MARÍA AZUCENA GONZÁLEZ LOZANO
DRA. PATRICIA PONCE PEÑA
DR. RENÉ HOMERO LARA CASTRO
DRA. ALICIA RODRÍGUEZ PULIDO
DRA. DIOLA MARINA NÚÑEZ RAMÍREZ
DRA. DIANA BARRAZA JIMENEZ
M.C. MARÍA DEL SOCORRO VÁZQUEZ MENDIETA
M.C. LETICIA MACÍAS CHÁVEZ
M.C. MARÍA ESTELA FRÍAS ZEPEDA

CONTENIDO

1. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA.....	1
2. INTRODUCCIÓN	2
3. OBJETIVOS.....	3
3.1 Objetivo General	3
3.2 Objetivos Específicos.....	3
4. MISIÓN Y VISIÓN DEL PROGRAMA	4
4.1. Misión.....	4
4.2. Visión.....	4
5. METAS, ESTRATEGIAS Y POLÍTICAS.....	5
5.1. Metas.....	5
5.2. Estrategias	5
5.3. Políticas	6
6. ANTECEDENTES	8
6.1. Conceptualización de los Programas de Posgrado en México.....	8
6.2. Programas de Posgrado de Calidad	9
6.3. El Posgrado en la UJED	11
6.4 El Posgrado en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.....	12
7. FUNDAMENTACIÓN	14
7.1. Pertinencia Social	14
7.2. Pertinencia Académica.....	16
7.3. Marco Científico Técnico.....	17
8. DEMANDA DEL PROGRAMA.....	24
8.1. Demanda Real	24
8.2. Demanda Potencial	25
9. CRITERIOS DE FLEXIBILIDAD	28
10. JUSTIFICACIÓN	30
11. PLAN DE ESTUDIOS.....	31
11.1. Organización del Plan de Estudios	31
11.2. Perfil de Ingreso	31
11.3. Requisitos de Ingreso	32
11.4. Requisitos de Permanencia.....	33

11.5. Perfil de Egreso.....	33
11.6. Requisitos de Egreso	34
11.7. Mapa Curricular.....	34
11.8. Resúmenes Temáticos.....	37
12. ORGANIZACIÓN DEL PROGRAMA	83
12.1 Consejo Académico del Programa	83
12.2. Cuerpos Académicos	83
12.3. Núcleo Académico Básico (NAB).....	85
12.4. Comité Tutorial.....	87
12.5. Comité de Admisión	90
12.6. Comité de Becas.....	91
13. ÁREA Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	92
13.1. LGAC I: Desarrollo de Materiales Nanoestructurados	92
13.2. LGAC II: Química de Materiales.....	93
14. INFRAESTRUCTURA Y RECURSOS FINANCIEROS DEL PROGRAMA	95
15. SISTEMA DE EVALUACIÓN DEL PROGRAMA	97
15.1. Evaluación de los Aprendizajes	98
15.2. Evaluación del Desempeño Docente	99
15.3. Evaluación de los Estudiantes y su Trayectoria	100
15.4. Seguimiento de la Trayectoria Escolar	100
15.5. Evaluación Curricular.....	101
15.6. Evaluación Institucional	102
16. BIBLIOGRAFÍA	103
17. ANEXOS	106
17.1 Encuesta a empleadores.	106
17.2 Encuesta a estudiantes y candidatos potenciales a ingresar a la maestría.	108
17.3 Resultado de encuestas	111
17.4 Evaluación al Tutor y Docente.....	114

1. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

Nombre de la Facultad: Facultad de Ciencias Químicas, UJED

Nombre del Programa: Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Fecha de aprobación del programa: En proceso.

Nivel educativo: Maestría

Tipo de programa: Escolarizado

Organización en Tiempo: 4 Semestres

Duración del programa: 2 años / Total de créditos 110 / Total horas 213

Inscripción al programa: Anual

Periodos de Ingreso: Febrero

Tiempo para obtención del grado: 6 meses

Requisitos de idiomas Ingles: 460 puntos TOEFL (requisito de ingreso)

Número máximo de estudiantes de nuevo ingreso por año: 12 estudiantes

Orientación del Programa: Investigación

Fecha en que se aprobó por el H. Junta Directiva de la Universidad Juárez del Estado de Durango: (____16 de Diciembre del 2015____)

Fecha de Aprobación ante la SEP _____

Clave de Registro ante la SEP _____

2. INTRODUCCIÓN

La ciencia y la tecnología han transformando la economía mundial de una manera acelerada. Los avances más importantes de países industrializados se han sustentado en las diferentes áreas del conocimiento, destacando en los últimos años la nanotecnología y química de materiales.

Nuestro país sigue también esta tendencia, reflejada en la dinámica industrial de algunos Estados como Nuevo León, Querétaro, el Estado de México, Aguascalientes, Jalisco, Chihuahua. Estos estados tienen en común que sus Políticas de desarrollo favorecen la ciencia y la tecnología, y que se ve reflejado a través de la creación de infraestructura, posgrados de excelencia en áreas estratégicas, parques industriales y centros de investigación e innovación.

En ese sentido el Estado de Durango, toma en cuenta las políticas nacionales, así como, los objetivos que establece el Plan Estatal de Desarrollo y busca implementar y fortalecer la infraestructura pertinente, a través de la creación de los parques industriales y espacios para el desarrollo de ciencia y tecnología, como también la formación de recursos humanos en Instituciones de Educación Superior y centros de investigación.

La Universidad Juárez del Estado de Durango como institución líder en el Estado, a través de la Facultad de Ciencias Químicas Durango, se suma a estos esfuerzos con la creación de la *Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales*, que impulsa las áreas prioritarias establecidas en el Plan Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación, destacando nanotecnología, biotecnología, minería y energías renovables.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Formar recursos humanos en las áreas de nanotecnología y química de materiales que contribuyan al desarrollo científico y tecnológico del país, así como a la generación de conocimiento que permita una competitividad tecnológica a nivel global.

3.2 Objetivos Específicos

1. Desarrollar los elementos del conocimiento científico y tecnológico a los estudiantes de posgrado para desempeñarse dentro de las áreas de nanotecnología y química de materiales.
2. Aplicar los nuevos métodos y técnicas instrumentales para un diagnóstico apropiado de los materiales y su asociación con la resolución de problemas de interés.
3. Proporcionar al estudiante las habilidades y destrezas necesarias para comprender y enfrentar problemas en las áreas de la nanotecnología y química de materiales.

4. MISIÓN Y VISIÓN DEL PROGRAMA

4.1. Misión

Formar investigadores con una actitud crítica, creativa y abierta a la investigación en nanotecnología y química de materiales, poseedores de una visión integral y con conocimientos innovadores, para dar respuestas pertinentes a los problemas de su área y así contribuir a mejorar la calidad de vida de la sociedad a través de la tecnología.

4.2. Visión

Para el año 2026, ser un programa reconocido como consolidado bajo los criterios del Programa Nacional de Posgrado de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), vinculado con el sector productivo, social y académico. Formador de recursos humanos de alto nivel académico y tecnológico en las áreas de la Nanotecnología y Química de Materiales con impacto regional, nacional e internacional, sustentado en la productividad científica del Cuerpo Académico, que apoye la solución de las principales problemáticas que afectan a la región y/o al país.

5. METAS, ESTRATEGIAS Y POLÍTICAS

5.1. Metas

1. Para el año 2016, integrar el programa de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales al PNPC del CONACYT, soportado por personal de la FCQ-UJED.
2. Para el año 2017 iniciar con encuentros académicos de investigación, con frecuencia anual, donde los estudiantes presenten sus avances y resultados de investigación.
3. Para el 2018, formar o integrarse a una red académica con pares e instituciones externas de acuerdo a las LGAC.
4. Para el año 2018, propiciar la estancia de al menos dos académicos, así como contar con movilidad de estudiantes en instituciones nacionales o del extranjero.
5. Para el año 2018, que el 25% de los profesores del núcleo académico cuenten con proyectos de investigación financiados.
6. Para el año 2018, que el 30% de los investigadores del núcleo académico básico, conserven el reconocimiento del Sistema Nacional de Investigadores (S.N.I.), Nivel I.
7. Cumplir con los parámetros de eficiencia terminal que indica CONACYT.

5.2. Estrategias

1. Formar grupos de académicos e investigadores consolidados, mediante el trabajo multidisciplinario para generar productos de calidad, generación de proyectos y formación de redes.
2. Organizar eventos académicos nacionales e internacionales y participar en eventos de difusión, como congresos científicos.
3. Aplicar las líneas de investigación con proyectos orientados a atender las necesidades del sector social y productivo.
4. Establecer un programa y gestionar financiamiento para intercambio y movilidad de académicos y estudiantes a nivel nacional e internacional.

5. Proporcionar los medios, la infraestructura y los recursos para iniciar el trabajo colegiado y su producción en conjunto, con organismos financiadores, a través de proyectos.
6. Pertenecer a asociaciones de investigación y divulgación de las áreas afines, y establecer colaboraciones productivas que coadyuven al rendimiento de los investigadores tanto en publicaciones científicas como en otros medibles, académicos y de investigación.
7. Brindar las condiciones financieras y de infraestructura para que los alumnos concluyan en tiempo y forma su posgrado.

5.3. Políticas

1. El programa de posgrado se reestructurará de acuerdo a las políticas educativas vigentes y las recomendaciones de los organismos evaluadores externos, para lograr así la obtención del reconocimiento y la permanencia en el PNPC.
2. Los profesores de posgrado del Núcleo Académico Básico (NAB) buscarán el ingreso y permanencia en el Sistema Nacional de Investigadores (SIN), así como a diferentes organizaciones afines a las disciplinas del programa de posgrado.
3. Las líneas de generación y aplicación del conocimiento (LGAC) se establecerán de acuerdo a su pertinencia en relación a los problemas de la sociedad.
4. Los profesores de posgrado trabajarán colegiadamente para consolidar las LGAC's, así como los cuerpos académicos que sustentan el programa de posgrado.
5. Los profesores de posgrado buscarán fuentes alternas de financiamiento que fortalezcan la infraestructura y el equipamiento del posgrado, para así cumplir con las actividades complementarias de intercambio académico, movilidad estudiantil y redes de colaboración que incrementen la calidad del programa de posgrado y de sus servicios.

6. Establecer y mantener un acercamiento sólido con otras dependencias de educación superior que tengan programas de posgrado y LGAC's afines.
7. Todos los profesores del NAB del posgrado realizarán de forma equilibrada sus funciones de gestión, investigación, docencia y tutorías, instituidas por el Programa de Desarrollo del Profesorado (PRODEP).
8. El plan de mejora del programa se revisará anualmente.

6. ANTECEDENTES

6.1. Conceptualización de los Programas de Posgrado en México

Los primeros programas de posgrado en México aparecieron en los años cuarenta. Como ocurrió en todo el mundo, los primeros programas en los niveles de maestría y doctorado se crearon en las disciplinas con una larga tradición en la investigación científica, tales como: física, química, biología, medicina, filosofía, ingeniería y sociología. En 1946, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), creó la primera escuela de graduados, antecedente del consejo de doctorado que la sustituye en 1957 y del consejo de estudios de posgrado que en 1967 se establece en la máxima casa de estudios del país para consolidar la educación universitaria en este nivel.

Los estudios de posgrado en México registran una expansión notable y sistemática a partir de la década de los setenta. Entre 1970 y 1980 el número de programas de posgrado se elevó poco menos de cuatro veces, desde entonces, el número se duplica cada diez años (ANUIES, 2006).

La formación de recursos humanos para la investigación, recibe un impulso definitivo en la década de los sesenta, con la creación del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV); estrategia que se refuerza a principios de los años setenta, con la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), institución que cataliza el proceso de apertura de programas de posgrado en todas las áreas del conocimiento.

El crecimiento del número de programas de posgrado en el país (especialización, maestría y doctorado) entre 1980 y 1990, fue del 92 por ciento; y para el año 2013 operaban en el país 6,879 programas de posgrado (especialización, maestría y doctorado). El 22.1% eran especializaciones, 64.7% de maestría y 13.1% doctorado. El universo de estudio equivale a 226 instituciones, de las cuales 56.2% son públicas y 43.8 % privadas (ANUIES, 2012-2013).

La preocupación por la calidad de dichos programas, frente a un crecimiento tan notable de la oferta, se hizo manifiesta desde los años ochenta con el establecimiento por parte del CONACYT del Padrón de Programas de Posgrado de Excelencia (PPPE), actualmente denominado como Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC).

No obstante, el crecimiento del número de los programas de posgrado carece de una política integral para el fortalecimiento de todo el universo académico, lo cual, ha devenido en heterogeneidades de distintos modelos, lejos de atender los reclamos de diversificación del sistema, respondiendo a la falta de definición de criterios de calidad para todos los programas existentes y no sólo para los contemplados en el PNPC.

6.2. Programas de Posgrado de Calidad

Con la creación del Programa para el Fortalecimiento del Posgrado Nacional (PFPN), concebido en el marco del Programa Nacional de Educación 2001-2006 y del Programa Especial de Ciencia y Tecnología, el cual se encuentra integrado por dos subprogramas; el PNPC y el Programa Integral de Fortalecimiento al Posgrado (PIFOP). El PNPC recupera la práctica del PPPE y define dos tipos de programas: Competentes a nivel internacional (CNI), y los programas de Alto Nivel (AN). El PIFOP, por su parte, implica el desarrollo de un conjunto de acciones de apoyo para alcanzar los estándares definidos para los programas del PNPC.

La implementación del PIFOP supone un proceso de autoevaluación y planeación estratégica permanente y coherente con los planes de desarrollo institucional y la organización curricular disciplinaria por parte de las Instituciones de Educación Superior (IES), para los cuales se establecen una serie de indicadores cualitativos y cuantitativos idénticos para todas las áreas del conocimiento, con una tipología de programas orientados a la formación de investigadores.

En México actualmente existen registrados en PNPC 22 programas de maestría en el área del conocimiento de las ciencias de materiales, ubicados en 14 estados de la República Mexicana (Yucatán, Chihuahua, Querétaro, San Luis Potosí, Coahuila, Campeche, Nuevo León, Hidalgo, México, D.F., Chiapas, Jalisco, Sonora y Michoacán). En relación a la región que comprende a los estados de Durango, Zacatecas y Coahuila, sólo existen tres programas reconocidos por el PNPC en el área de materiales, todos ofertados en el estado de Coahuila localizados a una distancia aproximada de 550km por carretera.

En México actualmente existen registrados en PNPC únicamente 5 Programas de maestría en el área del conocimiento de las ciencias en nanotecnología con diferentes orientaciones. Estos programas no presentan un patrón geográfico en el país ya que se encuentran en estados como San Luis Potosí, Jalisco, Sonora, Veracruz y Tabasco. En cuanto a programas de maestría en PNPC sobre Química de Materiales, éstos son alrededor de 10 distribuidos principalmente en los estados de Coahuila, Nuevo León, Chihuahua, San Luis Potosí y el DF, estados con auge industrial, pero no se detectó ninguno que combine las áreas de la nanotecnología y química de materiales en el país.

En relación a la región que comprende a los estados de Durango, Zacatecas, Chihuahua y Coahuila, no existen programas reconocidos o registrados por el PNPC en las áreas de interés, como son las ciencias en nanotecnología y química de materiales.

En el caso particular del estado de Durango, existen cuatro IES que ofertan programas de posgrado, la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), el Instituto Tecnológico de Durango (ITD), el Centro de Investigación Interdisciplinaria para el Desarrollo Regional del IPN (CIIDIR) y recientemente instaló una unidad en la localidad, el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV) quienes aportan a la región líneas de investigación relacionadas con tecnologías sustentables, como son el uso de celdas solares,

medio ambiente, remediación de agua, etc. Sin embargo, no hay ninguna IES que oferte posgrados en el área de ciencia de materiales o nanotecnología y química de materiales con o sin el reconocimiento de PNPC.

6.3. El Posgrado en la UJED

La UJED, como IES tiene como reto cumplir con las funciones sustantivas de docencia, investigación, difusión y extensión. Para el desarrollo de estas funciones, el posgrado es un elemento estratégico dentro de la oferta educativa. En el caso particular de la UJED, cuenta con 55 programas de posgrado; siendo 26 Maestrías, 9 Doctorados y 20 Especialidades; de los cuales de las 26 Maestrías 7 de ellas se encuentran en el PNPC de CONACYT, es decir un 27%. En relación a los doctorados 4 de los 9 son programas de calidad reconocidos por el CONACY, representan un 45%.

En la UJED es escasa la oferta de posgrados dirigidos a las áreas de Ingeniería. Solo se está ofertando un programa de posgrado (maestría y doctorado) en ingeniería civil, sin embargo, carece del reconocimiento del PNPC, y con un enfoque diferente a las líneas de nanotecnología o química de materiales. Pero se debe considerar que sí existe un potencial de egresados y académicos formados en áreas afines que demandan y desean continuar con sus estudios, especializándose en alguna de las áreas ya mencionadas y que tienen que buscar opciones fuera de la región (CONACYT-SEP, 2001), como es el caso del posgrado que se encuentra en Gómez Palacio a 240 km de distancia de la Capital de Durango.

La problemática del sistema de posgrado en la UJED es compleja debido en parte a sus estructuras académico-administrativas tienen el reto de satisfacer las nuevas demandas educativas y sociales. Esta problemática se refleja en la dificultad para aprovechar eficientemente la infraestructura y equipos en forma integrada.

En este sentido se puede decir, que es pertinente pensar en la creación de un programa de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales para contribuir a fortalecer el sistema de posgrado y la formación de personal con alto nivel en ciencia y tecnología moderna, para desarrollar las ventajas competitivas que exige a nuestro país la sociedad global del conocimiento. Así mismo, se quiere con ello abrir el abanico y el desarrollo de líneas de investigación susceptibles de ser abordadas por el NAB de investigadores.

6.4 El Posgrado en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales

La expansión de la investigación científica ocurrida en el siglo XX provocó un desarrollo acelerado en las ciencias básicas como la química, la física o la biología. El mundo ha visto grandes cosas desde la conferencia de Feynman titulada "There's Plenty of Room at the Bottom". En esta conferencia se describía como se podría manipular átomos y moléculas individuales. Sin embargo fue hasta una década en que Norio Taniguchi acuñó el término nanotecnología. Y a partir de 1981, en que se desarrolló el microscopio de efecto túnel, se potenció enormemente el trabajo en base al conocimiento de los átomos individuales desencadenando el nacimiento de la nanotecnología como un campo nuevo.

Desde entonces la ciencia y tecnología del mundo se ha volcado en los avances de este nuevo campo y han surgido nuevos avances, productos, técnicas, herramientas, etc. y en el mundo académico se han creado carreras nuevas así como posgrados estrechamente relacionados. Se considera que este nuevo campo es fundamental en la ciencia y tecnología de cada país y que tener desarrollo en nanotecnología es crítico para la sobrevivencia de las economías nacionales en el futuro cercano.

En México, es importante crear las condiciones y oportunidades para el desarrollo del conocimiento en ciencias en nanotecnología y química de materiales a nivel de estudios de posgrado, que incrementen la capacidad de respuesta ante los nuevos retos que surgen en esta área. La química de materiales como la entendemos hoy,

ha recibido nuevo vigor con los descubrimientos de las últimas tres décadas. En esa dirección, ha resurgido para convertirse en un importante campo en la química moderna por la que se considera como una buena combinación con el posgrado en nanotecnología.

En el país existen registrados ante PNPC solo 5 Programas de maestría en el área del conocimiento de las ciencias en nanotecnología con diferentes orientaciones. En contraste, existen 25 programas de maestría en PNPC dirigidos a ciencias de los materiales, pero solo uno de ellos con la orientación a nanomateriales. Desde una perspectiva nacional, el programa propuesto es muy oportuno y sería una propuesta pertinente como la Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales para integrarse al PNPC.

En el ámbito regional no hay oferta de posgrado en nanotecnología. Por otro lado, en estados como Coahuila y Chihuahua tienen posgrados en ciencias de los materiales pero con orientaciones diferentes. Localmente, no se tiene oferta de posgrado ni en nanotecnología ni en química de materiales. Desde esa perspectiva, el programa planteado sería una propuesta pertinente en la región como Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales que optimicen la infraestructura y el recurso humano con que cuenta el Estado de Durango y para integrarse a PNPC.

7. FUNDAMENTACIÓN

7.1. Pertinencia Social

En el Plan Nacional de Desarrollo (PND) (2013-2018) y en el Plan Estatal de Desarrollo (PED) (2011-2016), se destaca la importancia de la minería en el Estado, siendo este uno de los mayores productores mineros del País, ubicándose en los primeros lugares a nivel Nacional en la producción de Oro y Plata. De la misma manera Durango se encuentra en los primeros lugares de explotación de los minerales no metálicos como el Mármol, Ónix, y las arcillas industriales. Se destaca además, la importancia del desarrollo de tecnologías en energías alternativas. Dentro del objetivo 8 del PED, referente al aprovechamiento de las vocaciones productivas de la Región, se encuentra el estimular la formación técnica y profesional en las áreas de mayor dinamismo y potencial en la economía global: los servicios logísticos y de comercio exterior, las telecomunicaciones, tics, generación de energías alternas, servicios ambientales, la biotecnología y la nanotecnología.

En ambos planes se señala la necesidad de explotar yacimientos mineros en el Estado y en el País. Este hecho, se fundamenta en el estudio previo y desarrollo de proyectos mineros y/o metalúrgicos que involucran entre otros, mineralogía prospectiva, caracterización de minerales y menas, procesamiento y beneficio de minerales, tratamiento de residuos y pasivos ambientales, purificación y obtención de valores asociados como metales base (Cu, Pb, Fe, Zn, etc.), metales preciosos (Au, Ag) y/o metales valiosos para tecnologías emergentes (Ti, Pd, Mo, V, etc.).

Dentro de estas áreas, la nanotecnología tiene una gran importancia socio-económica, y por ello se encuentra también reflejada en los planes PND y PED, ya que de esta área, se derivan aproximaciones multidisciplinarias que junto con la química de materiales permite realizar mejores descripciones de sistemas mineros y nanotecnológicos satisfaciendo la carencia de recursos humanos en nuestro país. De aquí la importancia de que las áreas descritas impulsen el desarrollo de

la tecnología basados en el diseño, simulación, caracterización y desarrollo de materiales incluyendo los nanoestructurados y nanocompuestos. Lo anterior, para satisfacer el desarrollo y mejora de los procesos y materiales empleados en las áreas de energía, sector metal-mecánico, minero, y ambiental.

El Programa de Maestría en Nanotecnología y Química de Materiales, incidirá también de manera socioeconómica en la Región, ya que al innovar y optimizar los procesos y recursos materiales permitirá una mejora competitiva del sector productivo. Esto promoverá como consecuencia la generación de nuevos empleos derivados de un crecimiento sustentable, basado en el uso de nuevas tecnologías de manera progresiva soportadas en el conocimiento de estas áreas.

Referente al sector productivo, el Estado de Durango cuenta con cinco parques industriales y/o tecnológicos: CIERMAD (Centro de Investigación en Energías Renovables y Medio Ambiente del Estado de Durango), Fideicomiso de la ciudad Industrial de Durango, Parque Industrial Lagunero, Parque PyME, Zona de Conectividad Durango (Secretaría de Economía, 2015). En cuestión de minería se encuentran Peñoles, Grupo México, Fresnillo PLC, Gold Corp, Compañía Minera Autlan, First Majestic Silver Corp por mencionar algunas.

El programa de Nanotecnología y Química de Materiales con sus líneas de investigación, así como con los recursos humanos disponibles e instalaciones, juega un papel central como eje del desarrollo industrial. Particularmente, al formar recursos humanos altamente calificados y especializados, así como propiciar la consolidación de la Universidad como Institución que atienda las necesidades actuales mediante la generación de conocimiento y la transferencia y desarrollo de tecnología y servicios, en concordancia con las necesidades plasmadas en el aprovechamiento de vocaciones productivas en el desarrollo de la biotecnología, energías alternas, renovables y limpias, materiales avanzados, desarrollo de nanomateriales y nanotecnología.

El programa podrá satisfacer las oportunidades que demanda la Nación con acciones estratégicas, siendo las iniciativas de este Programa ambiciosas, sinérgicas, de gran impacto, realistas y autosustentables hacia el sector productivo en el PND, PED y en el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECiTI).

7.2. Pertinencia Académica

Actualmente los programas en el área registrados en el Padrón del Programa Nacional de Posgrados de Calidad son: Maestría en Nanociencias y Materiales (San Luis Potosí), Maestría en Ciencias Físico Matemáticas con Orientación en Nanociencias (Jalisco), Maestría en Nanotecnología (Sonora), Maestría en Ciencias con Orientación en Materiales, Nanociencias y Química Orgánica (Tabasco) y la Maestría en Ciencias en Micro y Nanosistemas (Veracruz).

De los programas antes mencionados el enfoque es a las áreas de nanodispositivos electrónicos, física de materiales, energía en celdas de hidrogeno y fotovoltaica. Existe solo un posgrado con orientación en ingeniería de minerales con enfoque hacia explotación y beneficio de minerales, en el Estado de San Luis Potosí, el cual es insuficiente para satisfacer la demanda potencial que requiere el País, en particular en el Estado de Durango y la Región, como se detalla en el PED.

Dando respuesta a esta iniciativa del Estado de Durango, es que se plantea la Maestría en el área de Nanociencias y Química de Materiales. Ya que en los Estados colindantes Sinaloa, Zacatecas, Coahuila y Chihuahua no existe la oferta educativa a nivel de programas de Maestría en el área de Nanociencias y Química de Materiales. Este posgrado se encuentra enfocado al sector minero, aprovechamiento de recursos naturales, materiales avanzados como apoyo al sector energético, que son áreas pertinentes en el Estado de Durango.

Hoy en día se tiene un auge a nivel nacional e internacional por el desarrollo de ciencia y tecnología basada en investigación básica y aplicada relacionada con la nanotecnología y química de materiales. Algunos nanomateriales como son nanotubos, grafenos, fulerenos y otras nanopartículas, han tomado una relevante importancia en los campos industriales donde los resultados de estas investigaciones son palpables con productos que empiezan a encontrarse en el mercado. Mediante la simulación computacional y procesamiento de materiales nanoestructurados, así como la comprensión de su comportamiento químico, permitirá el aprovechamiento y optimización de recursos tanto naturales como materiales, con aplicaciones, en: (bio)minería, desarrollo de catalizadores con aplicaciones industriales y ambientales, celdas solares, energías alternativas como la fotosíntesis artificial, generación de energía a través de biomasa, desarrollo de herramientas y equipamiento con propiedades mecánicas y físicas como alta resistencia al desgaste, abrasión y a la corrosión requeridas en perforación y exploración de diferentes tipos de yacimientos, materiales antiestáticos y estáticos para diferentes aplicaciones electrónicas.

En este sentido, en el Estado de Durango y región el programa de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales, atenderá las problemáticas derivadas de estos desarrollos al ofrecer asesoría en el impulso de proyectos energéticos, mineros y forestales, entre otros. Por mencionar, algunos estudios potenciales en minería son: caracterización de minerales y menas, nuevas técnicas de lixiviación, biotecnología ambiental, ingeniería ambiental, materiales compuestos a partir de recursos renovables y biopolímeros. En cuanto a nanomateriales, las investigaciones están orientadas a: biocombustibles, fuentes de energía solar, aprovechamiento de recursos como el agua, simulación de compuestos y nanoestructuras.

7.3. Marco Científico Técnico

El programa propuesto busca dar respuesta a algunas de las demandas prioritarias de la región y del país, entre las que se encuentran nanotecnología,

investigación de materiales para energías renovables o alternativas, mejora de procesos y tecnologías para el sector minero, haciendo énfasis en la recuperación de valores y tratamiento de pasivos ambientales, uso de materiales compuestos para el aprovechamiento de recursos naturales con aplicación industrial y química verde, para ayudar con la remediación de agua, aire y suelos de una manera sustentable PND, PED Y PECiTI.

En el mundo los países líderes en nanotecnología son: Estados Unidos, Japón, Rusia, Alemania y China (Záyago y Foladori, 2010), el avance de estos países está directamente relacionado con la inversión económica y el desarrollo de recursos humanos en el área. Aunque en México existe desarrollo en esta tecnología emergente, es necesario incrementar la inversión en el tema, a fin de reducir la brecha tecnológica respecto a los países líderes. Aunque si se compara con los primeros cinco países el nivel de recursos invertidos en nuestro país es bajo, se mantiene una segunda posición en Latinoamérica. Después de Brasil, nuestro país tiene el mayor número de instituciones que realizan investigación, infraestructura, número de publicaciones académico-científicas, convenios internacionales y cantidad de recursos humanos trabajando con nanotecnología (Foladori, 2006).

El posicionamiento de la nanotecnología como un área estratégica de desarrollo para México se reafirmó en el PECiTI, donde se le consideró fundamental para “contribuir a mejorar el nivel de vida de la sociedad y lograr una mayor competitividad”, confirmando la necesidad de desarrollo en los temas prioritarios de las demandas sectoriales en energía sustentable, materiales avanzados y medio ambiente y recursos naturales. Mientras que en el Estado de Durango, la relevancia de la nanotecnología también es reconocida a través del PED (2010-2016) que prioriza esta área.

Como ya se mencionó, entre los avances en nanotecnología destaca la generación de nuevos materiales a base de nanoestructuras de carbón, así como

otras nanopartículas, cuya aplicación industrial es novedosa permitiendo estar a la vanguardia. Los nanotubos de carbón están entre los materiales más estudiados debido a sus propiedades mecánicas y eléctricas identificadas desde su descubrimiento (Lijima, 1991).

También los materiales híbridos formados por nanotubos de carbón y elementos metálicos conjuntan características que los habilitan en áreas relevantes como la medicina. Un ejemplo de estas aplicaciones son nanotubos de carbón cubiertos con una capa de oro usado en detección de imágenes, como un agente en la detección de células cancerígenas en el sistema linfático (Kim, Galanzha, Shashkov, Moon and Zharov, 2009). Otra aplicación, es el uso de nanopartículas de oro soportadas por nanotubos de carbón, lo cual mejora la conductividad eléctrica, así como, su capacidad óptica y capacidad para ejercer atracción en biomoléculas (Pannopard, Khongpracha, Probst & Limtrakul, 2008; Jhan, 2010).

Los nanotubos de carbón pueden usarse en minería y otras industrias, por ello es necesario obtener propiedades específicas como degradación, alta resistencia al desgaste y el grado de reforzamiento por nanocompuestos metálicos, cerámicos y poliméricos, utilizados en el sector energético. Lo anterior, es solicitado en la exploración y perforación de yacimientos, en las líneas de conducción como lo es actualmente en el sur del Estado de Durango, en el triángulo energético Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

En lo referente a generación de energía, el Estado cuenta con recursos potenciales como la radiación solar en donde se pueden utilizar celdas fotovoltaicas y biomasa, la cual puede ser aprovechada para la producción de energía mediante la utilización de nanocatalizadores y materiales nanoestructurados que actúan como absorbentes de CO₂, evitando así su liberación a la atmósfera. En Durango la generación de electricidad es por medio de ciclo combinado convencional (IPCC, 2014) la cual, emite grandes cantidades de emisiones a la atmósfera como el dióxido de carbono (CO₂), principal gas de

efecto invernadero (INEGI, 2015). En menor proporción se usa energía solar y biomasa, por ello la aplicación de tecnología limpia y eficiente para su aprovechamiento sustentable es pertinente.

La simulación de materiales usando los métodos de estructura electrónica, es una herramienta que permite estudiar las propiedades físicas y químicas de las nanoestructuras y de los materiales a nivel molecular. Esta herramienta, además de ser predictiva, coadyuva a reducir la experimentación y disminuir costos e impacto ambiental. Usando estos métodos, se pueden estudiar las interacciones electrónicas entre diferentes materiales a nivel nanométrico.

Las tendencias en el uso de materiales para generación de energía, indican que las celdas solares sensibilizadas con pigmentos pueden tener buenas eficiencias. Mientras que los óxidos metálicos siguen siendo utilizados como materiales fotovoltaicos y fotocatalíticos, y en la actualidad en forma nanoestructurada representan un gran potencial. A través de la simulación de materiales se están empleando nanoclústeres de $(\text{TiO}_2)_n$ por su gran potencial (Hamad, Catlow, Woodley, Lago & Mejia, 2005), y se les está haciendo substitución o dopado para incrementar la actividad fotocatalítica (Syzgantseva, Gonzalez, Calatayud & Minot, 2011).

Por el lado de los pigmentos sensibilizadores, a través de la simulación se están utilizando colorantes naturales como son los derivados de las antocianidinas, ya que estos han dado buen resultado como pigmentos favoreciendo las propiedades fotocatalíticas de los óxidos semiconductores (Andersen, 2001; Di, Sancho, Dangles & Trouillas, 2012).

Una tendencia mundial importante que se puede tratar con la simulación de materiales y que se relaciona a energías alternativas y química verde, es la fotosíntesis artificial. Esta tecnología busca imitar la fotosíntesis para aprovechar la luz solar en la generación de energía eléctrica, o bien para degradar

químicamente materiales nocivos, como por ejemplo el CO₂, en subproductos inofensivos y agua (Lynn, 2015). Los pigmentos fotosintéticos como son la clorofila a, zeaxantina, clorofila b y neoxantina son algunos materiales de interés (Hamad, Catlow, Woodley, Lago & Mejia, 2005) que está trabajando actualmente el NAB. Cabe mencionar que el grupo es pionero, en el país, en la investigación de este tema.

También existen programas computacionales para la simulación de procesos químicos, lo cual es de gran interés para la industria en general. Mediante el análisis termodinámico por medio de programas especializados y técnicas de síntesis novedosas, es posible predecir la obtención de nanomateriales y fotocatalizadores nanoparticulados para su aplicación en procesos de generación de energía en forma convencional y procesos químicos, con una gran variedad de aplicaciones que van desde superficies autolimpiables, anti-microbianas y antiempañantes, pasando por purificación de aire y agua, hasta la producción de hidrógeno inducida por luz solar a fin de aprovechar el potencial de radiación solar en el estado.

En lo relacionado a minería, en el contexto internacional de los yacimientos de metales preciosos como el oro y la plata, éstos presentan concentraciones cada vez más bajas (o de baja ley). Actualmente, el estudio de los yacimientos de baja ley ha cobrado interés debido a que las tecnologías convencionales de extracción son insuficientes. Por otro lado, México es el primer destino en inversión en exploración minera en América Latina y cuarto en el mundo.

México es primer productor de plata a nivel mundial y uno de los diez primeros en extracción de oro, plomo, zinc, cobre, bismuto, fluorita, celestita, wollastonita, cadmio, diatomita, molibdeno, barita, grafito, sal, yeso y manganeso. En este contexto, Durango se destaca en la explotación de oro (15, 944 kg), plata (727, 505 kg) y fierro (1, 507, 023 kg) (SE, 2015). Estos metales y otros minerales con

alto valor también enfrentan el problema de la baja concentración, así como, otras problemáticas derivadas de las asociaciones de estos minerales.

De aquí se desprende la tendencia hacia tecnologías de biominería para la recuperación eficiente de valores, partiendo del conocimiento y comprensión de los mecanismos biológicos y químicos entre las interfaces mineral-microorganismo en los procesos de biolixiviación.

Las técnicas de biotecnología de minerales, son actualmente utilizadas en países como: Estados Unidos, Chile, Brasil, Australia y Canadá. Al 2010, los procesos de biolixiviación en tanque a nivel industrial se procesan hasta 1069 tpd para la recuperación de oro (minera Kokpatas, al norte de Asia) (Pradhan, Nathsarma, Srinivasarao, Sukla & Mishra, 2008).

En base a minerales sulfurados, la biolixiviación es empleada para la recuperación principalmente de cobalto, cobre, níquel, zinc procesando hasta 250 tpd como lo es para el caso de Co (INEGI, 2014). En México la biolixiviación es una técnica emergente que empieza a tomar más apreciación en el sector minero, destacando la empresa minera Peñoles como una de las pioneras en el país.

Se ha vuelto común que un avance deseado en tecnología depende de materiales con la correcta combinación de propiedades. En este sentido, una de las tendencias a nivel internacional y nacional en química de materiales, es el diseño y síntesis de nuevos materiales, a partir de materias primas naturales, sintéticas o de desecho.

Para ello, el conocimiento de la relación entre estructura-procesamiento-propiedades es fundamental para tal fin. Se pueden mencionar por ejemplo, la investigación de nanoestructuras híbridas de polímeros π -conjugados y nanopartículas inorgánicas con aplicación potencial en dispositivos optoelectrónicos, fotovoltaicos; semiconductores para catálisis y fotocatalisis de

fácil obtención y bajo costo, la generación de textiles modificados mediante la aplicación de herramientas nanotecnológicas, a los cuales se les incorporan medicamentos en nano/microsistemas de liberación controlada, asegurando niveles de administración constantes y simultáneamente evitando una sobredosis, entre otras (Harry, 2011; Bhattacharyyas & Patra, 2014).

En este contexto, la maestría en ciencias de nanotecnología y química de materiales es un programa multidisciplinario que permite abordar los problemas prioritarios mencionados con las tecnologías reportadas en el estado del arte. Y brinda un espacio para que los investigadores desarrollen investigación en las áreas de interés y para que los alumnos puedan capacitarse en las técnicas novedosas. De tal manera, que a través del conocimiento y la tecnología moderna puedan dar soluciones a las problemáticas regionales y nacionales.

8. DEMANDA DEL PROGRAMA

8.1. Demanda Real

En los últimos 5 años, de la FCQ en promedio egresan 17 alumnos por año de la carrera de ingeniero en ciencias de materiales, de los cuales, el 19% se encuentra estudiando un posgrado y un 90% de ellos se colocó fuera del estado. El 26% de los alumnos esta insertado en una Industria relacionada con la minería.

La FCQ realizó un proceso de encuestas a 81 alumnos egresados de ingeniería y áreas afines en Durango y la región y se obtuvo que más del 90% de los alumnos entrevistados consideran estudiar una maestría en algún momento de su carrera profesional.

El resultado de la encuesta muestra que un 94.9% tiene interés por realizar estudios de maestría o doctorado, y de ellos, al 98.3% le gustaría estudiar una maestría. En cuanto al interés de los alumnos hacia qué tipo de maestría estudiaría, se encontró que el 72.4% está interesado en un programa por investigación, un 25.9% en uno profesionalizante, y el 1.7% en otro tipo.

Las áreas en las que se mostró mayor interés para realizar una maestría, son nanotecnología con un 54.2% y ciencia de los materiales con un 15.3%. Otras áreas específicas seleccionadas fueron: cerámicos (8.5%), metalurgia extractiva (6.8%), electroquímica (5.1%), ingeniería ambiental (5.1%), metalurgia física (3.4%) y biomateriales (1.6%).

En tanto que al aplicar una encuesta a 29 empleadores de la región, se encontró que los estudiantes deben aprender durante su formación temas relacionados con Nanotecnología (46.4%) y Química de Materiales (57.1%).

Las áreas seleccionadas por los alumnos potenciales corresponden a las que el posgrado trabaja. Se cuenta con la infraestructura, los recursos humanos y las

colaboraciones interinstitucionales para soportar cada una de estas. El interés que resultó en la encuesta se atiende directamente con la maestría propuesta en este documento.

Un tema de interés que fue evaluado es la disposición para realizar movilidad con un 89.8% de los alumnos a favor, mientras que al cuestionar si se estimularía con una beca por la permanencia de tiempo completo el 96.6% contestó afirmativamente.

Los resultados de las estadísticas utilizadas se presentan en el Anexo 17.3.

8.2. Demanda Potencial

El Estado de Durango colinda con Chihuahua, Coahuila, Zacatecas, Nayarit y Sinaloa. La Tabla 1 muestra el número de egresados en el periodo 2012-2013 que se registraron en los estados colindantes en las áreas afines a la maestría que se oferta (SE, 2015), con un total de 12,481 estudiantes potenciales del programa.

Tabla 1. Alumnos potenciales del programa de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Estado	Alumnos Egresados de Ingeniería y Tecnología
Chihuahua	3,322
Coahuila	3,358
Durango	1,724
Nayarit	467
Sinaloa	2,451
Zacatecas	1,159
Total	12,481

Actualmente los programas registrados en el Padrón del Programa Nacional de Posgrados de Calidad son: Maestría en Nanociencias y Materiales (San Luis Potosí), Maestría en Ciencias Físico Matemáticas con Orientación en Nanociencias (Jalisco), Maestría en Nanotecnología (Sonora), Maestría en

Ciencias con Orientación en Materiales, Nanociencias y Química Orgánica (Tabasco) y la Maestría en Ciencias en Micro y Nanosistemas (Veracruz). De los programas de posgrado antes mencionados el enfoque es a las áreas de nanodispositivos electrónicos, física de materiales, energía en celdas de hidrogeno y fotovoltaica. Existe solo un posgrado con orientación en ingeniería de minerales con enfoque hacia explotación y beneficio de minerales, en el Estado de San Luis Potosí, el cual es insuficiente para satisfacer la demanda potencial que requiere el País, en particular en el Estado de Durango y la Región, como se detalla en el PED.

En el Plan Estatal de Desarrollo, PED (2011-2016) y PND (2013-2018), se destaca la importancia de la minería en el Estado, siendo este uno de los mayores productores mineros del País, ubicándose en los primeros lugares a nivel Nacional en la producción de Oro y Plata. De la misma manera, Durango se encuentra en los primero lugares de explotación de los minerales no metálicos como el Marmol, Onix, y las arcillas industriales. Se destaca además, la importancia del desarrollo de tecnologías en energías alternativas. Dentro del Objetivo No. 8 del PED, referente al aprovechamiento de las vocaciones productivas de la Región, se encuentra el estimular la formación técnica y profesional en las áreas de mayor dinamismo y potencial en la economía global: los servicios logísticos y de comercio exterior, las telecomunicaciones, tics, generación de energías alternas, servicios ambientales, la biotecnología y la nanotecnología.

Dando respuesta a esta iniciativa del Estado de Durango, es que se plantea la Maestría en el área de Nanotecnologías y Química de Materiales. Ya que en los Estados colindantes Sinaloa, Zacatecas, Coahuila y Chihuahua no existe la oferta educativa a nivel de programas de Maestría en esta área. Este posgrado se encuentra enfocado al sector minero, aprovechamiento de recursos naturales, la aplicación de nanociencias y nanotecnologías en las áreas de metales, cerámicos, y polímeros, materiales avanzados como apoyo al sector energético, que son áreas pertinentes en el Estado de Durango.

9. CRITERIOS DE FLEXIBILIDAD

Esta propuesta de Maestría se sustenta en el modelo educativo de la UJED el cual, contempla cubrir los requerimientos de un programa de calidad, donde se reorienta el papel del profesor y centrado en el estudiante, al mismo tiempo, se mejora el proceso educativo apoyado en características de flexibilidad.

El programa se apoya en la LGAC del CA consolidado: Materiales Avanzados y en un Sistema Tutorial, que orienta y da seguimiento a los alumnos para asegurar la eficiencia terminal.

El programa tiene una duración de 4 semestres, el tiempo de titulación estará sujeto al Reglamento Interno del Posgrado de FCQ.

El estudiante podrá realizar un cambio de tema de tesis o director, el cual será sustentado por el Reglamento Interno del Posgrado de la FCQ en los cuales se estipulan los criterios.

Flexibilidad en tiempo

Seminario de investigación.

- Para ayudar a que el estudiante termine en tiempo y forma con su proyecto de investigación, el programa cuenta con cuatro seminarios:
 1. Los seminarios I y II tienen por objetivo llevar a cabo la primera mitad del proyecto, destacándose la realización y fundamentación del anteproyecto de tesis.
 2. Los seminarios III y IV tienen por objetivo desarrollar y terminar el proyecto de tesis.
- La carga académica de los seminarios para los alumnos de maestría será de cuatro créditos por semestre, donde presentarán los avances de sus proyectos de investigación.

Flexibilidad de los cursos optativos

- El alumno cursará 3 asignaturas optativas que integran los antecedentes para su formación y proyecto de tesis a partir del segundo semestre.
- La elección de las asignaturas optativas las realizará el alumno en concordancia con su proyecto de investigación y orientado por su Director de Tesis de forma libre y autónoma.
- Las asignaturas optativas pueden ser cursadas en otra Institución con motivo de la movilidad y colaboración interinstitucionales (Convenio).

10. JUSTIFICACIÓN

El Estado de Durango actualmente se encuentra en un proceso de modernización y tecnificación que demanda recursos humanos altamente calificados en las áreas de la Nanotecnología y Química de Materiales. Por lo anterior, se busca dar respuesta a las necesidades asociadas a los requerimientos en servicios especializados y aprovechamiento eficiente de recursos minerales, de energía, naturales y materiales como se establece en el PND 2013-2018 y PED 2011-2016 para atender las áreas estratégicas.

En este sentido, la UJED a través del PDI 2013-2018, da respuesta de manera pertinente al implementar programas educativos especializados en las áreas anteriormente descritas. La infraestructura con la que cuenta la Facultad de Ciencias Químicas de la UJED permitirá asegurar el éxito del programa a través de la formación de recursos humanos altamente calificados en las áreas mencionadas, para coadyuvar en la resolución de problemas en los sectores minero, energético, metal-mecánico, ambiental y nanotecnología.

La tendencia del mercado laboral en el estado de Durango y la región busca mejorar la productividad y competitividad, a través de desarrollos científicos y tecnológicos basados en la generación de conocimiento destacando las áreas de Nanotecnología y Química de Materiales. Lo anterior hace viable el programa de maestría propuesto, potenciando la generación de nuevos empleos derivados de un crecimiento sustentable del sector productivo nacional y regional, basado en el uso progresivo de nuevas tecnologías.

Esta nueva dinámica, propiciará la inserción en el ámbito laboral de los maestros formados en el programa a través de asesoría especializada y servicios profesionales, así como formando parte de la industria. Este programa está acorde a los lineamientos institucionales además de estar en concordancia con las políticas de ciencia y tecnología tanto estatales, nacionales e internacionales.

11. PLAN DE ESTUDIOS

11.1. Organización del Plan de Estudios

El plan de estudios estará sustentado por tres ejes curriculares, el primero estará integrado por cursos del área básica; el segundo por cursos del área disciplinaria y el tercero por cursos del área metodológica, con énfasis en la formación para la investigación (área metodológica).

El eje transversal del plan de estudios está constituido por la investigación y en el plano vertical los valores que habrá de internalizar el alumno en su formación como investigador.

La Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales es un programa de posgrado por investigación, el cual tendrá una duración de dos años, el programa está planteado de tal forma que puede ser cursado en 4 semestres y requiere que el alumno complete 110 créditos. Más detalles acerca del programa de estudio se explican en las siguientes secciones.

Es un programa flexible en su estructura curricular. Los créditos otorgados para las asignaturas, actividades académicas y prácticas están de acuerdo con lo estipulado para la acreditación del programa.

11.2. Perfil de Ingreso

Los estudiantes interesados en participar en el programa educativo deberán ser egresados de alguna licenciatura o ingeniería en nanotecnología, ciencia de los materiales, química, física, matemáticas, biotecnología o disciplinas afines a las ciencias exactas. El Candidato deberá de poseer conocimientos de física, química, matemáticas, habilidades computacionales, capacidad de análisis y síntesis, que garanticen un adecuado desempeño para el posgrado. Así, como las actitudes y valores necesarios para responsabilizarse de su proceso formativo y asumir una

posición activa frente al estudio y al desarrollo de los proyectos y trabajos requeridos.

Tener disposición para trabajar interdisciplinariamente y colectivamente. Además de contar con un adecuado manejo del idioma inglés. El hábito de la lectura, compromiso y disciplina en sus logros, además de cubrir completamente con los requisitos generales de ingreso y sujetarse a los reglamentos y normas establecidas institucionales.

11.3. Requisitos de Ingreso

1. Haber egresado de una licenciatura afín al programa de posgrado al que se quiera ingresar.
2. Estar titulado, o contar con el grado académico de licenciatura avalado con la constancia oficial correspondiente.
3. Haber obtenido un promedio mínimo de 8.0 (escala de 0 a 10) en sus estudios de licenciatura.
4. Presentar examen general de conocimientos.
5. Presentar una solicitud de ingreso al posgrado acompañada de la siguiente documentación y cumplir con los trámites reglamentarios.
 - A.- Carta compromiso
 - B.- Original y copia de acta de nacimiento
 - C. Curriculum Vitae actualizado
 - D.- Certificado de estudios de la Licenciatura
 - E.- Copia notariada del título de Licenciatura
 - F.- Copia notariada de su cédula profesional
 - G.- Exposición de expectativas académicas de investigación.
6. Presentar el Examen Nacional de Ingreso EXANI nivel III (1000 pts.)
7. Acreditar el idioma de inglés TOEFL (460 puntos) con una antigüedad del examen no mayor a dos años.
8. No ser profesor de la planta académica asignada para el programa de estudio de posgrado.

9. Sostener una entrevista con el NAB de profesores del posgrado, los que deberán aprobar su ingreso.

11.4. Requisitos de Permanencia

La permanencia y seguimiento de los estudiantes de posgrado se hará conforme a lo estipulado en la normatividad de la división de estudios de posgrado, así como, lo estipulado en el reglamento de posgrado de la UJED. A continuación se presentan los requisitos de permanencia en el programa:

1. Cumplir con lo dispuesto en los reglamentos de la Universidad Juárez del Estado de Durango y de la FCQ.
2. Dedicar tiempo al programa de estudios mínimo (35 Horas) a la semana.
3. Contar con un comité tutorial (formado por un Director y dos asesores), asignado en el primer semestre de su ingreso al programa.
4. Aprobar todas las asignaturas de cada semestre (calificación mínima de 8.0), y los casos especiales se tratarán de acuerdo al reglamento de posgrado de la FCQ.
5. Cualquier cambio en el proyecto de investigación con respecto al objetivo general u objetivos específicos deberá ser evaluado y aprobado por el consejo académico.
6. Estar al corriente de los pagos de inscripción y cuotas de recuperación, si se tienen adeudos del semestre anterior no se podrá inscribir en el siguiente semestre.
7. Hacer buen uso de las instalaciones, equipo y materiales consumibles que requiera para el desarrollo del proyecto de investigación.
8. Conducirse con ética y valores dentro de las instalaciones del posgrado.

11.5. Perfil de Egreso

El egresado de la Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales:

Posee y aplica los conocimientos sobre nanomateriales, para resolver problemas en áreas novedosas de la nanotecnología, energías renovables, biomateriales, bioprocesos, estas dos últimas aplicadas a remediación de agua y suelos usando microorganismos y para procesos de extracción de minerales como la biolixiviación, incluyendo áreas convencionales como metalurgia extractiva y física, minerales, y ciencia de los materiales.

- Posee un perfil en investigación científica y tecnológica para innovar, mejorar, optimizar y/o desarrollar productos, materiales y procesos que conduzcan al mejor aprovechamiento de los recursos.
- Es capaz de realizar estudios teóricos utilizando eficientemente programas especializados para la modelación, simulación e interpretación de procesos y sistemas nanoestructurados.
- Interacciona en equipos multidisciplinarios para el planteamiento y desarrollo de proyectos.
- Se desempeña con responsabilidad, ética profesional y ambiental.

11.6. Requisitos de Egreso

1. Haber concluido y aprobado el total de los créditos del plan de estudios.
2. Haber realizado y aprobado la presentación ante el comité Tutoral y defensa de su trabajo de investigación.
3. Cubrir los requisitos académicos, administrativos de la UJED y de la División de Estudios de Posgrado de la FCQ.
4. No tener adeudos de material de laboratorio ni bibliográfico.
5. Aprobar el examen de grado.

11.7. Mapa Curricular

El programa educativo contempla un mapa curricular con un total de 110 créditos, de los cuales 50 créditos corresponden a materias obligatorias del área básica; el área disciplinaria del programa aporta 24 créditos, finalmente el área metodológica 36 créditos.

Es importante destacar que para el desarrollo óptimo del programa, se han considerado las horas de estudio independiente (HEI) que el estudiante tiene que cubrir, lo cual se toma en cuenta para el total de los 110 créditos, como se muestra en la Tabla 3, y las materias optativas en la Tabla 4. El método utilizado para calcular los créditos fue bajo el Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos (SATCA).

Tabla 3. Mapa curricular del programa de Maestría

Semestre y Área	Asignatura	T	P	HEI	Créditos**
I AB	Introducción a la Nanotecnología	3	0	4	6
I AB	Técnicas de Caracterización de Materiales y Nanomateriales	3	4	4	10
I AB	Matemáticas	3	0	4	6
I AB	Físico-Química Avanzada	4	0	5	8
I AM	Seminario de Investigación I	2	0	2	4
Créditos del Primer Semestre		15	4	19	34
II AB	Herramientas Teóricas para Nanotecnología	6	0	7	12
II AB	Química del Estado Sólido	4	0	5	8
II AD	Optativa I *	--	--	--	8
II AD	Optativa II *	--	--	--	8
II AM	Seminario de Investigación II	2	0	2	4
Créditos del Segundo Semestre		18	4	22	40
III AD	Optativa III *	--	--	--	8
III AM	Seminario de Investigación III	2	0	2	4
III AM	Trabajo de Investigación I	0	10	0	10
Créditos del Tercer Semestre		4	14	5	22
IV AM	Seminario de Investigación IV	2	0	2	4
IV AM	Trabajo de Investigación II	0	8	0	8
IV AM	Redacción de Tesis	0	2	0	2
Créditos del Cuarto Semestre		2	10	2	14
Total de Créditos de la Maestría					110

* Las horas de teoría, práctica y estudio independiente dependerán de la optativa seleccionada, para dar un total de créditos igual a 8.

** Créditos calculados con el sistema SATCA.

T: Teórico, AM: Área Metodológica, AD: Área Disciplinar

P: Práctico, AB. Área Básica

Tabla 4. Listado de Materias Optativas de la Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Ítem	Asignatura	T	P	HEI	Créditos**
1	Estadística con Diseño de Experimentos	4	0	5	8
2	Estructura Electrónica de los Materiales	4	0	5	8
3	Introducción a la Química Computacional	2	4	3	8
4	Simulación Computacional de Nanomateriales	2	4	3	8
5	Tópicos Selectos de Simulación Computacional	2	4	3	8
6	Tópicos Selectos de Nanotecnología	2	4	3	8
7	Catálisis y Fotocatálisis	2	4	3	8
8	Síntesis de Nanomateriales	2	4	3	8
9	Mineralogía Aplicada	2	4	3	8
10	Materiales Cerámicos	2	4	3	8
11	Tópicos Selectos de Cerámica Avanzada	2	4	3	8
12	Oxidación y Corrosión	2	4	3	8
13	Tópicos Selectos de Electroquímica	2	4	3	8
14	Polímeros Funcionales	2	4	3	8
15	Tópicos Selectos de Polímeros	2	4	3	8
16	Biotecnología Ambiental	2	4	3	8
17	Microscopía Electrónica	2	4	3	8
18	Cristalografía y Difracción	2	4	3	8
19	Tópicos Selectos de Metalurgia	2	4	3	8
20	Tópicos Selectos de Biotecnología aplicada en Metalurgia	2	4	3	8
21	Tópicos Selectos de Energías Alternativas	2	4	3	8
22	Tópicos Selectos de Nanoestructuras Derivadas del Carbono	2	4	3	8
23	Microbiología Industrial	2	4	3	8
24	Fisicoquímica–Estructura	4	0	5	8
25	Tópicos Selectos de Zeolitas y Nanoestructuras de Zeolitas	4	0	5	8

** Créditos calculados con el sistema SATCA.

Dada las características experimentales de las LGAC que sustentan el programa de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales se hace hincapié en la discusión de temas reflexivos de ética y bioética de una manera

transversal, buscando una formación integral del estudiante, encaminándolo al entendimiento de los hechos científicos y tecnológicos con un alto respeto por la naturaleza.

11.8. Resúmenes Temáticos

A continuación los resúmenes temáticos de las materias contenidas en el plan de estudios del programa de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Introducción a la Nanotecnología

Área de formación: Básica

Ubicación: Primer semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: Proporcionar al alumno el conocimiento fundamental y las herramientas necesarias para ubicar la nanotecnología y nanociencia en un marco conceptual que le permita cimentar su formación. En este curso el alumno obtendrá los conocimientos fundamentales de nanociencia y nanotecnología y podrá asociarlos con la síntesis, caracterización y aplicaciones de nanomateriales y dispositivos para uso en nanotecnología. Asimismo, se discutirán aplicaciones recientes basadas en conocimiento de frontera utilizando materiales nanoestructurados.

Temas y actividades: Unidad 1 Introducción, Unidad 2 Introducción a la física del estado sólido, Unidad 3 Métodos de medición de propiedades, Unidad 4 Propiedades de nanopartículas individuales, Unidad 5 Nanoestructuras de carbono, Unidad 6 Materiales nanoestructurados, Unidad 7 Ferromagnetismo nanoestructurado, Unidad 8 Espectroscopía óptica y vibracional, Unidad 9 Alambres moleculares y puntos cuánticos, Unidad 10 Autoensamblaje y catálisis, Unidad 11 Compuestos orgánicos y polímeros, Unidad 12 Materiales biológicos,

Unidad 13 Nanomáquinas y nanodispositivos. Se llevarán a cabo tareas individuales para complementar la formación conceptual y estimular el trabajo en casa, también se realizarán tareas en equipo para coadyuvar en la formación del estudiante y fomentar el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo. Se realizarán discusiones en clase de algunos temas selectos para estimular las habilidades de argumentar del estudiante. Se llevará a cabo la búsqueda, análisis y exposición de artículos científicos para hacer énfasis en el carácter de maestría en ciencias del posgrado. Se resolverá un caso modelo representativo de los temas estudiados. Se llevarán a cabo exámenes rápidos para estimular la preparación de los exámenes de medio término y final. Se llevarán a cabo un examen de medio término y un examen final.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (30%), Primer Examen (25%), Segundo Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Gabor L. Hornyak, H.F. Tibbals, Joydeep Dutta, John J. Moore. Introduction to Nanoscience and Nanotechnology. CRC Press. 2008.
2. Avinashi Kapoor. Introduction to Nanophysics and Nanotechnology. Alpha Science Intl Ltd; 1 edition. 2015.
3. Charles P. Poole Jr., Frank J. Owens. Introduction to Nanotechnology. Wiley-Interscience; 1 edition. 2003.

Técnicas de Caracterización de Materiales y Nanomateriales

Área de formación: Básica

Ubicación: Primer semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: El alumno aprenderá y desarrollará conceptos y metodologías sobre la caracterización avanzada de superficies. El alumno

conocerá el panorama de aplicaciones de las técnicas de caracterización y su alcance en el estudio de los materiales y minerales.

Temas y actividades: Unidad 1. Introducción a la Caracterización Avanzada, de superficies Unidad 2. Importancia de la estructura cristalográfica, Unidad 3. Caracterización por difracción de Rayos X, Unidad 4. Técnicas de Espectroscopía Unidad 5. Caracterización por Microscopía Electrónica de Transmisión, Unidad 6. Caracterización por Microscopía Electrónica de Barrido, Unidad 7. Análisis Térmico. Unidad 8. Caracterización Reológica. Debido a la creciente generación de nuevos materiales con potencial aplicación en la industria minera, metalúrgica, de la transformación y otras, relacionadas, se requiere de métodos avanzados de caracterización para evaluar el estado de superficies materiales y/o minerales. Desarrollo y discusión grupal de temas. Planteamiento experimental de sistemas típicos. Desarrollo experimental de propuestas de aplicación a proyectos de investigación individual.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (25%), Prácticas (30%), Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Materials Characterization: Modern Methods and Applications. Naryanaswami (Mohan) Ranganathan. Pan Stanford. 2015.
2. Materials Characterization: Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods. Yang Leng. Wiley-VCH. 2013.
3. Electron Diffraction and optical diffraction techniques. Beeston B.E.P., Horne R.W., Markham R. Elsevier Science. 1990.
4. The physical Principles of STM& AFM operation. Audrey M. Glauert. Doyen G. and Drakova. D. Wiley-VCH, New York. 2002.
5. Microstructural Characterization of Materials. David Brandon, Wayne D. Kaplan. Wiley. 2008.

Matemáticas

Área de formación: Básica

Ubicación: Materia de primer semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: El alumno adquirirá y dominará las herramientas matemáticas desarrollando su capacidad de construir, analizar, sintetizar modelos matemáticos. Podrá adquirir la habilidad de construir modelos usando las herramientas matemáticas y aprenderá a discriminar la dependencia del mismo, con aplicación a las áreas de Ciencias e Ingeniería.

Temas y actividades: Unidad 1 Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, Unidad 2 Transformada de Fourier, Unidad 3 Transformada de Laplace, Unidad 4 Ecuaciones Diferenciales Parciales, Unidad 5 Tópicos de Matemáticas. Se llevarán a cabo tareas individuales para complementar la formación conceptual y estimular el trabajo en casa, también se realizarán tareas en equipo para coadyuvar en la formación del estudiante y fomentar el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo. Se realizarán discusiones en clase de algunos temas selectos para estimular las habilidades de argumentar del estudiante. Se llevará a cabo la búsqueda, análisis y exposición de artículos científicos para hacer énfasis en el carácter de maestría en ciencias del posgrado. Se resolverá un caso modelo representativo de los temas estudiados. Se llevarán a cabo exámenes rápidos para estimular la preparación de los exámenes de medio término y final. Se llevarán a cabo un examen de medio término y un examen final.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (30%), Primer Examen (25%), Segundo Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Differential Equations with Boundary-Value Problems. Dennis G. Zill, Michael R. Cullen. Cengage Learning; 7 Edition. 2008.

2. An Introduction to Laplace Transforms and Fourier Series. Phil Dyke. Springer; 2nd ed. 2014.
3. Fourier and Laplace Transforms. R. J. Beerends, H. G. ter Morsche, J. C. van den Berg, E. M. van de Vrie. Cambridge University Press; 1 Edition. 2003.

Fisicoquímica Avanzada

Área de formación: Básica

Ubicación: Primer semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura:

Profundizar en los conceptos fundamentales de los fenómenos fisicoquímicos involucrados en las reacciones químicas y determinar su correlación en su comportamiento bajo condiciones de reacción.

Temas y actividades: Unidad 1: Relaciones estequiométricos, Unidad 2 Equilibrio químico, Unidad 3 Teoría de las reacciones químicas, Unidad 4 Termoquímica, Unidad 5 HSC Software (Termoquímica y Equilibrio Químico), Unidad 6 Mecanismos de reacción (química inorgánica), Unidad 7 Cinética química, Unidad 8 Cinética de las reacciones sólido-gas. Se estudiarán en clase los temas teóricos con ejemplos de libros especializados, se llevarán a cabo tareas individuales para complementar la formación conceptual y estimular el trabajo en casa, se organizarán equipos de trabajo, se realizarán prácticas de laboratorio con materiales y muestras reales comparando con resultados teóricos y con Normas Oficiales, al término de cada bloque los alumnos deberán haber demostrado la competencia que se está trabajando.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (30%), Primer Examen (25%), Segundo Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Chemistry, tenth edition, Raymond Chang. The McGraw-Hill Companies, Inc. New York, NY.2010.
2. Physical Chemistry, Peter Atkins, Julio de Paula, W. H. Freeman and Company, New York, Eighth Edition, 2006.
3. Ingeniería de las Reacciones Químicas, Octave Levenspiel, 3ra Ed. Editorial Reverté, S. A. 2003.
4. HSC Chemistry, Outotec. <http://www.outotec.com/en/Products--services/HSC-Chemistry/>.

Herramientas Teóricas para Nanotecnología

Área de formación: Básica

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: Proporcionar al alumno los conceptos para analizar los modelos atómicos basados en la mecánica clásica. Explicar el significado de la estructura electrónica de átomos y sistemas más complejos basado en el modelo de la mecánica cuántica. Entender el modelo del electrón libre y sus aplicaciones en la ciencia en nanotecnología y de química de materiales. Estudiar las ideas básicas de la teoría de bandas y su relación con la nanotecnología y la química de materiales. Describir el concepto de difusión, fases y los procesos asociados a un diagrama de equilibrio aplicados a la nanotecnología y de química de materiales.

Analizar las transformaciones de fases y el tránsito a una estructura en equilibrio. Describir el origen microscópico de las propiedades mecánicas, electromagnéticas y ópticas de los nanomateriales. Adquirir los fundamentos básicos de conceptos importantes para la ciencia en nanotecnología y de química de materiales como son la catálisis y la corrosión.

Temas y actividades: Unidad 1: Modelos atómicos basados en la mecánica clásica, Unidad 2 Estructura electrónica basado en la mecánica cuántica, Unidad 3

El modelo de electrón libre, Unidad 4 Teoría de Bandas, Unidad 5 Diagramas de equilibrio, Unidad 6 Transformaciones de fases, Unidad 7 Estructura y propiedades mecánicas, Unidad 8 Propiedades electromagnéticas, Unidad 9 Catálisis y Fotocatálisis, Unidad 10 Protección contra la corrosión. Se llevarán a cabo tareas individuales para complementar la formación conceptual y estimular el trabajo en casa, también se realizarán tareas en equipo para coadyuvar en la formación del estudiante y fomentar el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo. Se realizarán discusiones en clase de algunos temas selectos para estimular las habilidades de argumentar del estudiante. Se llevará a cabo la búsqueda, análisis y exposición de artículos científicos para hacer énfasis en el carácter de maestría en ciencias del posgrado. Se resolverá un caso modelo representativo de los temas estudiados. Se llevarán a cabo exámenes rápidos para estimular la preparación de los exámenes de medio término y final. Se llevarán a cabo un examen de medio término y un examen final.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (30%), Primer Examen (25%), Segundo Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Modern Physics for Scientists and Engineers. Stephen T. Thornton, Andrew Rex. Cengage Learning; 4 edition. 2012.
2. Concepts of Modern Physics. Arthur Beiser. McGraw-Hill. 6 edition. 2002.
3. Introduction to Solid State Physics. Charles Kittel Wiley. 2004.
4. Handbook of Heterogeneous Catalysis. Gerhard Ertl, Helmut Knözinger, FerdiSchüth, Jens Weitkamp. Wiley-VCH. 2008.
5. Handbook of Green Chemistry, Green Catalysis. Robert H. Crabtree, Paul T. Anastas. Wiley; 3 Volume Set edition. 2013.
6. The Science and Engineering of Materials. Donald R. Askeland, Pradeep P. Fulay, Wendelin J. Wright. Cengage Learning. 2010.
7. Materials Science and Engineering: An Introduction. William D. Callister, David G. Rethwisch. Wiley. 2013.

Química del Estado Sólido

Área de formación: Básica.

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: Ampliar los conocimientos y la comprensión en el campo de los materiales desde el punto de vista de la química. Adquirir una base que permita desarrollar y aplicar, de forma flexible y original, los conceptos de la química aplicada en un contexto tanto de investigación básica como aplicada.

Temas y actividades: Unidad 1 Introducción a las estructuras cristalinas, Unidad 2 síntesis de sólidos, Unidad 3 defectos y no estequiometría de sólidos, Unidad 4 enlaces en sólidos y sus propiedades eléctricas, Unidad 5 sólidos microporosos y mesoporosos, nanoestructuras.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (30%), Primer Examen (25%), Segundo Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía:

1. Solid State Chemistry: An Introduction. Lesley E. Smart, Elaine A. Moore. CRC Press. 2012.
2. Reactions and Characterization of Solids. Sandra E. Dann. The Royal Society of Chemistry, Bristol, G.B. 2000.

Estadística con Diseño de Experimentos

Área de formación: Optativa

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: Proporcionar al alumno el conocimiento fundamental y las herramientas necesarias para aplicar el diseño estadístico de experimentos, así como el manejo estadístico de datos y su interpretación.

Temas y actividades: Unidad 1 Conceptos Fundamentales de Estadística, Unidad 2, Tipos de Distribuciones de Probabilidad (Forma de los Datos), Unidad 3 Estadística Inferencial: Prueba de Hipótesis, Unidad 4 Capacidad de proceso para variable continua y discreta, Unidad 5 Control Estadístico de Proceso, Unidad 6 Análisis de Varianza, Unidad 7 Diseño Factorial, Unidad 8 Otros tópicos de análisis y diseño. Se llevarán a cabo tareas individuales para complementar la formación conceptual y estimular el trabajo en casa, también se realizarán tareas en equipo para coadyuvar en la formación del estudiante y fomentar el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo. Se realizarán discusiones en clase de algunos temas selectos para estimular las habilidades de argumentar del estudiante. Se llevará a cabo la búsqueda, análisis y exposición de artículos científicos para hacer énfasis en el carácter de maestría en ciencias del posgrado. Se resolverá un caso modelo representativo de los temas estudiados. Se llevarán a cabo exámenes rápidos para estimular la preparación de los exámenes de medio término y final. Se llevarán a cabo un examen de medio término y un examen final.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (30%), Primer Examen (25%), Segundo Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Design and Analysis of Experiments. Douglas C. Montgomery. Wiley. 2012.
2. Statistical Quality Control Hardcover. Douglas C. Montgomery. Wiley. 2012.
3. Juran's Quality Handbook: The Complete Guide to Performance Excellence. Joseph Defeo , J.M. Juran. McGraw-Hill Professional.2010.

Estructura Electrónica de los Materiales

Área de formación: Optativa

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: Proporcionar al alumno el conocimiento necesario y las herramientas para entender y aplicar el comportamiento de los electrones en los sólidos cristalinos y moleculares. Reforzar el estudio de la estructura electrónica de los átomos y sistemas moleculares relacionando el comportamiento de los electrones con las propiedades eléctricas, ópticas y magnéticas. Aplicar este conocimiento en el contexto de la ciencia en nanotecnología y química de materiales.

Temas y actividades: Unidad 1 Mecánica cuántica, Unidad 2 Mecánica estadística, Unidad 3 El modelo de electrón libre, Unidad 4 Teoría de bandas, Unidad 5 Propiedades ópticas, Unidad 6 Propiedades eléctricas, Unidad 7 Propiedades magnéticas. Se llevarán a cabo tareas individuales para complementar la formación conceptual y estimular el trabajo en casa, también se realizarán tareas en equipo para coadyuvar en la formación del estudiante y fomentar el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo. Se realizarán discusiones en clase de algunos temas selectos para estimular las habilidades de argumentar del estudiante. Se llevará a cabo la búsqueda, análisis y exposición de artículos científicos para hacer énfasis en el carácter de maestría en ciencias del posgrado. Se resolverá un caso modelo representativo de los temas estudiados. Se llevarán a cabo exámenes rápidos para estimular la preparación de los exámenes de medio término y final. Se llevarán a cabo un examen de medio término y un examen final.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (30%), Primer Examen (25%), Segundo Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Modern Physics for Scientists and Engineers. Stephen T. Thornton, Andrew Rex. Cengage Learning. 2012.
2. Concepts of Modern Physics. Arthur Beiser. McGraw-Hill. 2002.
3. Introduction to Solid State Physics. Charles Kittel. Wiley. 2004.

Introducción a la Química Computacional

Área de formación: Optativa

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: Proporcionar al alumno los fundamentos acerca de la importancia del modelado y la simulación computacional en la ciencia y tecnología de nanomateriales. El alumno conocerá y aplicará herramientas y conceptos del campo de la Química Computacional y con el diseño, caracterización y modelado molecular en ciencia y tecnología de nanomateriales.

Temas y actividades: Unidad 1 Introducción, Unidad 2 Métodos de campos de fuerza, Unidad 3 Métodos de estructura electrónica, Unidad 4 Métodos de correlación electrónica, Unidad 5 Conjuntos de base, Unidad 6 Teoría de funcionales de la densidad, Unidad 7 Métodos de enlace de valencia, Unidad 8 Métodos relativísticos, Unidad 9 Análisis de la función de onda, Unidad 10 Propiedades moleculares, Unidad 11 Consideraciones prácticas, Unidad 12 Ilustrando los conceptos, Unidad 13 Teoría del estado de transición y mecánica estadística, Unidad 14 Cambio de sistemas de coordenadas, Unidad 15 Técnicas de optimización Método del descenso más brusco, Unidad 16 Teorías cualitativas, Unidad 17 Simulaciones, Métodos dependientes del tiempo y Modelos de

Solvatación. Se llevarán a cabo tareas individuales para complementar la formación conceptual y estimular el trabajo en casa, también se realizarán tareas en equipo para coadyuvar en la formación del estudiante y fomentar el desarrollo de habilidades de comunicación y participación grupal. Se realizarán discusiones en clase de algunos temas selectos para estimular las habilidades de argumentar del estudiante. Se llevará a cabo la búsqueda, análisis y exposición de artículos científicos para hacer énfasis en el carácter de maestría en ciencias del posgrado. Se resolverá un caso modelo representativo de los temas estudiados. Se llevarán a cabo exámenes rápidos para estimular la preparación de los exámenes de medio término y final. Se llevarán a cabo un examen de medio término y un examen final.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (30%), Primer Examen (25%), Segundo Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Computational Chemistry: Introduction to the Theory and Applications of Molecular and Quantum Mechanics. Errol G. Lewars. Springer. 2011.
2. Handbook of Computational Chemistry. Jerzy Leszczynski. Springer. 2012.
3. Introduction to Computational Chemistry. Frank Jensen. Wiley. 2007.

Simulación Computacional de Nanomateriales

Área de formación: Optativa

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: Proporcionar al alumno las herramientas y conceptos necesarios para realizar simulación computacional de nanomateriales. Aplicar los conceptos introductorios de la química computacional en el campo de la nanotecnología y usar el modelado y simulación computacional en la ingeniería de nanomateriales. Al finalizar este curso el alumno estará capacitado para utilizar los

conocimientos estudiados en la materia para realizar investigación e ingeniería en las aplicaciones recientes de nuevas tecnologías de nanomateriales que comprenden principalmente moléculas, materiales moleculares, polímeros, cerámicos, metales, semiconductores y bionanomateriales.

Temas y actividades: Unidad 1 Ámbito del modelado de materiales, Unidad 2 Óxidos metálicos, Unidad 3 Materiales microporosos, Unidad 4 Vidrios, Unidad 5 Semiconductores y superconductores, Unidad 6 Nanomateriales, Unidad 7 Respaldo teórico. Se llevarán a cabo tareas individuales para complementar la formación conceptual y estimular el trabajo en casa, también se realizarán tareas en equipo para coadyuvar en la formación del estudiante y fomentar el desarrollo de habilidades de comunicación y participación grupal. Se realizarán discusiones en clase de algunos temas selectos para estimular las habilidades de argumentar del estudiante. Se llevará a cabo la búsqueda, análisis y exposición de artículos científicos para hacer énfasis en el carácter de maestría en ciencias del posgrado. Se resolverá un caso modelo representativo de los temas estudiados. Se llevarán a cabo exámenes rápidos para estimular la preparación de los exámenes de medio término y final. Se llevarán a cabo un examen de medio término y un examen final.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (30%), Primer Examen (25%), Segundo Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Computational Chemistry: Introduction to the Theory and Applications of Molecular and Quantum Mechanics. Errol G. Lewars. Springer. 2011.
2. Handbook of Computational Chemistry. Jerzy Leszczynski. Springer. 2012.
3. Introduction to Computational Chemistry. Frank Jensen. Wiley. 2007.

Tópicos Selectos de Simulación Computacional

Área de formación: Optativa

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: El alumno analizará las contribuciones actuales en el estado del arte sobre simulación computacional en el ámbito de la Ciencia en Nanotecnología y Química de Materiales.

Temas y actividades: El Coordinador de la Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales, asignará la responsabilidad para el desarrollo de un programa que estudie los avances en la frontera de conocimientos sobre simulación computacional para el ámbito de la Ciencia en Nanotecnología y Química de Materiales. Se llevarán a cabo tareas individuales para complementar la formación conceptual y estimular el trabajo en casa, también se realizarán tareas en equipo para coadyuvar en la formación del estudiante y fomentar el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo. Se realizarán discusiones en clase de algunos temas selectos para estimular las habilidades de argumentar del estudiante. Se llevará a cabo la búsqueda, análisis y exposición de artículos científicos para hacer énfasis en el carácter de maestría en ciencias del posgrado. Se resolverá un caso modelo representativo de los temas estudiados. Se llevarán a cabo exámenes rápidos para estimular la preparación de los exámenes de medio término y final. Se llevarán a cabo un examen de medio término y un examen final.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (30%), Primer Examen (25%), Segundo Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Computational Chemistry: Introduction to the Theory and Applications of Molecular and Quantum Mechanics. Errol G. Lewars. Springer. 2011.
2. Computational Chemistry: A Practical Guide for Applying Techniques to Real World Problems. David Young. Wiley-Interscience. 2001.
3. Handbook of Computational Chemistry. Jerzy Leszczynski. Springer. 2012.

4. Introduction to Computational Chemistry. Frank Jensen. Wiley. 2007.

Tópicos Selectos de Nanotecnología

Área de formación: Optativa

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: El alumno analizará las contribuciones más actuales en el estado del arte sobre Nanotecnología en el ámbito de la Ciencia en Nanotecnología y Química de Materiales.

Temas y actividades: El departamento de Estudios del Posgrado asignará a los investigadores de la Facultad Ciencias Químicas soportando la Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales, la responsabilidad para el desarrollo de un programa que estudie los avances en la frontera de conocimientos sobre nanotecnología para el ámbito de la Ciencia en Nanotecnología y Química de Materiales. Se llevarán a cabo tareas individuales para complementar la formación conceptual y estimular el trabajo en casa, también se realizarán tareas en equipo para coadyuvar en la formación del estudiante y fomentar el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo. Se realizarán discusiones en clase de algunos temas selectos para estimular las habilidades de argumentar del estudiante. Se llevará a cabo la búsqueda, análisis y exposición de artículos científicos para hacer énfasis en el carácter de maestría en ciencias del posgrado. Se resolverá un caso modelo representativo de los temas estudiados. Se llevarán a cabo exámenes rápidos para estimular la preparación de los exámenes de medio término y final. Se llevarán a cabo un examen de medio término y un examen final.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (25%), Prácticas (30%), Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía:

1. Introduction to Nanoscience and Nanotechnology. Gabor L. Hornyak, H.F. Tibbals, Joydeep Dutta, John J. Moore. CRC Press. 2008.
2. Introduction to Nanophysics and Nanotechnology. Avinashi Kapoor. Alpha Science Intl Ltd. 2015.
3. Introduction to Nanotechnology. Charles P. Poole Jr., Frank J. Owens. Wiley-Interscience. 2003.

Catálisis y Fotocatálisis

Área de formación: Optativa

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: Analizar los fundamentos y las leyes que rigen los fenómenos de la catálisis, fotocatalisis y sus mecanismos, describir al mismo tiempo su relación con la termodinámica y la cinética química para explicar el mecanismo catalítico, conocer su clasificación, así como los métodos de síntesis y de caracterización de catalizadores y semiconductores. Comprender la aplicación de los principios catalíticos y fotocatalíticos en la industria e investigación con la finalidad de mejorar el control de procesos fisicoquímicos.

Temas y actividades: Unidad 1: Aspectos fundamentales, Unidad 2 Catálisis homogénea, Unidad 3 Catálisis heterogénea, Unidad 4 Catálisis ambiental, Unidad 5 Catálisis enzimática, Unidad 6 Catalizadores (Propiedades y clasificación), Unidad 7 HSC Software (Análisis termodinámico), Unidad 8 Síntesis y caracterización de catalizadores y fotocatalizadores, Unidad 9 Cinética de reacciones catalíticas, Unidad 10 Aplicaciones prácticas. Se estudiarán en clase los temas teóricos con ejemplos de libros especializados, se llevarán a cabo tareas individuales para complementar la formación conceptual y estimular el

trabajo en casa, se organizarán equipos de trabajo, se realizarán prácticas de laboratorio con materiales y muestras reales comparando con resultados teóricos y con Normas Oficiales, al término de cada bloque los alumnos deberán haber demostrado la competencia que se está trabajando.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (25%), Prácticas (30%), Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Ingeniería de las reacciones químicas. Levenspiel Octave. Reverté. 2009.
2. Chemical Reactor Analysis and Design. Gilbert F. Froment, Kenneth B. Bischoff, Juray De Wilde. Wiley.2010.
3. Chemistry. Raymond Chang, McGraw-Hill Companies.2010.
4. Physical Chemistry, Peter Atkins, Julio de Paula, W. H. Freeman and Company. 2006.
5. HSC Chemistry, Outotec. <http://www.outotec.com/en/Products--services/HSC-Chemistry>. 2014.

Síntesis de Nanomateriales

Área de formación: Optativa

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura:

Sintetizar y caracterizar pequeñas estructuras para el diseño de materiales avanzados, nanodispositivos de alto rendimiento y miniaturización de dispositivos mecánicos, electrónicos e industriales evaluando sus propiedades ópticas, electrónicas, magnéticas y catalíticas únicas, muchas de las cuales pueden ser moduladas únicamente cambiando su tamaño, forma, o la funcionalización de la superficie de la nanopartícula, sin cambiar la composición del material.

Temas y actividades: Unidad 1: Aspectos fundamentales, Unidad 2 evaporación térmica, Unidad 3 depósito químico en fase vapor (CVD), Unidad 4 Clústers gaseosos, Unidad 5 implantación de iones, Unidad 6 Molienda, Unidad 7 Método coloidal, Unidad 8 Reducción fotoquímica y radioquímica, Unidad 9 Irradiación con microondas, Unidad 10 Utilización de dendrímeros, Unidad 11 Síntesis solvotermal, Unidad 12 Método sol-gel. Se estudiarán en clase los temas teóricos con ejemplos de libros especializados, se llevarán a cabo tareas individuales para complementar la formación conceptual y estimular el trabajo en casa, se organizarán equipos de trabajo, se realizarán prácticas de laboratorio con materiales y muestras reales comparando con resultados teóricos y con Normas Oficiales, al término de cada bloque los alumnos deberán haber demostrado la competencia que se está trabajando.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (25%), Prácticas (30%), Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Boldyrev, V. V. Mechanochemistry and mechanical activation of solids. *Russian Chemical Reviews*, 75, 177-189. 2006.
2. Bond, G. C., Louis, C., y Thompson, D. T. Catalysis by gold, 1a ed. Londres: Imperial College Press.2006.
3. Daniel, M.-C., y Astruc, D. Gold nanopartilces: Assembly, supramolecular chemistry, quantum-size-related properties, and applications toward biology, catalysis and nanotechnology. *Chemical Reviews*, 104, 293-346. 2004.
4. De-Jong, K. P. Synthesis of solid catalysts. Weinheim: Wiley-VCH.2009
5. Kim, Y.-G., Oh, S. k., y Crooks, R. M. *Chemistry of Materials*, 16, 167-172.2004.
6. Li, D., McCann, J. T., Gratt, M., y Xia, Y. Photocatalytic deposition of gold nanoparticles on electrospun nanofibers of titania. *Chemical Physics Letters*, 394, 387-391.2004.
7. Lu, A. H., Salabas, E. L., y Schuth, F. Magnetic nanoparticles: Synthesis, protection, functionalization, and applications. *Angewandte Chemie Int. Ed.*, 46, 1222-1244. 2007.
8. Medintz, I. L., Uyeda, H. T., Goldman, E. R., y Mattoussi, H. Quantum dot bioconjugates for imaging, labelling and sensing. *Nature Materials*, 4, 435-446.2005.

9. Patel, K., Kapoor, S., Dave, D., y Murkherjee, T. Synthesis of nanosized silver colloids by microwave dielectric heating. *Journal of Chemical Sciences*, 117, 53.2005.
10. Pérez-Juste, J., Pastoriza-Santos, I., Liz-Marzán, L. M., y Mulvaney, P. Gold nanorods: Syntesis, characterization and applications. *Coordination Chemistry Reviews*, 249, 1870-1901. 2005.
11. Rao, C. N. R., Müller, A., y Cheetham, A. K. *The Chemistry of Nanomaterials* (vols. 1 y 2). Weinheim: Wiley-VCH.2004.

Mineralogía Aplicada

Área de formación: Optativa

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: Conocer los principios elementales de los que dependen las características de los minerales, aprender a reconocerlos macroscópicamente y a través de técnicas de caracterización. También el reconocer la importancia de la mineralogía aplicada a la solución de problemas que se presentan a nivel industrial.

Temas y actividades: 1. Fundamentos de mineralogía, 2. Mineralogía descriptiva, 3. Caracterización de minerales, 4. Casos de estudio en mineralogía aplicada, 5. Mineralogía cuantitativa. Esta materia provee de conocimientos fundamentales sobre mineralogía para el desarrollo de investigación en minería, metalurgia extractiva y bioprocesos que consideren la explotación y beneficio de minerales y valores asociados. Exposición de temas, análisis de conceptos teóricos, casos de estudio, demostración de los equipos disponibles para caracterización, prácticas y trabajo de laboratorio, tareas y visitas de campo

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (25%), Prácticas (30%), Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Introduction to Mineralogy. William Nesse. Oxford University Press. 2011.
2. Manual of Mineral Science. Cornelis Klein, Barbara Dutrow. Wiley. 2007.
3. Cornelius S. Hurlbut, Jr. 1992. Manual de Mineralogía de Dana. Editorial Reverté.
4. Mineralogy. Dexter Perkins. Prentice Hall. 2010.

Materiales Cerámicos

Área de formación: Optativa.

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: Proporcionar una visión general de los principales materiales cerámicos, estudiando la relación entre estructura, microestructura y propiedades para establecer condiciones óptimas de procesamiento.

Temas y actividades: Unidad 1 Rutas de procesamiento cerámico, Unidad 2 cerámica tradicional, Unidad 3 vidrios y vitrocerámicos, Unidad 4 cementos, Unidad 5 refractarios. Las principales actividades contempladas son: trabajos de investigación y exposición frente a grupo, mesas de discusión de artículos científicos, patentes, etc. Sobre temas específicos de la asignatura, prácticas de laboratorio y exámenes de conocimientos. Se llevarán a cabo un examen de medio término y un examen final.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (25%), Prácticas (30%), Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Buddy D. Ratner, Biomaterials Science, 2nd Edition, Elsevier Academic Press, 2004.
2. William S. Pietrzak, Musculoskeletal Tissue Regeneration, Biological Materials and Methods, Humana press, 2008.

Tópicos Selectos de Cerámica Avanzada

Área de formación: Optativa.

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: Adquirir y aplicar el conocimiento sobre materiales cerámicos avanzados, para el desarrollo de nuevos materiales para aplicaciones específicas.

Temas y actividades: Unidad 1 Cerámicos estructurales y funcionales, Unidad 2 comportamiento de cerámicos: mecánico, electromagnético, óptico, químico, biológico y térmico. Las principales actividades contempladas son: trabajos de investigación y exposición frente a grupo, mesas de discusión de artículos científicos, patentes, etc. Sobre temas específicos de la asignatura, prácticas de laboratorio y exámenes de conocimientos. Se llevarán a cabo un examen de medio término y un examen final.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (25%), Prácticas (30%), Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía:

1. Buddy D. Ratner, Biomaterials Science, 2nd Edition, Elsevier Academic Press, 2004.
2. Modern Ceramic Engineering: Properties, Processing, and Use in Design. David W. Richerson. CRC Press. 2005.

3. Ceramic Materials: Science and Engineering. C. Barry Carter, M. Grant Norton. Springer. 2013.

Oxidación y Corrosión

Área de formación: Optativa

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: El alumno aprenderá y desarrollará conceptos y metodologías sobre la aplicación de técnicas electroquímicas y su aprovechamiento en el estudio de procesos asociados a ingeniería ambiental, corrosión, biotecnología o minerales.

Temas y actividades: Debido a la creciente búsqueda de nuevos métodos para el desarrollo de tecnologías y procesos sustentables y/o amigables con el medio ambiente, así como para el aprovechamiento eficiente de los recursos materiales, la aplicación y exploración de nuevas tecnologías electroquímicas está cobrando un auge creciente, lo que podrán ser utilizados con potencial aplicación en la industria minera, metalúrgica, de la transformación, ambiental y otras, haciendo parte de una serie de métodos avanzados de caracterización de materiales para evaluar su estatus y progreso en diversos escenarios. Se estudiarán los siguientes temas: 1. Celdas electroquímicas, 2. Semiconductores, 3. Termoelectroquímica, 4. Cinética electroquímica, 5. Técnicas electroquímicas aplicadas a corrosión, 6. Espectroscopía de impedancias. Se llevarán a cabo las siguientes actividades, desarrollo y discusión grupal de temas, planteamiento experimental de sistemas típicos, desarrollo experimental de propuestas de aplicación a proyectos de investigación individual, desarrollo de prácticas especiales de laboratorio.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (25%), Prácticas (30%), Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Corrosion and Surface Chemistry of Metals (Engineering Sciences: Materials). Dieter Landolt. EPFL Press. 2007.
2. High Temperature Oxidation and Corrosion of Metals. David John Young. Elsevier Science. 2008.
3. Fundamentals of Corrosion: Mechanisms, Causes, and Preventative Methods (Corrosion Technology). Philip A. Schweitzer P.E. CRC Press. 2009.

Tópicos Selectos de Electroquímica

Área de formación: Optativa

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: Ampliar e integrar conceptos fundamentales de los fenómenos involucrados en diferentes procesos electroquímicos, por medio del análisis de dichos sistemas mediante el uso de técnicas de análisis electroquímico.

Temas y actividades: Dada la naturaleza electroquímica de los diferentes procesos involucrados en bio-hidrometalurgia, es por demás útil contar con técnicas de análisis que proporcionen información relevante de los posibles procesos de oxidación y reducción que se pueden llevar a cabo. Se estudiarán los siguientes temas: Unidad 1. Potencial de Electrodo, Unidad 2. Celda electroquímica, Unidad 3. Técnica de electrodo de disco rotatorio, Unidad 4. Técnica de disco-anillo rotatorio, Unidad 5. Voltamperometria, Unidad 6. Procesos a potencial controlado, Unidad 7. Procesos a corriente controlada. Se llevarán a cabo las siguientes actividades, desarrollo y discusión grupal de temas, planteamiento experimental de sistemas típicos, desarrollo experimental de

propuestas de aplicación a proyectos de investigación individual, desarrollo de prácticas especiales de laboratorio.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (25%), Prácticas (30%), Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Electrochemistry. Carl H. Hamann, Andrew Hamnett, Wolf Vielstich. Wiley-VCH. 2007.
2. Electrochemistry and Electrochemical Engineering. An Introduction. Alan C. West. CreateSpace Independent Publishing Platform. 2012.
3. Physical Electrochemistry. Eliezer Gileadi. Wiley-VCH. 2011.

Polímeros Funcionales

Área de formación: Optativa

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: El alumno conocerá los fundamentos de la síntesis y caracterización de monómeros y polímeros, además de poseer la capacidad de utilizar las técnicas experimentales para determinar su estructura y propiedades.

Temas y actividades: Unidad 1 Principales rutas de síntesis para polímeros, Unidad 2 Aplicación de los polímeros en la vida diaria. Unidad 3 Propiedades de los polímeros orgánicos e inorgánicos. Unidad 4 Síntesis de monómeros y su caracterización espectroscópica, Unidad 5 Síntesis de polímeros pi-conjugados y su aplicación en opto-electrónica.

Durante el curso, los alumnos revisarán información bibliográfica proveniente de publicaciones internacionales, patentes, productos nuevos en el mercado y libros de consulta (español e inglés), entre otras. Realizarán trabajos en equipo para el

estudio de casos a resolver, donde llevan a cabo su trabajo de forma experimental y hacer uso de las técnicas de análisis correspondientes. Al finalizar presentarán sus resultados frente al grupo.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (25%), Prácticas (30%), Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Polymer Chemistry. Teegarden, David, NST Press. 2004.
2. Self-Assembled Nanomaterials II. Shimizu, Toshimi. Springer. 2008.
3. Polymeric and Inorganic Fibers (Advances in Polymer Science). Baltussen, J.J. M., Decker P., Ishikawa T., Northolt, M.G. Springer. 2010.
4. Spectrometric Identification of Organic Compounds. Silverstein, R.M. John Wiley and Sons. 1998.
5. Revista Materiales Avanzados. Instituto de Investigaciones en Materiales UNAM. 2009-2015.
6. Introduction to Polymer Science, a Problem Solving approach. Chanda Manas. CRC. 2006.

Tópicos Selectos de Polímeros

Área de formación: Optativa

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: Conocerá la tendencia actual en polímeros inteligentes y de ingeniería. Obtendrá conocimientos y habilidades en el manejo de las metodologías aplicables a procesos industriales, como formulación de pinturas, hules, recubrimientos, etc.

Temas y actividades: Síntesis y caracterización de cristales líquidos, dendrímeros, polímeros pi-conjugados y su aplicación potencial en sistemas

industriales. Polímeros superabsorbentes y polímeros solubles. Formulación de polímeros para el área de tintas, pinturas y recubrimientos. Aplicación de la ingeniería inversa para el análisis de un producto polimérico. Uso de polímeros en la cosmetología y ciencias de la Salud.

Durante el curso, el alumno utilizará sus conocimientos de la relación estructura-propiedades de los polímeros para estudiar su aplicación potencial y el estado del arte de los polímeros de ingeniería y/o polímeros inteligentes, basado en investigaciones recientes y principales líneas de investigación a nivel mundial.

Conocerá y analizará los principales procesos de formulación para elaborar un producto final para una aplicación específica, lo que le permitirá aplicar la ingeniería inversa para el análisis de un producto de uso cotidiano. Como parte de su formación, elegirá un producto comercial, basado en materiales poliméricos de alto desempeño y en equipo desarrollará el esquema general de ingeniería inversa para su análisis en laboratorio y deducción de sus componentes, para lo cual, debe hacer uso de su conocimiento en la síntesis, caracterización y formulación de materiales poliméricos.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (25%), Prácticas (30%), Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Hybrid Materials. Kikelbick G. Wiley-VCH. 2007
2. Introduction to Polymer Science, a Problem Solving approach. ChandaManas. CRC. 2006.
3. Chemical Thermodynamics of Materials. Stolen, S. Grande, T. John Wiley and Sons. 2004.
4. Organic and physical chemistry of polymers. Gnanou, Y., Fontanille, M. Wiley-Interscience. 2008.
5. Revista Materiales Avanzados. Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM. 2009-2015.
6. Revista Pinturerías. ANAFAPYT, CANACINTRA, México. 2013-2015.

Biotecnología Ambiental

Área de formación: Optativa.

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: El estudiante comprenderá los fundamentos de transporte de masa, calor o mecánica de fluidos que dan sustento a la aplicación de bioprocesos que implican el uso de microorganismos y especies químicas, tanto para la obtención de productos como para el tratamiento de materiales de desechos industriales. Así como ampliar e integrar conceptos fundamentales y metodologías para su aplicación potencial en diferentes bioprocesos ambientales que integren el uso de microorganismos o sus derivados.

Temas y actividades: 1. Introducción a los bioprocesos, 2. Biorreactores, 3. Biometalurgia, 4. Fenómenos de transporte aplicados a bioprocesos, 5. Principios del análisis de bioprocesos. Desarrollo y discusión grupal de temas, Planteamiento experimental de sistemas típicos, Desarrollo experimental de propuestas de aplicación a proyectos de investigación individual.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (25%), Prácticas (30%), Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Environmental Biotechnology, A Biosystems Approach. Daniel Vallero. Academic Press. 2015.
2. Environmental Biotechnology. Monika Jain. Alpha Science Intl Ltd. 2014.
3. Environmental Biotechnology: Theory and Application. Gareth G. Evans, Judy Furlong. Wiley. 2010.

Microscopía Electrónica

Área de formación: Optativa

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: El alumno aplicará los principios de funcionamiento y operación de los microscopios electrónicos de barrido y transmisión. Empleará también las diferentes técnicas de caracterización asociadas con la microscopia electrónica. Además aplicara los conocimientos básicos para comprender los procesos de interacción entre el haz de electrones y el material de la muestra. Integrado esto último con el efecto de los componentes del microscopio explicara el proceso de formación de imágenes y los factores que lo afectan. Finalmente, diferenciara los métodos de calibración y preparación de muestras.

Temas y actividades: Unidad 1. Conceptos básicos de microscopia electrónica, Unidad 2. Difracción de electrones, Unidad 3. Introducción a la teoría del contraste, Unidad 4. Técnicas analíticas en la microscopia electrónica. Se llevarán a cabo tareas individuales para complementar la formación conceptual y estimular el trabajo en casa, también se realizarán tareas en equipo para coadyuvar en la formación del estudiante y fomentar el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo. Se realizarán discusiones en clase de algunos temas selectos para estimular las habilidades de argumentar del estudiante. Se llevará a cabo la búsqueda, análisis y exposición de artículos científicos para hacer énfasis en el carácter de maestría en ciencias del posgrado. Se resolverá un caso modelo representativo de los temas estudiados. Se llevarán a cabo exámenes rápidos para estimular la preparación de los exámenes de medio término y final. Se llevarán a cabo un examen de medio término y un examen final.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (25%), Prácticas (30%), Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Transmission Electron Microscopy. D. B. Williams, C. Barry Carter. Springer. 2009.
2. Transmission Electron Microscopy and Diffractometry of Materials. Brent Fultz, James M. Howe. Springer. 2013.
3. Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis: A Text for Biologists, Materials Scientists, and Geologists. Joseph Goldstein, Dale E. Newbury, Patrick Echlin, David C. Joy, Charles Fiori, Eric Lifshin. Springer. 2014.
4. Scanning Electron Microscopy: Physics of Image Formation and Microanalysis. Ludwig Reimer, Peter W Hawkes. Springer. 2013.

Cristalografía y Difracción

Área de formación: Optativa

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: El alumno estudiará las teorías cristalográficas y de difracción y construirá una visión conceptual del tema de la materia, de manera que pueda utilizar este conocimiento en cursos más avanzados y especializados relacionados a las técnicas de difracción de rayos X y microscopía.

Temas y actividades: Unidad 1. Aspectos fundamentales de Teoría de grupos, Unidad 2. Operaciones de simetría, Unidad 3. Redes, Unidad 4. Principios de la difracción, Unidad 5. Estructuras no-cristalinas. Se llevarán a cabo tareas individuales para complementar la formación conceptual y estimular el trabajo en casa, también se realizarán tareas en equipo para coadyuvar en la formación del estudiante y fomentar el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo. Se realizarán discusiones en clase de algunos temas selectos para estimular las habilidades de argumentar del estudiante. Se llevará a cabo la búsqueda, análisis y exposición de artículos científicos para hacer énfasis en el carácter de maestría en ciencias del posgrado. Se resolverá un caso modelo representativo de los temas estudiados. Se llevarán a cabo exámenes rápidos para estimular la

preparación de los exámenes de medio término y final. Se llevarán a cabo un examen de medio término y un examen final.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (25%), Prácticas (30%), Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Introduction to Solid State Physics. Charles Kittel. Wiley.2004.
2. Fundamentals of Crystallography (International Union of Crystallography Monographs on Crystallography). Carmelo Giacovazzo, Hugo Luis Monaco, Gilberto Artioli, DavideViterbo, Marco Milanese, GastoneGilli, Paola Gilli, Giuseppe Zanotti, Giovanni Ferraris. Oxford University Press. 2011.
3. Structure of Materials: An Introduction to Crystallography, Diffraction and Symmetry. Marc De Graef, Michael E. McHenry. Cambridge University Press. 2012.
4. Crystallography and Crystal Defects. Anthony A. Kelly, Kevin M. Knowles. Wiley. 2012.
5. Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials. VitalijPecharsky, Peter Zavalij. Springer. 2009.

Tópicos Selectos de Metalurgia

Área de formación: Optativa

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: El alumno analizará las contribuciones actuales en el estado del arte sobre metalurgia en el ámbito de la Ciencia en Nanotecnología y Química de Materiales.

Temas y actividades: El Coordinador de la Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales, asignará la responsabilidad para el desarrollo de un programa que estudie los avances en la frontera de conocimientos sobre metalurgia para el ámbito de la Ciencia en Nanotecnología y

Química de Materiales. Se llevarán a cabo tareas individuales para complementar la formación conceptual y estimular el trabajo en casa, también se realizarán tareas en equipo para coadyuvar en la formación del estudiante y fomentar el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo. Se realizarán discusiones en clase de algunos temas selectos para estimular las habilidades de argumentar del estudiante. Se llevará a cabo la búsqueda, análisis y exposición de artículos científicos para hacer énfasis en el carácter de maestría en ciencias del posgrado. Se resolverá un caso modelo representativo de los temas estudiados. Se llevarán a cabo exámenes rápidos para estimular la preparación de los exámenes de medio término y final. Se llevarán a cabo un examen de medio término y un examen final.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (25%), Prácticas (30%), Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Extractive Metallurgy: Basic Thermodynamics and Kinetics. Alain Vignes. Wiley-ISTE. 2011.
2. Metallurgy. B. J. Moniz. Amer Technical Pub. 2012.
3. Metallurgy Fundamentals. Daniel A. Brandt, J. C. Warner. Goodheart-Willcox. 2009.

Tópicos Selectos de Biotecnología aplicada en Metalurgia

Área de formación: Optativa

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: El alumno analizará las contribuciones actuales en el estado del arte sobre Biotecnología aplicada en Metalurgia en el ámbito de la Ciencia en Nanotecnología y Química de Materiales.

Temas y actividades: El Coordinador de la Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales, asignará la responsabilidad para el desarrollo de un programa que estudie los avances en la frontera de conocimientos sobre Biotecnología aplicada en Metalurgia para el ámbito de la Ciencia en Nanotecnología y Química de Materiales. Se llevarán a cabo tareas individuales para complementar la formación conceptual y estimular el trabajo en casa, también se realizarán tareas en equipo para coadyuvar en la formación del estudiante y fomentar el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo. Se realizarán discusiones en clase de algunos temas selectos para estimular las habilidades de argumentar del estudiante. Se llevará a cabo la búsqueda, análisis y exposición de artículos científicos para hacer énfasis en el carácter de maestría en ciencias del posgrado. Se resolverá un caso modelo representativo de los temas estudiados. Se llevarán a cabo exámenes rápidos para estimular la preparación de los exámenes de medio término y final. Se llevarán a cabo un examen de medio término y un examen final.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (25%), Prácticas (30%), Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Handbook of Metal Biotechnology: Applications for Environmental Conservation and Sustainability. Michihiko Ike, Mitsuo Yamashita, Satoshi Soda. CRC Press. 2011.
2. Microbial Processing of Metal Sulfides. Edgardo R. Donati, Wolfgang Sand. Springer. 2007.
3. Biomining: Theory, Microbes and Industrial Processes (Biotechnology Intelligence Unit). Douglas E. Rawlings. Springer. 2012.
4. Innovations in Flotation Technology (Nato Science Series E). Paul Mavros, Kostas A. Matis. Springer. 2012.

Tópicos Selectos de Energías Alternativas

Área de formación: Optativa

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: El alumno analizará las contribuciones actuales en el estado del arte sobre Energías Alternativas en el ámbito de la Ciencia en Nanotecnología y Química de Materiales.

Temas y actividades: El Coordinador de la Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales, asignará la responsabilidad para el desarrollo de un programa que estudie los avances en la frontera de conocimientos sobre Energías Alternativas para el ámbito de la Ciencia en Nanotecnología y Química de Materiales. Se llevarán a cabo tareas individuales para complementar la formación conceptual y estimular el trabajo en casa, también se realizarán tareas en equipo para coadyuvar en la formación del estudiante y fomentar el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo. Se realizarán discusiones en clase de algunos temas selectos para estimular las habilidades de argumentar del estudiante. Se llevará a cabo la búsqueda, análisis y exposición de artículos científicos para hacer énfasis en el carácter de maestría en ciencias del posgrado. Se resolverá un caso modelo representativo de los temas estudiados. Se llevarán a cabo exámenes rápidos para estimular la preparación de los exámenes de medio término y final. Se llevarán a cabo un examen de medio término y un examen final.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (25%), Prácticas (30%), Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Renewable Energy: Sustainable Energy Concepts for the Energy Change. Roland Wengenmayr, Thomas Bürke, William D. Brewer. Wiley-VCH. 2012.
2. Renewable Energy: Power for a Sustainable Future, Godfrey Boyle. Oxford University Press. 2004.

3. Renewable Energy: Power for a Sustainable Future. Godfrey Boyle. Oxford University Press. 2012.

Tópicos Selectos de Nanoestructuras Derivadas del Carbono

Área de formación: Optativa

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: El alumno analizará las contribuciones actuales en el estado del arte sobre nanoestructuras derivadas del carbono en el ámbito de la Ciencia en Nanotecnología y Química de Materiales.

Temas y actividades: El Coordinador de la Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales, asignará la responsabilidad para el desarrollo de un programa que estudie los avances en la frontera de conocimientos sobre nanoestructuras derivadas del carbono para el ámbito de la Ciencia en Nanotecnología y Química de Materiales. Se llevarán a cabo tareas individuales para complementar la formación conceptual y estimular el trabajo en casa, también se realizarán tareas en equipo para coadyuvar en la formación del estudiante y fomentar el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo. Se realizarán discusiones en clase de algunos temas selectos para estimular las habilidades de argumentar del estudiante. Se llevará a cabo la búsqueda, análisis y exposición de artículos científicos para hacer énfasis en el carácter de maestría en ciencias del posgrado. Se resolverá un caso modelo representativo de los temas estudiados. Se llevarán a cabo exámenes rápidos para estimular la preparación de los exámenes de medio término y final. Se llevarán a cabo un examen de medio término y un examen final.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (25%), Prácticas (30%), Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Graphene, Carbon Nanotubes, and Nanostructures: Techniques and Applications (Devices, Circuits, and Systems). James E. Morris, Krzysztof Iniewski. CRC Press. 2013.
2. Diamond and Related Nanostructures (Carbon Materials: Chemistry and Physics). Mircea Vasile Diudea, Csaba Levente Nagy. Springer. 2013.
3. Quantum-chemical studies on Porphyrins, Fullerenes and Carbon Nanostructures. Oleksandr Loboda. Springer. 2012.

Microbiología Industrial

Área de formación: Optativa

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la signatura: Generar conocimiento de los fundamentos del uso aplicado de los microorganismos, así como las habilidades, actitudes para afrontar y contribuir a la solución de problemas de la comunidad y al manejo de bienes y servicios a nivel industrial.

Temas y actividades: Unidad 1. Microbiología Industrial: conceptos generales, alcance, desarrollo histórico y aspectos económicos. Unidad 2. Microorganismos con interés biotecnológico e industrial: diversidad, aislamiento, selección y mantenimiento. Unidad 3. Mejora y desarrollo de cepas (II): métodos de ADN recombinante in vitro (Ingeniería Genética). Unidad 4. Aplicación de microorganismos para la obtención de nuevas fuentes de energía: Biocombustibles. Unidad 5. Productos microbianos con interés industrial: Aspectos generales. 6. Bacterias en la recuperación de metales. Se llevarán a cabo tareas individuales para complementar la formación conceptual y estimular el trabajo en casa, también se realizarán tareas en equipo para coadyuvar en la formación del

estudiante y fomentar el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo. Se realizarán discusiones en clase de algunos temas selectos para estimular las habilidades de argumentar del estudiante. Se llevará a cabo la búsqueda, análisis y exposición de artículos científicos para hacer énfasis en el carácter de maestría en ciencias del posgrado. Se llevarán a cabo exámenes rápidos para estimular la preparación de los exámenes de medio término y final. Se llevarán a cabo un examen de medio término y un examen final.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (25%), Prácticas (30%), Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Atlas R M & Bartha R. (2002) .Ecología microbiana y Microbiología ambiental Pearson Educación Madrid, 4a ed.
2. Brock T D, Madigan M T, Martinko & J M, Parker J. (1999) Biología de los microorganismos. 8º edición, Prentice Hall Madrid,
3. Demain A.L & J.E. Davies, eds. (1999): Manual of Industrial Microbiology and Biotechnology (2ª edición), ASM Press, Washington DC
4. Ertola, Yantorno y Mignone (2000) Microbiología Industrial, OEA
5. Okafor N, Modern Industrial Microbiolgy and Biotechnology (2007) Science Publishers USA
6. Perry J, Staley JT, & LS. Sinauer (2002) Microbial Life Ass Publishers Inc. MA.
7. Dworkin, M.; Falkow, S.; Rosenberg, E.; Schleifer, K.-H.; Stackebrandt, E. (Eds) The Prokaryotes, A Handbook on the Biology of Bacteria 3rd ed. (2006) Springer
8. Michael Wink An Introduction to Molecular Biotechnology: Molecular Fundamentals, Methods and Applications in Modern Biotechnology 1 edition 2006 Wiley-VCH.

Fisicoquímica–Estructura

Área de formación: Optativa

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: Proveer al estudiante las bases de la teoría cuántica, relacionadas con la fisicoquímica asociada al estudio molecular. Dotar de los fundamentos de la estructura molecular para la mejor comprensión de estudios de espectroscopia y termodinámica estadística. Apoyar a través de este conocimiento en la disciplina en nanotecnología y química de materiales.

Temas y actividades: 1. Teoría cuántica: 1.1 Introducción y principios, 1.2 Técnicas y aplicaciones 3. Estructura atómica y espectro atómico 4. Estructura molecular, 5. Simetría molecular 6. Espectroscopia molecular: 6.1 espectros rotacional y vibracional, 6. 2: Transiciones electrónicas. 6.3 Resonancia magnética, 7. Termodinámica estadística 7.1 Los conceptos, 7.2 Aplicaciones, 8. Interacciones moleculares, 9. Materiales: 9.1 Macromoléculas y agregados, 9.2 El estado sólido, Exposición por parte del profesor, realizar tareas en equipo para coadyuvar en la formación del estudiante y fomentar el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo. Discusiones en clase de algunos temas selectos para estimular las habilidades de argumentar del estudiante. Se llevará a cabo la búsqueda, análisis y exposición de artículos científicos para hacer énfasis en el carácter de maestría en ciencias del posgrado. Se resolverá un caso modelo representativo de los temas estudiados. Se llevarán a cabo exámenes rápidos para estimular la preparación de los exámenes de medio término y final. Se llevarán a cabo un examen de medio término y un examen final.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, casos estudio, etc.) (30%), Primer Examen (25%), Segundo Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Physical Chemistry. Peter Atkins, Julio De Paula W H Freeman & Co (Sd). 2009
2. Physical Chemistry: A Molecular Approach. Donald A. McQuarrie, John D. Simon. Univ Science Books. 1997

Tópicos Selectos de Zeolitas y Nanoestructuras de Zeolitas

Área de formación: Optativa

Ubicación: A partir del segundo semestre del plan de Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: El alumno analizará las contribuciones actuales en el estado del arte sobre zeolitas y nanoestructuras de zeolitas en el ámbito de la Ciencia en Nanotecnología y Química de Materiales.

Temas y actividades: El Coordinador de la Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales, asignará la responsabilidad para el desarrollo de un programa que estudie los avances en la frontera de conocimientos sobre zeolitas y nanoestructuras de zeolitas para el ámbito de la Ciencia en Nanotecnología y Química de Materiales. Se llevarán a cabo tareas individuales para complementar la formación conceptual y estimular el trabajo en casa, también se realizarán tareas en equipo para coadyuvar en la formación del estudiante y fomentar el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo. Se realizarán discusiones en clase de algunos temas selectos para estimular las habilidades de argumentar del estudiante. Se llevará a cabo la búsqueda, análisis y exposición de artículos científicos para hacer énfasis en el carácter de maestría en ciencias del posgrado. Se resolverá un caso modelo representativo de los temas estudiados. Se llevarán a cabo exámenes rápidos para estimular la preparación de los exámenes de medio término y final. Se llevarán a cabo un examen de medio término y un examen final.

Criterios de evaluación y acreditación: Actividades de clase (exposición, discusión de artículos científicos, etc.) (25%), Prácticas (30%), Examen (25%), Tareas (20%).

Bibliografía

1. Zeolites: Synthesis, chemistry and applications. Andreyev, Moisey K; Zubkov, Olya L. 2014 Elsevier B.V. ISBN: 9781619428614, 161942861X.

2. Handbook of natural zeolitespor Inglezakis, Vassilis J; Zorpas, Antonis. 2013 Elsevier B.V. ISBN: 9781608054466, 1608054462.
3. Zeolites and Catalysis: Synthesis, Reactions and Applications. Čejka, Jiří; Corma, Avelino; Zones, Stacey. 2014 Elsevier. ISBN: 352732514X, 9783527325146.
4. Characterization and Design of Zeolite Catalysts: Solid Acidity, Shape Selectivity and Loading Properties. Okumura, Kazu; Katada, Naonobu; Niwa, Miki. 2014 Elsevier. ISBN: 9781607410461, 160741046X.
5. Handbook of zeolites: Structure, properties and applications. Wong, T.W. 2014 Elsevier. ISBN: 9781607410461, 160741046X.
6. Chemistry of Zeolites and Related Porous Materials: Synthesis and Structure. Xu, Ruren; Pang, Wenqin; Yu, Jihong; Huo, Qisheng; Chen, Jiesheng. 2014 Elsevier. ISBN: 0470822333, 9780470822333.

Seminario de Investigación I y II

Área de formación: Metodológica

Ubicación: Primer y Segundo semestre del plan de la Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: El estudiante mostrará los avances (de acuerdo al cronograma de actividades) del anteproyecto, en preparación para que al final del segundo semestre presente su protocolo de investigación en un seminario en pleno ante la comunidad de posgrado, sometiendo previamente al Comité de Tutores el manuscrito del anteproyecto. El estudiante, mediante su asistencia a los seminarios, se familiarizará con el trabajo que desarrollan otros estudiantes y los investigadores del posgrado, y será capaz de emitir juicios y desarrollar el pensamiento crítico.

Temas y actividades:

1. Discutir artículos relacionados con su tema de tesis y el de sus compañeros para enriquecer los fundamentos metodológicos (Seminario I) y estadísticos (Seminario II).

2. Conocer las técnicas experimentales necesarias para realizar su Proyecto de Tesis (Seminario I).
3. Desarrollar habilidades básicas con respecto al tratamiento de datos y las herramientas para la presentación de sus datos ante un auditorio (Seminario II).
4. Asistir a la asesoría y tutoría con su director de tesis
5. Asistir a la serie de seminarios programados y participar con comentarios.
6. Realizar un resumen (en el formato establecido) de los avances del proyecto, mismo que será enviado mínimo 48 horas antes a la comunidad de posgrado para respaldar y favorecer la fluidez del proyecto y las observaciones se realizarán durante su presentación oral.

Criterios de evaluación y acreditación:

1. El Comité de Tutores evaluará en cada seminario, el avance alcanzado en las actividades programadas para el semestre (en función del cronograma del anteproyecto) y la defensa oral del informe.
2. La calificación final será el promedio de los puntos alcanzados en la exposición oral y escrita. Esta calificación final se integra con un 85% que emite el Comité Tutoral y un 15% por el Titular del seminario.
3. El Comité deberá reunirse dos veces durante el semestre.
4. Los rubros a evaluar durante las reuniones son los siguientes:
 - a. En el caso del Seminario I, el estudiante entregará en forma escrita y presentará de forma oral al comité el anteproyecto de tesis. Este documento debe incluir título, objetivos, antecedentes y justificación de su trabajo de tesis. El Comité de Tutores evaluará el trabajo escrito, su presentación y defensa.
 - b. En el caso del Seminario II, el estudiante entregará en forma escrita y presentará de forma oral al comité las metodologías a utilizar, justificando su uso, mostrará los resultados obtenidos hasta el momento, así como la interpretación de los mismos. Demostrando así el dominio teórico de los conceptos empleados para el análisis de los resultados de su trabajo de tesis. El Comité de Tutores evaluará el documento escrito, su presentación y defensa.

5. El 15% correspondiente al Coordinador de la Materia será emitido en función de su participación en clase, trabajos relacionados con la materia y su participación en los seminarios.

Bibliografía.

La bibliografía especializada será correspondiente con el tema del proyecto de investigación.

Seminario de Investigación III y IV

Área de formación: Metodológica

Ubicación: Tercer y Cuarto semestre del plan de la Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: El estudiante mostrará desarrollo significativo y/o conclusión de su trabajo experimental en un seminario en pleno ante la comunidad de posgrado, sometiendo al Comité Tutorial el escrito correspondiente, así como la defensa pertinente de los resultados obtenidos para su evaluación.

Temas y actividades:

1. Analizar resultados (del 75 a 100 %) de su etapa experimental.
2. Discutir artículos relacionados con su tema de tesis con la finalidad de interpretar y discutir sus resultados.
3. Entregar un borrador del manuscrito de tesis con el avance que se tenga para Seminario III.
4. Elaborar un borrador de un resumen y un artículo para congreso para Seminario IV.
5. Asistir a la asesoría y tutoría con su director de tesis.
6. Asistir a la serie de seminarios programados y participar con comentarios.

7. Los borradores o manuscritos ya corregidos serán enviados al Comité Tutorial, mínimo 48 horas antes de la presentación del seminario y el resumen será enviado a la comunidad de posgrado para respaldar y favorecer la fluidez del proyecto y las observaciones se realizarán durante su presentación oral.

Criterios de evaluación y acreditación:

1. El Seminario III es una actividad de integración y difusión del trabajo experimental, (concluido o con un avance de más del 75%), consistente en la asistencia y participación (exposición oral de los avances) en los seminarios de investigación del Posgrado.

En lo particular para el Seminario IV, además de la presentación, el alumno tendrá que entregar un producto de calidad y someter su trabajo de tesis experimental a evaluación por el Comité de Tutores, con la finalidad de ser aprobado y continuar el manuscrito de su tesis. Es una actividad seriada y su evaluación será responsabilidad del coordinador de la asignatura (10%) y del Comité Tutorial (90%).

Procedimiento para la Evaluación de Seminarios de Investigación:

1. El Comité Tutorial evaluará el cumplimiento de los objetivos formulados para el trabajo de tesis, a partir de la valoración científica de los resultados, profundizando en su aplicabilidad potencial o inmediata. Así mismo, evaluará el escrito y la defensa oral por parte del estudiante de más del 75% de los avances del trabajo de investigación o en su defecto, un borrador de la tesis y el borrador de resumen o artículo elaborado.

2. La calificación final será el promedio de los puntos alcanzados en cada una de las evaluaciones oral y escrita.

3. El Comité deberá reunirse sólo una vez un mes antes del final del semestre para realizar la evaluación del estudiante y como resultado se elaborará un acta, firmada por todos los integrantes del Comité.

4. La fecha y el lugar de la reunión semestral de evaluación será programada por el Coordinador del Seminario así como la reunión con el Comité Tutorial.

5. El Coordinador del seminario evaluará las actividades programadas para el semestre y la defensa oral del informe en la sesión que realizará ante alumnos y profesores del posgrado.

Bibliografía.

La bibliografía especializada será correspondiente con el tema del proyecto de investigación.

DISPOSICIONES COMUNES A TODAS LAS REUNIONES DE EVALUACIÓN

1. El estudiante deberá enviar por vía electrónica, a los integrantes del Comité Tutorial, el documento a ser evaluado al menos con 48 h hábiles de antelación a la fecha establecida para la reunión de evaluación correspondiente.
2. Al finalizar cada una de las reuniones de evaluación, cada integrante del Comité Tutorial deberá llenar el formato con los resultados de la evaluación correspondiente (Apéndice I, II y III) y con ellos se elaborará un acta, firmada por todos los integrantes del Comité (Apéndice IV), que contendrá: las observaciones y, en su caso, recomendaciones específicas para la corrección del trabajo escrito, porcentaje de avance conforme al cronograma propuesto, opinión acerca de la calidad en la defensa de la presentación y de los recursos didácticos utilizados, actividades académicas desarrolladas durante el período a evaluar, productos académicos elaborados y, por último, la calificación alcanzada.
3. El Comité Tutorial le informará al estudiante el resultado de la evaluación de forma detallada.
4. El Director de Tesis será el encargado de hacer llegar al Coordinador del Seminario o de Metodología de la Investigación, los formatos de evaluación de cada uno de los integrantes y el acta correspondiente. Para el caso de Metodología de la Investigación, el protocolo aprobado del proyecto de investigación, deberá ser entregado en un lapso no mayor a cinco días hábiles contados a partir de la fecha en que se efectúe la reunión del Comité Tutorial al Coordinador de la Materia.

5. Una vez recibidos todos los formatos de evaluación y las actas, el Coordinador de Materia deberá promediar y llenar el acta correspondiente para ser entregada al Coordinador Académico del Posgrado. Los anteproyectos también deberán ser entregados al Coordinador para ser archivados en el expediente del alumno.

6. El Director de Tesis puede optar por realizar las evaluaciones por vía electrónica (videoconferencia, etc.), si así lo considera pertinente y si existen las facilidades para realizarlo.

7. En caso de que se observen dificultades en el desarrollo del proyecto de tesis o si se considera pertinente, el Director de Tesis podrá programar una o dos reuniones adicionales durante el semestre, las cuales no serán de carácter obligatorio, ni generarán calificación alguna.

a. Estas reuniones adicionales deberán efectuarse en el transcurso de la quinta o la décima semana del periodo lectivo.

b. Al final de cada reunión se deberá elaborar un acta firmada por todos los integrantes del Comité, que contendrá: las observaciones, en su caso, recomendaciones específicas para la corrección del trabajo experimental.

c. Para la programación de las sesiones adicionales el Director de Tesis se coordinará con el Titular del Seminario con dos semanas de antelación a la fecha programada para que el alumno sea notificado sobre los avances y correcciones que se desea se realicen.

Redacción de Tesis

Área de formación: Metodológica

Ubicación: En cuarto semestre se podrá empezar a trabajar en la redacción de tesis basadas en los resultados de la investigación lo cual está de acuerdo con el plan de la Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: El estudiante integrará y realizará la redacción de la tesis basado en el trabajo de investigación propuesto en el proyecto, para concluir con el reporte de los datos o resultados obtenidos en un documento formal.

Temas y actividades:

Implementación o desarrollo de metodologías de redacción de tesis.

Criterios de evaluación y acreditación: Esta asignatura será acreditada de acuerdo a la evaluación que se realice en conjunto entre el titular de la materia de redacción de tesis y el Comité Tutoral, quienes discutirán y analizarán los resultados del proyecto de tesis en forma periódica con el estudiante y le señalarán y sugerirán las actividades que complementen y mejoren la redacción de su tesis.

Trabajo de Investigación I y II

Área de formación: Metodológica

Ubicación: A partir del segundo semestre se podrá empezar a trabajar en la redacción del protocolo de la propuesta de proyecto y en Tercer y Cuarto Semestres se llevará a cabo la ejecución del trabajo de campo o experimental de la propuesta para el plan de la Maestría en Ciencias en Nanotecnología y Química de Materiales.

Objetivo de la asignatura: El estudiante integrará y realizará el trabajo experimental o de campo propuesto en el proyecto de investigación, el cual será dirigido por el Director de Tesis, para concluir con el reporte de los datos o resultados obtenidos en un documento formal de Tesis.

Temas y actividades:

Implementación o desarrollo de metodologías experimentales en el laboratorio.

Criterios de evaluación y acreditación: Esta asignatura será acreditada de acuerdo a la evaluación que se realice en conjunto por el Comité Tutorial, quienes discutirán y analizarán los resultados del proyecto de tesis en forma periódica con el estudiante y le señalarán y sugerirán los experimentos que complementen y mejoren el desarrollo de su tesis.

12. ORGANIZACIÓN DEL PROGRAMA

El desempeño de los profesores así, como las actividades académicas del posgrado serán evaluadas por la Jefatura de Posgrado y la Secretaria Académica de FCQ para asegurar la calidad académica. Dicha evaluación estará sujeta a los procesos descritos por el Reglamento Interno de Posgrado de la FCQ. Así, como una revisión pertinente para la actualización del programa educativo propuesto.

12.1 Consejo Académico del Programa

El Consejo Académico estará formado de acuerdo al reglamento vigente de posgrado de la FCQ-UJED.

12.2. Cuerpos Académicos

El programa de Maestría en Nanotecnología y Química de Materiales, se sustentará en el cuerpo académico existente, así como en los que consecuentemente se formen como respuesta a las necesidades académicas y de investigación, que requieran las diferentes áreas del conocimiento abordadas en el programa.

El CA de Materiales Avanzados obtuvo su registro UJED-CA-105 como Cuerpo Académico en Formación en 2009, posteriormente en 2010 cambió al estatus de CA en Consolidación.

El CA está integrado por 4 profesores de tiempo completo, con grado de doctor, adscritos a la FCQ-UJED, con reconocida trayectoria en investigación, 3 pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (dos nivel I y uno nivel C), el total de los integrantes cuentan con el perfil deseable PRODEP, y cultivan la LGAC: Desarrollo y aplicación de materiales avanzados. La información del CA UJED-CA-105 se presenta en la Tabla 5. Los colaboradores del CA también

cultivan la misma LGAC y pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (tres colaboradores nivel uno).

Tabla 5. Datos del cuerpo académico UJED-CA-105.

Clave	UJED-CA-105
Nombre	MATERIALES AVANZADOS
Grado de consolidación	Cuerpo académico consolidado
Área y disciplina del cuerpo académico	Ingeniería y Tecnología-Ciencia Ingeniería de Materiales
Integrantes	1. Escobedo Bretado Miguel Ángel 2. González Lozano María Azucena 3. Lara Castro Rene Homero 4. Ponce Peña Patricia
LGAC	Desarrollo y aplicación de materiales avanzados
Estructura	Líder del CA: Dra. Azucena González Lozano Secretario: Dra. Patricia Ponce Peña
Fortalezas	19 Publicaciones en revistas indexadas en JCR. 14 Proyectos de investigación (9 con financiamiento externo PRODEP, CONACYT, CUMex y 5 con financiamiento interno). Redes de colaboración (UJED-UAZ-UNAM), existen convenios de colaboración con grupos de investigación de las siguientes instituciones: CIMAV, UNAM, UAZ, UASLP, UAM, IPN, CIIDIR, CINVESTAV, UAC, UANE. Se cuenta con formación de recursos humanos Estancias de movilidad
Colaboradores	1. Rodríguez Pulido Alicia 2. Flores Hidalgo Manuel Alberto 3. Barraza Jiménez Diana 4. Núñez Ramírez Diola Marina

Los integrantes del CA reúnen el perfil para proyectar de manera positiva el posgrado hacia los niveles de calidad, exigidos por los comités de evaluación externos a la institución. Todos los integrantes del CA cumplen con las características para dar soporte al programa de posgrado: participando como docente, como director de tesis y como investigador de la línea de generación y aplicación del conocimiento.

Los PTC del NAB, cultivan y desarrollan la LGAC: Desarrollo y Aplicación de Materiales Avanzados. Actividades indispensables para el éxito del programa de Posgrado.

12.3. Núcleo Académico Básico (NAB)

Los docentes e investigadores formarán parte del núcleo académico básico del programa cubriendo los siguientes requisitos:

- a) Profesor de tiempo completo de la UJED.
- b) Grado académico igual o superior al que imparte.
- c) Perfil acorde al programa.
- d) Productividad demostrable y congruente con las LGAC del programa de Posgrado.
- e) Para formar parte del Núcleo Académico básico los investigadores que no formen parte de la Facultad, pero que sean profesores de tiempo completo de la Universidad, emitirán una solicitud al jefe de posgrado solicitándole su ingreso, el cual deberá ir acompañado de la propuesta de su proyecto de investigación en el cual él funge como responsable del mismo y cuyo impacto sea en las líneas de generación y aplicación de conocimiento del posgrado. Cubriendo los siguientes requisitos: Ser un investigador que forme parte del SNI, como mínimo NIVEL I, y que conserve este nivel durante su permanencia durante el mismo.

El Núcleo Académico Básico tendrá las funciones siguientes:

1. La integración de los comités tutorales.
2. La designación de comités tutorales a los estudiantes del posgrado.
3. La impartición de materias del programa.
4. La elaboración y ejecución de proyectos de investigación y la difusión de resultados de los mismos.
5. La búsqueda de financiamiento para los proyectos de investigación.

El Núcleo Académico Básico se apoyará para la toma de decisiones en el Consejo Académico del Programa.

12.3.1 Conformación del NAB del programa de Maestría en Nanotecnología y Química de Materiales.

Está integrado por ocho PTCs adscritos a la FCQ de la UJED y maneja áreas afines a las LGAC del programa. El personal del NAB se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Integrantes del NAB.

Nombre	Grado Académico	Institución que Otorgó el Grado	Área	PRODEP	SNI	CVU
Miguel Angel Escobedo Bretado	Doctorado	CIMAV	Materiales Avanzados	Sí	I	44878
René Homero Lara Castro	Doctorado	UASLP	Minerales	Sí	I	39918
Patricia Ponce Peña	Doctorado	UNAM	Polímeros	Sí	No	299461
María Azucena González Lozano	Doctorado	CINVESTAV	Cerámicos	Sí	C	42701
Manuel Alberto Flores Hidalgo	Doctorado	CIMAV	Materiales Avanzados	No	I	243299
Diana Barraza Jiménez	Doctorado	CIMAV	Materiales Avanzados	No	I	41733
Alicia Rodríguez Pulido	Doctorado	University of Sheffield	Materiales	No	I	68016
Diola Marina Núñez Ramírez	Doctorado	Inst. Tecnológico de Durango	Biotecnología	No	No	312634

Actualmente cinco miembros del NAB cuentan con el nivel I del SNI. Esto permite cumplir con los requerimientos de PNPC para un programa de reciente creación.

Los demás miembros del NAB se encuentran trabajando para poder obtener el nombramiento del SNI. Cuatro miembros del NAB tienen reconocimiento al perfil

deseable por parte del PRODEP y los PTCs de reciente incorporación están en proceso de aplicar a la siguiente convocatoria. Mientras que los colaboradores del programa de maestría se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Colaboradores del programa.

Nombre	Grado Académico	Institución que Otorgó el Grado	Área	PRODEP	SNI	CVU
Virginia H. Collins Martínez	Doctorado	CIMAV	Materiales	NA	II	31298
Alejandro López Ortiz	Doctorado	University of Louisiana State	Química	NA	II	31243
Francisco Paraguay Delgado	Doctorado	CIMAV	Materiales Nanoestructurados	NA	II	25378
Mario Daniel Glossman Mitnik	Doctorado	Univ. Nacional de La Plata	Química	NA	III	21082
Luis Medina Torres	Doctorado	UNAM	Química de Materiales	Si	I	60489
Zoe Vineth Quiñones Jurado	Doctorado	CIQA	Polímeros	NA	No	42770
Antonio Aragón Piña	Doctorado	UNAM	Calidad del Aire	Si	II	20194
Martin Mallet	PhD	Université de Lorraine	Análisis Superficial	NA	NA	NA
Germán A. Calderón Polania	Doctorado	CINVESTAV	Física	NA	I	121603
Martha E. Poissot Vázquez	Doctorado	Univ. Christian-Albrechts of Kiel	Materiales	Si	I	85700

12.4. Comité Tutorial

Al inicio del primer semestre, a cada estudiante se le designará un Comité Tutorial, el cual estará formado por: el director de la tesis (tutor), quien debe ser integrante del Núcleo Académico Básico del Programa, y dos asesores que serán elegidos por el coordinador académico del posgrado considerando que su perfil sea

congruente con la investigación que desarrolla el estudiante. De acuerdo con las características de dicha investigación, se podrá integrar al Comité Tutorial un asesor externo.

12.4.1. Funciones del Comité Tutorial:

1. Dictaminar sobre la aceptación o rechazo del anteproyecto de tesis del estudiante.
2. Integrar el Jurado de Examen de grado del estudiante a excepción del asesor externo. En el cual, el director de tesis fungirá como presidente y los asesores como secretario y vocal.
3. Evaluar el avance del trabajo experimental y sugerir experimentos que lo enriquezcan.
4. Redactar y firmar las actas respectivas de las reuniones de los Comités Tutorales.
5. Emitir calificaciones de las materias del área metodológica conjuntamente con el profesor titular de las materias.
6. Determinar que el desarrollo del proyecto de tesis del estudiante está completo y autorizar la escritura del documento de tesis.

12.4.2.- Funciones del tutor (Director de Tesis)

- 1.- Diseñar el programa académico de los alumnos asesorados. Este programa debe incluir un cronograma de trabajo con metas y compromisos evaluables.
- 2.- Dirigir los trabajos experimentales de los alumnos desde el inicio de la investigación hasta la culminación de la misma.
- 3.- Impartir tutoría disciplinar personalizada para argumentar de manera teórica los fundamentos epistémicos y metodológicos en apoyo a la investigación para construir la disertación de Maestría.
- 4.- Proporcionar a los alumnos las condiciones necesarias para el desarrollo de los trabajos experimentales.

- 5.- Evaluar al final de cada semestre el desarrollo académico de los alumnos.
- 6.- Dar seguimiento al programa académico de los alumnos a su cargo, supervisando el cumplimiento de su cronograma de trabajo.
- 7.- Informar al Consejo Académico sobre el avance y desarrollo de los alumnos bajo su tutoría, por lo menos dos veces al semestre, o cuando le sea requerido.

12.4.3.- Requisitos para ser tutor

Se considerarán como tutores aquellos profesores e investigadores que forman parte del núcleo académico básico del programa así como los profesores e investigadores que participan como colaboradores en el programa.

Todo tutor (Director de Tesis) deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- 1.- Contar con el grado de doctor en el área de su especialidad.
- 2.- Tener nombramiento de investigador o profesor titular de tiempo completo en la UJED.
- 3.- Contar con financiamiento para el proyecto de investigación al que se incorporará el estudiante de Maestría.
- 4.- Contar con al menos una publicación en revistas nacionales o internacionales con arbitraje estricto.
- 5.- Contar con experiencia docente avalada por la impartición de cursos y/o direcciones de tesis.
- 6.- Ser investigador activo, con una línea de investigación cultivada y establecida.
- 7.- Hacer explícito por escrito su compromiso con el programa de posgrado.

La permanencia como tutor dentro del programa será evaluada y ratificada periódicamente, a juicio del Consejo Académico del programa, con base en la producción científica y el desempeño como tutor.

El Consejo Académico podrá acreditar como tutores a profesores o investigadores de otras dependencias de la UJED, o de otras instituciones del país o del extranjero que cumplan con los siguientes requisitos:

- 1.- Contar con el grado de doctor en el área de su especialidad, o en su defecto ser miembro activo del Sistema Nacional de Investigadores con Nivel I o superior.

- 2.- Contar con experiencia docente avalada por la impartición de cursos y/o direcciones de tesis.
- 3.- Ser investigador activo con una línea de investigación cultivada y establecida.
- 4.- Tener una producción científica original y de alta calidad que se derive de su trabajo de investigación.
- 5.- Hacer explícito por escrito su compromiso con el programa de posgrado.
- 6.- En el caso de profesores externos, estos deben cumplir con los requisitos académicos enunciados en los numerales 1,2,3,4,5, además de ser reconocido como experto en el área y disciplina del conocimiento involucrado en el trabajo de tesis del estudiante.

La permanencia como miembro del comité tutorial será evaluada y ratificada periódicamente a juicio del núcleo académico.

12.4.4. Funciones del Director y Codirector de Tesis

1. Diseñar el programa de actividades de investigación de los estudiantes asesorados. Este programa debe incluir un cronograma de trabajo con metas y compromisos evaluables.
2. Dirigir los trabajos experimentales de los estudiantes desde el inicio de la investigación hasta la culminación de la misma.
3. Participar en el seguimiento del programa académico de los estudiantes.
4. Participar al final de cada semestre en la evaluación del desarrollo académico de los estudiantes.
5. Avalar la impresión del escrito de la tesis para proceder al examen de grado.
6. El Director de Tesis es el responsable principal de lograr los objetivos planteados en la misma, y de la titulación del estudiante en tiempo y forma.
7. El Codirector de Tesis es corresponsable de alcanzar los objetivos establecidos en la tesis y que justifiquen su participación. Las funciones de la figura del codirector se encuentran detalladas en el reglamento de posgrado de la FCQ.

12.5. Comité de Admisión

El Comité de Admisión tendrá las funciones siguientes:

1. Emitir la convocatoria para la el proceso de selección.
2. Organizar la forma en que se conducirá la entrevista a los aspirantes.
3. Aplicar y evaluar los exámenes de conocimientos.
4. Integrar los requisitos de admisión para dictaminar su aceptación o rechazo.

12.6. Comité de Becas

El Comité de Becas tendrá las funciones siguientes:

1. Difundir las diferentes convocatorias para apoyo económico.
2. Revisará que el expediente esté debidamente integrado.
3. Llevar el control y seguimiento de becarios y realizar los informes en caso de ser requeridos.
4. Difundir los resultados del proceso.

13. ÁREA Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

La Nanotecnología y Química de Materiales es un área científica y tecnológica compuesta, que busca trabajar los materiales desde nivel nanométrico hasta macroscópico, así como la descripción de sus propiedades físicas y químicas. Esta área está integrada por dos Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC), las cuales, permitirán la formación de recursos humanos especializados, enriqueciendo el estado del arte con la generación de nuevo conocimiento. Actualmente, se trabaja y se cuenta con la productividad y experiencia dentro del NAB para soportar estas líneas.

13.1. LGAC I: Desarrollo de Materiales Nanoestructurados

Esta línea de investigación pretende satisfacer las necesidades nacionales emergentes y urgentes de diseñar, simular y desarrollar materiales nanoestructurados y nanocompuestos necesarios para la mejora de los procesos y materiales empleados en las áreas de energía, sector metal-mecánico, minero, y ambiental, empatando con el PED 2010-2016 de incentivar la nanotecnología.

En el sector energético los nuevos materiales permiten una mayor eficiencia en las energías alternativas, como el aprovechamiento de energía solar, fotovoltaica, fotosíntesis artificial y biomasa, buscando la mitigación del cambio climático. Entre las aplicaciones más importantes de estos materiales se encuentra también el uso de fotocatalizadores y compuestos nanoestructurados para remediación de agua y suelo, aportando al mejoramiento del medio ambiente.

La generación de nuevos materiales nanoestructurados como como nanotubos, grafenos, fulerenos, zeolitas, nanoclústeres y otras nanopartículas, han tomado una relevante importancia en los campos industriales. Es necesario obtener propiedades específicas como degradación, alta resistencia al desgaste y reforzamiento de nanocompuestos metálico cerámico y poliméricos utilizados en el sector energético, estas propiedades son solicitadas en la exploración y

perforación de yacimientos, en las líneas de conducción como las que se tienen en el sur del Estado de Durango, y en el triángulo energético Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

Mediante la simulación computacional de materiales nanoestructurados se permitirá el aprovechamiento y optimización de recursos tanto naturales como materiales, al predecir sus propiedades físicas y químicas. Por otro lado, la simulación y análisis de procesos químicos y termodinámicos podrían favorecer la competitividad de los diversos sectores industriales de la Región consolidados y emergentes. El trabajo de investigación de esta línea será pionero en el campo de la nanotecnología en el Estado coadyuvando al despunte de empresas con esta orientación en la entidad.

13.2. LGAC II: Química de Materiales

El objetivo de esta línea, es impulsar el aprovechamiento de los recursos minerales, así como otros materiales metálicos y no metálicos.

La minería es una de las actividades industriales que mayor incidencia provoca sobre el medio ambiente y la calidad de vida de la población afectada. Entre los problemas más comunes asociados a la actividad minera podemos citar: las limitaciones en la recuperación de valores con interés económico en los procesos de beneficio y tratamiento de minerales, altos costos de energía, reúso de agua y grandes volúmenes de residuos sólidos.

Las limitaciones referidas tienen su origen en la alteración de las propiedades físicas y químicas de los materiales y minerales y por lo tanto, son susceptibles de mejora si se realizan estudios básicos y aplicados, haciendo uso de la química de materiales desde la síntesis hasta la caracterización y tratamiento. El estudio y análisis físico químico permitirá entonces la mejora de procesos de beneficio y tratamiento de minerales impactando en la competitividad del sector minero.

La química de materiales también atiende problemas mediante el reciclado y/o transformación para obtener nuevos productos con propiedades y aplicaciones específicas, tales como polímeros biodegradables, materiales compuestos, la encapsulación en materiales cerámicos y poliméricos y la obtención de productos de valor agregado.

14. INFRAESTRUCTURA Y RECURSOS FINANCIEROS DEL PROGRAMA

La infraestructura con que cuenta la FCQ-UJED soporta las necesidades básicas del posgrado: dos edificios donde se encuentran los laboratorios funcionales de Cerámicos, Polímeros, Electroquímica, Catálisis, Metalurgia Física, Metalurgia Extractiva, un laboratorio de cómputo y aulas equipadas con tecnología de la información y comunicación. El equipamiento de los diferentes laboratorios se describe en la Tabla 8.

Se cuenta con recursos digitales a través de la Biblioteca Central y Biblioteca Virtual de la UJED, por medio del consorcio nacional de recursos de información científica y tecnológica (CONRICYT), en donde se puede consultar información actualizada del estado del arte, además se tiene la Licencia del software especializado HSC Chemistry (7.1).

Tabla 8. Equipo disponible para el posgrado en Nanotecnología y Química de Materiales

CANTIDAD	DESCRIPCION	MARCA	MODELO
1	CROMATOGRAFO DE GASES	AGILENT	7820A
1	ESPECTROFOTOMETRO ULTRAVIOLETA VISIBLE (UV-VIS)	HACH	DR5000
1	ANALIZADOR DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X (XRF)	OXFORD INSTRUMENTS	X-SUPREME 8000
1	ANALIZADOR DE CARBONO ORGANICO TOTAL (TOC)	OL-ANALYTICAL	TOC-1030
1	SISTEMA DE DIGESTION POR MICROONDAS	MILESTONE	START D
1	ESPECTROSCOPIO DE EMISION ATOMICA	AGILENT	MP4107-EAS
1	MEDIDOR DE INDICE DE FLUIDEZ	JJ TEST	XNR400B
1	MUFLA CON CONTROL DE TEMP.	FELISA	330
1	HORNO DE FUNDICION CON PROGRAMA DE TEMPERATURA A1	NABETHERM	N20-14
1	HORNO DE CONVECCION POR GRAVEDAD CON RANGO DE 20	LAB-LINE	3475
1	ANALIZADOR TERMOGRAVIMETRICO (TGA)	NETZSHC	STA 449 F3
1	BIO-REACTOR 1 L CULTIVOS MICROBIANOS	APPLIKON	P007616/13
1	RADIOMETRO	DELTA OHM	HD2102.2
1	MICROSCOPIO ÓPTICO INVERTIDO	VANGUARD	1400LNI

1	POTENCIOESTATO GALVANOSTATO	PRINCETON APPLIED RESEARCH	VERSASTAT 3F
1	POTENCIOESTATO	BIOLOGIC	SP-150
1	POTENCIOMETRO CON MULTIPARÁMETROS	HANNA	HI 2550
1	MUFLA LINDBERG BLUE M	THERMO SCIENTIFIC	BF51433PC-1
1	MUFLA KODIAK	KODIAK	KXM-12A
1	MUFLA THERMOLYNE	THERMO SCIENTIFIC	F46128CM
1	ROTAVAPOR	BUCHI	R11
1	ESPECTROFOTOMETRO INFRAROJO (IR)	ABB	MB3000
1	MAQUINA DE ENSAYOS UNIVERSAL	PHYSICAL TEST SOLUTIONS	20844
1	MEDIDOR DE DUREZA ELECTRONICO	PHYSICAL TEST SOLUTIONS	MHT -LCD-MT
2	MOLINO DE BOLAS	RELIANCE	COW12
8	CELDA DE FLOTACIÓN	DENVER	DENVER CF1-8
1	BOMBA DE JERINGA	TELEDYNE ISCO	100DX
1	BOMBA DE VACIO	PROSET	CPS 11.8 CFM
1	BAÑO ULTRASONICO 10 L	CIVEQ	KS8893
1	INCUBADORA CON AGITACION	TERMO SCIENTIFIC	CVP-1003
3	FUENTE DE PODER	SORENSEN	AMETEK
1	PLACA DE CALENTAMIENTO Y AGITACION 9 PLATOS	OVAN	MMH90 E
1	BAÑO MARIA CON TERMOCIRCULADOR	TECHNE	FTE10APC
3	BOMBA PERISTALTICA	THERMO SCIENTIFIC	72-320-084
1	DESIONIZADOR DE AGUA	THERMO SCIENTIFIC	BARNSTEAD
1	DOUBLE SPEED GRINDER POLISHER	PHYSICAL	MP-260
1	HORNO DE ESPEJOS ELECTRICO	CHAMB IR	E4-05-P-A

En colaboración con el CINVESTAV, CIMAV, UNAM, y UASLP se tiene acceso a los siguientes equipos: Microscopio Electrónico de barrido (SEM) y Análisis elemental por EDS, Microscopio Electrónico de transmisión (TEM), Isotermas de Adsorción (BET), Estudios de Quimisorción y Estudio por Difracción de rayos X (DRX).

El financiamiento principalmente vendrá a través de la participación de los miembros del NAB en las diferentes convocatorias así como de fondos externos.

15. SISTEMA DE EVALUACIÓN DEL PROGRAMA

Dada la importancia que reviste este capítulo para asegurar, primero, y mantener después, la calidad del programa educativo, es valioso hacer notar que la intervención de todos los sectores es determinante para lograrlo, al igual que, es relevante un proceso de sensibilización, información y formación para la implementación y operación exitosa del programa educativo, ver Anexo 17.4. (Evaluación al Tutor y Docente)

En la actualidad, los procesos de evaluación no solo abarcan mecanismos internos de autoevaluación diagnóstica, sino se preparan evaluaciones externas con fines de mejoramiento o con fines de aseguramiento público, como es la acreditación realizada por CONACYT a través del Programa para el Fortalecimiento del Posgrado Nacional (PFPN). En este sentido la política de evaluación no quedará establecida como un proceso eventual, por el contrario se prevé su prevalencia al establecerse como una cultura de calidad institucional.

Específicamente, el sistema de evaluación deberá abarcar desde la puesta en marcha del plan de estudios generado, la operación, el seguimiento, la vigencia y la revisión permanente del programa. Además deberá ser parte del todo integral, es decir, que contenga mecanismos claros de evaluación y control del proceso educativo, desde sus partes académicas y administrativas y, que precisamente al verse como un todo. Cualquier modificación al interior influirá en el resto de los elementos del sistema, por lo que el modelo de evaluación propuesto (que se encuentra en construcción) incluirá la mejor disposición hacia los cambios. Particularmente en cuanto al nuevo enfoque educativo, hacia la nueva estructura y organización curricular, al nuevo papel del profesor y del estudiante, a los apoyos normativos y de gestión que permiten el desarrollo adecuado de las estrategias de cambio al proporcionar la infraestructura humana y física requerida.

La evaluación tiene un campo de aplicación muy amplio y su práctica influye en todos los ámbitos de la educación como el estudiante, los académicos, los directivos y el personal de apoyo, al igual que en el sistema, en la institución, en la infraestructura, en las funciones académicas, administrativas y normativas.

De esta manera, se propone un modelo de evaluación basado en procesos de autoevaluación permanente que sea diagnóstica, sumativa y correctiva. Que pueda ser periódicamente verificada por los pares académicos (cada tres años), tanto con fines de evaluación y mejoramiento, como de acreditación (PIFOP, CONACYT-PFPN, o bien por los organismos que en su momento estén autorizados para la evaluación de los programas de posgrado).

En otras palabras, la evaluación interna permanente se reforzará con una evaluación externa, que vendrá definitivamente a conformar un modelo integral de evaluación, en donde participarán activamente directivos y responsables institucionales, coordinadores académico y de investigación, académicos, investigadores, administrativos, estudiantes, y egresados y exalumnos, así como el personal de apoyo administrativo, además de miembros sobresalientes de la sociedad y representantes de los sectores productivo, empresariales y gubernamentales, que por congruencia profesional puedan aportar sus opiniones para el enriquecimiento de la propuesta aquí presentada.

El Modelo de evaluación involucra entonces mecanismos de evaluación de la actividad docente, los aprendizajes, los estudiantes y su trayectoria curricular e institucional (que incluye las funciones administrativas, de gestión y normativa).

15.1. Evaluación de los Aprendizajes

La evaluación de los aprendizajes debe ser concebida como un recurso para proporcionar información sobre los logros y deficiencias del aprendizaje, tanto para el estudiante como para el profesor. También para apoyar el desarrollo del programa, ya que sus resultados y procesos aportarán elementos de juicio para su

propio mejoramiento. Incluye la tarea de certificar el aprendizaje obtenido por el estudiante, expresado como una calificación que lo acredita al final.

La finalidad de la evaluación del aprendizaje puede variar por la relación que tiene directamente con el modelo educativo propuesto. El profesor deberá aplicar nuevas estrategias de validación de los conocimientos, derivadas de las distintas estrategias que el mismo emplee para manejar su proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula. Esto significa que el manejo del nuevo enfoque educativo, puede orientar las formas de evaluación desde la autoevaluación hasta los exámenes parciales, pasando por la evaluación interactiva, la evaluación participativa, evaluación entre pares, evaluación continua, evaluación de proyectos, y evaluación de productos. Incluyen ponencias, debates, discursos, estudio de casos, publicaciones, ensayos, evaluaciones periódicas (semanal o mensual), evaluaciones orales y las que puedan emerger.

La evaluación (cualquiera de ellas que se seleccione o combine) debe alejarse del sentido penalizante, excluyente y poco significativo que con frecuencia se emplea, a fin de garantizar su confiabilidad e imparcialidad. La evaluación que acredita el aprendizaje está reglamentada con base en criterios explícitos.

15.2. Evaluación del Desempeño Docente

Consiste en generar un mecanismo que permita evaluar la productividad y el desempeño del PTC. Se cuenta con mecanismos internos e instrumentos de evaluación, que anualmente se aplican para dar seguimiento al trabajo desarrollado por los profesores. Valorando específicamente las actividades obligatorias como son la docencia, la investigación, la gestión y la tutoría. Así mismo, existen mecanismos externos como son los programas de estímulos, pudiendo participar en uno o en varios de ellos (SNI, ESDEPED, PRODEP, cátedras patrimoniales o premios especiales vigentes). Además se incluye una evaluación semestral por parte de los estudiantes en aquellas materias que les fueron impartidas.

Mientras que los profesores de asignatura únicamente se sujetan a la validación anual, con repercusión en la mejora del escalafón académico institucional, mencionando que la mayoría de ellos mantienen un compromiso laboral externo.

15.3. Evaluación de los Estudiantes y su Trayectoria

Los estudiantes constituyen una de las partes centrales de un programa académico, por lo que es importante conocer sus características antes de ingresar. Esto se manifiesta al cubrir los requisitos de ingreso y aprobar los mecanismos de selección establecidos por el programa.

Durante su estancia en el programa, se llevarán a cabo evaluaciones integrales (exámenes, coevaluación, evaluación continua, autoevaluación). Para las materias teórico-prácticas se contará con un mínimo de tres resultados, y con respecto al desarrollo de su investigación, éste será evaluado considerando el avance y la defensa del mismo, por el comité tutorial y el responsable de la materia de seminario y/o trabajo de investigación. Todos estos elementos serán considerados en la evaluación de los estudiantes.

El apoyo para concluir en tiempo y forma su proceso de titulación, será brindado desde su ingreso por el tutor asignado (director de tesis), el cual será una figura fundamental de acompañamiento de los estudiantes para planear sus actividades académicas y estimular sus avances de investigación.

15.4. Seguimiento de la Trayectoria Escolar

El programa de maestría contará con los instrumentos adecuados que permitan evaluar la trayectoria escolar de los estudiantes, así como del programa, haciendo énfasis en rubros como: eficiencia terminal, impacto del programa (trayectoria de los graduados en el sector académico, profesional y/o productivo).

Los estudiantes según sus avances académicos, serán exhortados a participar en eventos académicos (congresos, seminarios, cursos, simposios, etc.), movilidad estudiantil, eventos culturales, programas de becas, siempre bajo la supervisión o aval de los tutores que llevarán un seguimiento muy puntual semestralmente.

15.5. Evaluación Curricular

El desarrollo de un currículo reside en la capacidad de dar forma a la experiencia académica que busca la transmisión y construcción del conocimiento, bajo el paradigma seleccionado y que ya ha sido descrito, a la vez que da secuencia y dosificación, establece extensión, profundidad y límites para un funcionamiento más eficiente.

El plan de estudios además establece, los niveles de comportamiento de los docentes y de los estudiantes, las estrategias didácticas, los valores y habilidades que el estudiante debe desarrollar, las modalidades de conducción del proceso de enseñanza-aprendizaje por parte del docente, las formas de evaluación del proceso, los recursos y materiales de apoyo, así como los servicios de apoyo complementario para su buen desarrollo.

Es fundamental contar con mecanismos claros de evaluación interna continua y de un plan de seguimiento bien establecido, que evite imponderables y retrocesos, que además apoye los cambios estructurales y movimientos temáticos para avanzar continuamente, y lograr el éxito de las evaluaciones externas recomendadas periódicamente cada tres años, y desde luego pasar al siguiente nivel de evaluación que es la acreditación pública de la calidad del programa que corresponde a procesos de evaluación externa, también, otorgadas por períodos de tres años. Todo este proceso de evaluación debe estar apoyado por el estudio del seguimiento de los egresados, contando con los instrumentos adecuados que nos permitan valorar cual es el impacto del programa de maestría, tanto en los ámbitos sociales, laborales y empresariales.

Un momento más de evaluación, lo representan las evaluaciones con fines de certificación de los procesos meramente de servicios o administrativos, sometidos a los criterios de las normas oficiales ISO, para pasar finalmente a los máximos valores de calidad y asegurar su permanencia, se debe preparar a la institución y sus programas para llegar a cumplir a largo plazo con los requerimientos de calidad internacional.

15.6. Evaluación Institucional

La evaluación institucional es un ejercicio integrador y completo, en el que además de considerar las actividades meramente académicas, se deben incorporar los elementos concernientes al ámbito administrativo de los programas educativos, es decir, la parte de proceso administrativo, la organización y la gestión, el marco normativo y de buen gobierno, así como el manejo y la disponibilidad de los recursos financieros, infraestructura física, equipamiento, mantenimiento, espacios recreativos, áreas verdes y demás servicios.

Por tanto, dentro del modelo de evaluación (que está en construcción), debe de incluirse una visión integral del proceso educativo y los servicios para que se considere la valoración periódica de las funciones y operación de la administración, el sistema de información académico-administrativo, la transparencia en el uso de los recursos otorgados y el mejoramiento de las fuentes alternas de financiamiento, todo ello solventado con una evaluación externa o certificación de los servicios a través de la aplicación de las normas de calidad.

De igual manera, puede solicitarse una valoración externa con fines de mejoramiento, realizada por los organismos evaluadores vigentes por parte del comité administrativo, además de continuar con sus estrategias internas de evaluación continua.

16. Bibliografía

- ANUIES (2006). Anuario de Educación Superior “Consolidación y cambio de la Educación Superior en México”. Compromisos y propuestas de la ANUIES. Doc. Preliminar. México.
- ANUIES (2012-2013). [en línea]. Anuario de Educación Superior, <http://www.anui.es.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior> [2015, 15 de abril]
- CONACYT- SEP (2001). Programa de Fortalecimiento del Posgrado Nacional (PFPN) y programa Integral de Fortalecimiento del Posgrado (PIFOP).
- Secretaría de Economía, SE (2015). [en línea]. Información Estatal, Actividad Económica. <http://www.economia.gob.mx/delegaciones-de-la-se/estatales/durango#/> [2015, 17 de junio]
- Záyago-Lau, Edgar; Foladori (2010), Guillermo. La nanotecnología en México: un desarrollo incierto. Economía, Sociedad y Territorio, vol. X, núm. 32, enero-abril, 2010, pp. 143-178
- Foladori, Guillermo (2006), “Nanotechnology in Latin America at the Crossroads”, Nanotechnology Law & Business Journal, 3 (2), nlb, Pasadena, pp. 205-216.
- Plan Nacional de Desarrollo, PND (2013-2018). Gobierno de la República. Objetivos, estrategias y líneas de acción. Objetivo 4.8. Desarrollar los sectores estratégicos del país, pp 139.
- Plan de Desarrollo Institucional, PDI (2013-2018). Universidad Juárez del Estado de Durango. Secciones VII-VIII, pp 123-151.
- Plan Estatal de Desarrollo, PED (2010-2016). Gobierno del Estado de Durango. Objetivo 8 “Aprovechar las vocaciones productivas de nuestras regiones”, pp 41.
- Plan Estatal de Desarrollo, PED (2010-2016). Gobierno del Estado de Durango. Objetivo 5 “Inversión en capital humano y vinculación de la educación con la planta productiva” pp 39.
- Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación, PECiTI (2014-2018). Consejo de Ciencia y Tecnología. Capítulo III. “Objetivos, estrategias y líneas de acción”, Oportunidades estratégicas, pp 70.
- Iijima, S (1991). Helical microtubules of graphitic carbon. Nature 354:56–58.
- Kim JW, Galanzha EI, Shashkov EV, Moon HM, Zharov VP (2009). Golden carbon nanotubes as multimodal photoacoustic and photothermal high-contrast molecular agents. Nat Nanotechnol 4:688–694

- Pannopard P, Khongpracha P, Probst M, Limtrakul J (2008) Structure and electronic properties of “DNA-gold-nanotube” systems: a quantum chemical analysis. *J Mol Graph Model* 26:1066–1075
- Jha N, Sundara R (2010) Development of Au nanoparticles dispersed carbon nanotube-based biosensor for the detection of paraoxon. *Nanoscale* 2:806–810
- IPCC, 2014: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. *Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- INEGI (2015). El sector energético en México 2014/Instituto Nacional de Estadística y Geografía.—México.
- Hamad, S.; Catlow, C. R. A.; Woodley, S. M.; Lago, S.; Mejias, J. (2005). A. Structure and Stability of Small TiO₂ Nanoparticles. *J. Phys. Chem. B*, 109, 15741.
- Syzgantseva O.A., Gonzalez-Navarrete P., Calatayud M., Bromley S., and Minot C. (2011). Theoretical Investigation of the Hydrogenation of (TiO₂)_N Clusters (N = 1-10). *J. Phys. Chem. C*, 115, 15890.
- Andersen, Øyvind M. (2001). Anthocyanins. "Encyclopedia of Life Sciences". eLS. John Wiley & Sons, Ltd. doi:10.1038/npg.els.0001909. ISBN 0470016175.
- Di Meo, F., Sancho Garcia, J. C., Dangles, O., & Trouillas, P. (2012). Highlights on anthocyanin pigmentation and copigmentation: A matter of flavonoid pstacking complexation to be described by DFT-D. *Journal of Chemical Theory and Computation*, 8, 2034–2043.
- Lynn Yarris (2015). [en línea]. Artificial Photosynthesis. Lawrence Berkeley National Laboratory. <https://newscenter.lbl.gov/2015/04/16/major-advance-in-artificial-photosynthesis/>. [2015, 7 de agosto].
- Secretaría de Economía (2015). [en línea]. Comunidad de negocios. Minería. México en el Mundo. <http://www.economia.gob.mx/comunidad-negocios/mineria> [2015, 29 de agosto]
- Pradhan, N., Nathsarma, K.C., Srinivasarao, K., Sukla, L.B., Mishra, B.K. (2008). “Heap Bioleaching of chalcopyrite: a review”. *Minerals Engineering* 21: 355-365.

INEGI, 2014. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México). La minería en México 2014. Producción / Volumen de la producción minerometalúrgica por producto. Serie Anual 2008 a 2013.

Harry R. Allcock, Introduction to materials chemistry, wiley, 2011.

Bhattacharyya Santanu, Patra Amitava (2014), Interactions of π -conjugated polymers with inorganic nanocrystals, *Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews*, 20 51–70.

17. ANEXOS

17.1 Encuesta a empleadores.



UNIVERSIDAD JUAREZ DEL ESTADO DE DURANGO

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

ENCUESTA PARA EMPLEADORES



I. Datos Generales de la Empresa u Organización

Fecha _____

- Nombre de la empresa y giro de la misma _____
- Dirección: (calle/núm./CP/Municipio/Estado/ _____
- E-mail y página web: _____
- Tel. y/o fax: _____
- Nombre del empleador: _____
- Cargo: Director General () Gerente () Jefe de Departamento () De Cuál? _____
 Dueño de la empresa/ Laboratorio () Otro _____

II. Situación laboral de los empleados

- ¿Cuántos [Ing. en Ciencias de Materiales (ICM) o Ing. Metalúrgicos] laboran en el centro de trabajo? _____
- ¿De qué institución son egresados? UNAM () UJED () U de NL () U de Coahuila ()
 Otro(s) _____
- ¿Cuál es en promedio la antigüedad laboral de los [ICM o Ing. Metalúrgicos] que laboran en el centro de trabajo?
 () 0 – 5 años () 6 – 10 años () 11 – 15 años () 16 ó más años
- ¿Cuáles son las características profesionales que se prefieren para contratar a los [ICM o Ing. Metalúrgicos]?
 () Grado académico: () Licenciatura () Especialidad () Maestría () Doctorado
 () Experiencia profesional del programa educativo en general.
 () Experiencia profesional en el área de desempeño laboral demandada.
 () Titulado
 () Otro (especifique): _____
- Señale el número de [ICM o Ing. Metalúrgicos] que se encuentran laborando en cada uno de los tipos de contratación que a continuación se enlistan.
 _____ Interinato. _____ Base _____ Confianza. _____ Contrato.
 _____ Otro (anote el tipo de contratación al que se refiera): _____
- Considerando los requerimientos de los puestos que desempeñan los [ICM o Ing. Metalúrgicos], ¿qué conocimientos recomendaría se les proporcionaran durante su formación en la Universidad?
 () Metalurgia física () Biotecnología () Metalurgia extractiva y caracterización de minerales
 () Ingeniería ambiental () Físicoquímica () Materiales avanzados () Control de procesos
 () Análisis instrumental () Materiales cerámicos () Polímeros () Electroquímica
 () Química de materiales () Biomateriales () Nanomateriales () Tratamiento de residuos
 () Otros (especifique) _____
- ¿Cuáles son las posibilidades de contratación de futuros Maestros en Ciencias en el centro de trabajo? Y en cual área?

8 ¿Cuáles son los factores que determinan la promoción laboral de los [ICM o Ing. Metalúrgicos] en el centro de trabajo?

- () Grado Académico () Actualización () Experiencia Laboral () Valores
 () Otro(s): _____

9. ¿Cuáles son algunas dificultades que se han presentado en el desempeño de los [ICM o Ing. Metalúrgicos] en este centro de trabajo?

- () Falta de Conocimientos () Falta de Valores () Sin destreza en el manejo de Equipo
 () Otro(s): _____

III Educación continua de los egresados de la Maestría en Ciencias

1. Del siguiente listado de habilidades, actitudes y valores seleccione (marque con una cruz) el grado de exigencia que requiere su empresa /dependencia del (ICM o Ing. Metalúrgicos).

COMPETENCIAS REQUERIDAS	Ninguna exigencia	Poca exigencia	Moderada exigencia	Mucha exigencia
1. Manejo de software				
2. Inglés				
3. Habilidades para el manejo de recursos humanos				
4. Habilidad para proporcionar asesoría especializada				
5. Habilidad para brindar una adecuada atención al cliente				
6. Habilidades para la aplicación del conocimiento (diagnóstico, experimentación, planeación, evaluación).				
7. Habilidades para la comunicación oral, escrita y gráfica.				
8. Creatividad e inventiva.				
9. Razonamiento lógico y analítico.				
10. Habilidad para la toma de decisiones.				
11. Habilidad para procesar y utilizar información.				
12. Habilidad para trabajar en equipo.				
13. Habilidad administrativa.				
14. Disposición para la educación continua.				
15. Habilidad para las relaciones públicas.				
16. Disponibilidad de horario.				
17. Con capacidad de iniciativa y de emprendedor.				
18. Honestidad				
19. Capacidad para trabajar bajo presión				
20. Habilidad para la generación de proyectos				
21.- Capacidad de adaptación al ambiente laboral				
22.- Habilidad para el manejo de equipo especializado				

IV. Cursos de capacitación y/o diplomados:

1. Que cursos de capacitación le gustaría que se ofrecieran para el apoyo a su institución o empresa?

- () Metalurgia física () Biotecnología () Metalurgia extractiva y caracterización de minerales
 () Ingeniería ambiental () Físicoquímica () Materiales avanzados () Control de procesos
 () Análisis instrumental () Materiales cerámicos () Polímeros () Electroquímica
 () Química de materiales () Biomateriales () Nanomateriales () Tratamiento de residuos
 () Otros (especifique) _____

V. Comentarios u observaciones:

Gracias por su colaboración.

17.2 Encuesta a estudiantes y candidatos potenciales a ingresar a la maestría.



UNIVERSIDAD JUAREZ DEL ESTADO DE DURANGO

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS



MAESTRÍA EN LAS ÁREAS DE CIENCIA DE MATERIALES Y/O METALURGIA

Encuesta elaborada para estudio de factibilidad, dirigido a Egresados del Nivel Superior

DATOS GENERALES

1.- Nombre: _____

2.- Fecha de Nacimiento: _____

3.- Dirección: _____

4.- Teléfono (casa y/o celular): _____

Estado civil: _____ Correo electrónico _____

5.- Últimos estudios realizados: (Especifique año de egreso y procedencia)

6.- En que área realizó los últimos estudios? (Subraya la indicada)

Ciencia de Materiales	Ingeniería Ambiental	Control de procesos
Metalurgia física	Biotecnología	Fisicoquímica
Electroquímica	Tratamiento de residuos	Nanomateriales
Ingeniería ambiental	Control de procesos	Análisis instrumental
Cerámicos	Polímeros	Mecánica Química
Biomateriales	Metalurgia extractiva	Minerales
Geología		
Otro(s).	_____	

7.- Por cuál de estas opciones obtuvo el grado de Licenciatura o Ingeniería?

Tesis con trabajo experimental Tesina Acreditación de materias de Maestría
Monografía Curso de Titulación Excelencia Académica Experiencia profesional
Otra _____

8.- ¿Trabaja? Sí No

Si la respuesta es **Si** favor de llenar lo siguiente Horario de trabajo: _____

Institución o dependencia de trabajo _____

9.- ¿Tiene interés en realizar estudios de posgrado? Sí No

Si la respuesta es **No** especifique porque? _____

INSTRUCCIONES: Contesta las preguntas de acuerdo a tu criterio personal, Colocando un número para cada opción en la línea considerando que **1 es la mejor Opción, 2 estaría en segundo término, 3 estaría en tercer lugar etc.** Si la pregunta requiere solamente que lo indique marca claramente la opción que corresponda.

10.- El motivo por el cual le gustaría realizar estudios de Posgrado es?

Superación profesional (Actualización) _____ Exigencias de mi trabajo _____

Obtener mejor salario _____ Me gusta la investigación _____

Otros motivos: ¿Cuáles? _____

11.- ¿Que estudios de posgrado le gustaría realizar?

Maestría _____ Doctorado _____ Especialidad _____

12.- ¿Le gustaría estudiar un Posgrado con un plan?

Profesionalizante Por investigación Otro: _____

13.- En que área le gustaría realizar sus estudios de Posgrado? (Subraya la indicada)

Ciencia de Materiales	Ingeniería Ambiental	Minerales
Metalurgia física	Biotecnología	Fisicoquímica
Electroquímica	Tratamiento de residuos	Geología
Ingeniería ambiental	Control de procesos	Análisis instrumental
Cerámicos	Polímeros	Nanotecnología
Química de materiales	Biomateriales	Metalurgia extractiva

Otro(s). _____

Especifique el porqué de esa área que eligió _____

14.- ¿Qué espera al concluir sus estudios de Posgrado?

15.- Cuanto tiempo dispone para realizar estudios de posgrado? _____

16.- ¿Qué plan de estudios considera es el más adecuado para Usted?

Escolarizado _____ **Flexible:** _____ **Otro Plan** _____

17.- En que horario le gustaría estudiar el Posgrado?

Por las mañanas de 8:00 - 13:00 Hrs. _____ Por las tardes de 16:00-20:00Hrs _____

Todo el día en horario Mixto _____ Otro plan _____

18.- ¿En qué periodos le gustaría cursar un Posgrado?

Trimestral _____ Semestral _____ Otro periodo _____

19.- ¿Dispone de tiempo para realizar su trabajo experimental en periodos vacacionales? Sí No

Si la respuesta es **No** especifique porque razón _____

20.- Estaría dispuesto a realizar estancias fuera del estado o del país para apoyar su trabajo experimental de tesis? Sí No

Si la respuesta es **No** especifique porque razón _____

21.- Podría realizar estancias por un tiempo de?

1 mes _____ 2 meses _____ 3 meses _____ 6 meses _____ Otro _____

22.- ¿Cuenta con recursos económicos para estudiar un Posgrado? Sí No

23.- El realizar estudios de posgrado implica gastos económicos, cuanto estaría dispuesto a destinar por semestre (indique la cantidad) _____

24.- ¿El obtener una beca lo estimularía a realizar estudios de posgrado, aunque éste fuera de tiempo completo? Sí No

Si la respuesta es **No** especifique porque razón _____

17.3 Resultado de encuestas

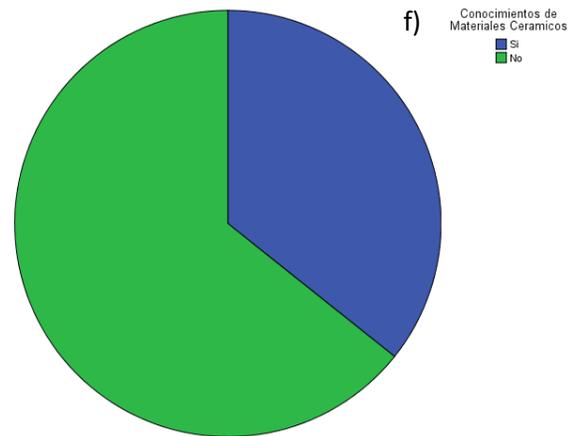
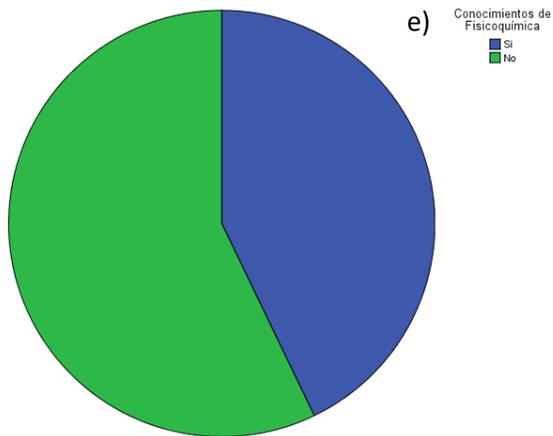
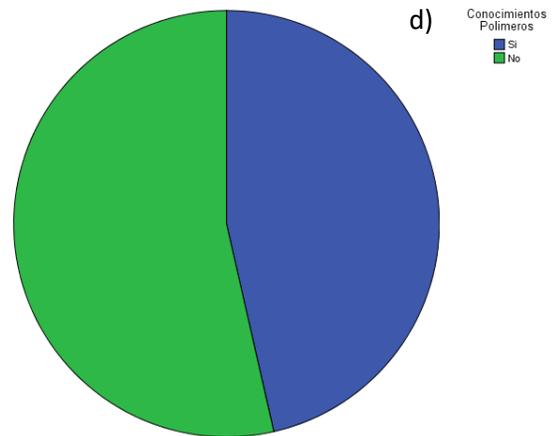
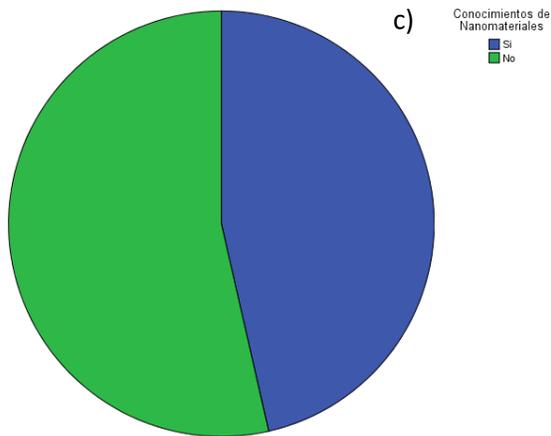
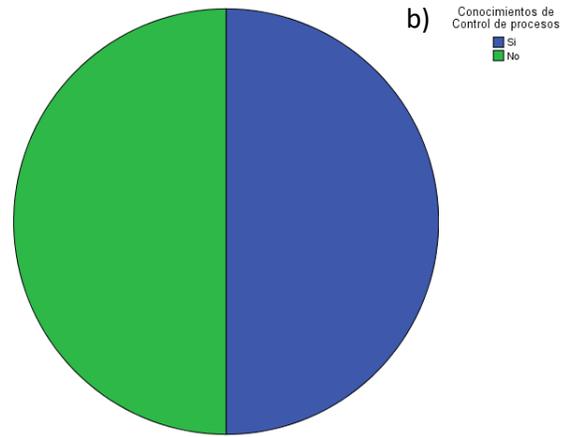
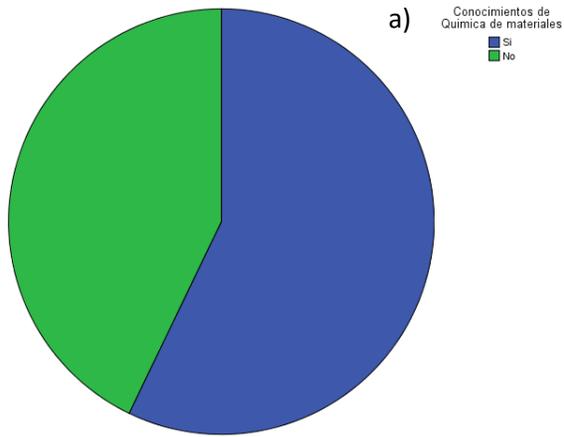
17.3.1 Encuesta aplicada a alumnos

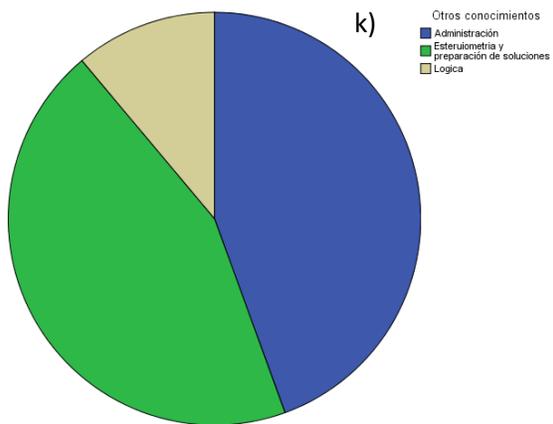
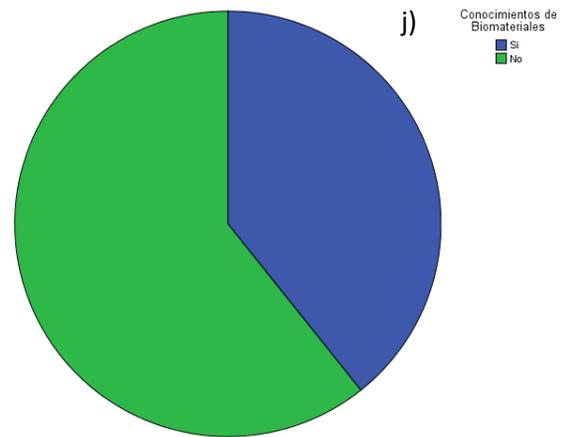
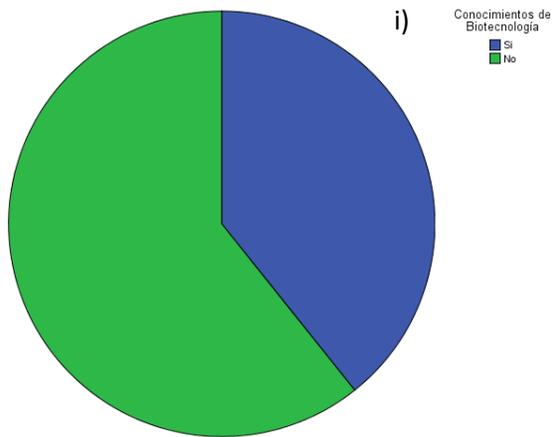
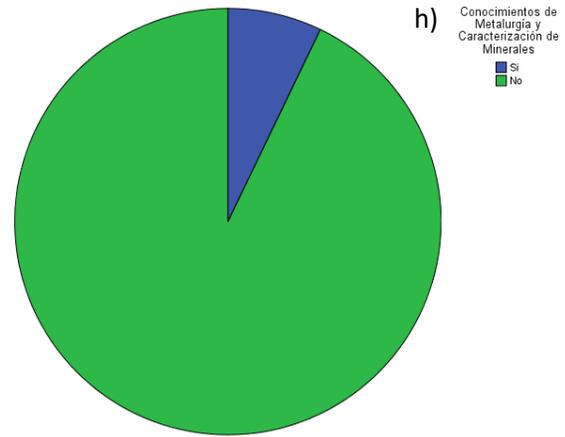
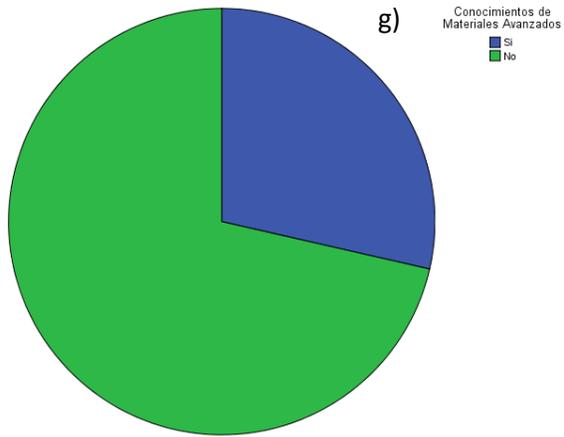
a) ¿Tiene interés en realizar estudios de posgrado?, b) Le gustaría estudiar una maestría, c) ¿Le gustaría estudiar un Posgrado con un plan?, d) ¿En qué área le gustaría realizar sus estudios de Posgrado?, e) ¿Estaría dispuesto a realizar estancias fuera del estado o del país para apoyar su trabajo experimental de tesis?, f) ¿El obtener una beca lo estimularía a realizar estudios de posgrado, aunque éste fuera de tiempo completo?.



17.3.2 Encuesta aplicada a empleadores

Considerando los requerimientos de los puestos que desempeñan los [ICM o Ing. Metalúrgicos], ¿qué conocimientos recomendaría se les proporcionaran durante su formación en la Universidad?





17.4 Evaluación al Tutor y Docente

Instrumentos para evaluar a Tutores y Docentes de los programas de Posgrado en Ciencias de la Facultad de Ciencias Químicas de la UJED.



INSTRUMENTO PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO EN LA TUTORÍA

MAESTRÍA EN BIOLOGÍA MOLECULAR Y CELULAR



EVALUACIÓN DE LA TUTORIA	Edición	1
	fecha	Marzo 2014
	Código	RFCQCTP01,B
	Página	1 de 2

NOMBRE DEL TUTOR _____ Fecha _____

Los valores son: (100 %) excelente, (90%) muy bien, (80%) bien, (70% o menos) pobre.

	PRE GUN TA	100	90	80	≤70
1. Muestra el tutor buena disposición para atender al tutorado ?	1				
2. La cordialidad y capacidad del tutor logra crear un clima de confianza para que el estudiante pueda exponer sus problemas?	2				
3. Trata el tutor con respeto y atención al tutorado?	3				
4. Muestra el tutor interés en los problemas académicos y personales que afectan el rendimiento del tutorado?	4				
5. Muestra el tutor disposición a mantener una comunicación permanente con el tutorado?	5				
6. El tutor tiene capacidad para orientar al estudiante en metodología y técnicas de estudio?	6				
7. Tiene el tutor capacidad para estimular el estudio independiente?	7				
8. Es fácil localizar al tutor que tiene asignado en los horarios establecidos para la tutoría?	8				
9. La orientación recibida de parte del tutor le ha permitido realizar una selección adecuada de cursos y créditos	9				
	10				
	11				
	12				

10. El tutor lo canaliza a las instancias adecuadas cuando tiene algún problema que rebasa su área de acción. **Solamente responda esta pregunta si lo ha requerido**

11. Su integración al posgrado ha mejorado con el programa de tutoría?

12. Es satisfactorio el programa de tutoría?

Elaboró Coordinador tutorial	VoBo del Coordinador Académico
-------------------------------------	---------------------------------------

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
PROGRAMA DE MAestrÍA EN BIOLOGÍA MOLECULAR Y CELULAR

EVALUACIÓN DEL PROFESORADO

Profesor: _____ Materia: _____

Semestre: _____

Aspectos generales:

1. Mi asistencia a las clases ha sido	< 5% <input type="checkbox"/>	5-30% <input type="checkbox"/>	30-50% <input type="checkbox"/>	50-80% <input type="checkbox"/>	>80% <input type="checkbox"/>
2. El profesor me ha impartido los créditos teóricos	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>			
3. He realizado exámenes con este profesor	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>			
	Cuantos? <input type="checkbox"/>				

NS/NC: No Sabe/No Contesta; MD: Muy en Desacuerdo; D: en Desacuerdo; N: Neutral; A: de Acuerdo; MA: Muy de Acuerdo

I. PLANIFICACIÓN	NS/NC	Sí	No			
I.1. El profesor me ha proporcionado el programa y los objetivos de la asignatura?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
I.2. He sabido con anticipación los criterios para la corrección de exámenes?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
II. DESARROLLO TEÓRICO DE LA ASIGNATURA	NS/NC	MD	D	N	A	MA
II.1. Lo explicado en clase se ha correspondido con el programa y los objetivos propuestos para la asignatura?	<input type="checkbox"/>					
II.2. El profesor ha explicado con claridad los contenidos teóricos de la asignatura?	<input type="checkbox"/>					
II.3. El profesor ha utilizado recursos didácticos (transparencias, medios audiovisuales, informáticos, etc.) que me han ayudado a comprender los contenidos?	<input type="checkbox"/>					
II.4. La bibliografía de la asignatura me ha sido útil para el desarrollo de la asignatura?	<input type="checkbox"/>					
III. DESARROLLO PRÁCTICO DE LA ASIGNATURA	NS/NC	MD	D	N	A	MA
III.1. Lo explicado en prácticas se ha correspondido con el programa y los objetivos propuestos para la asignatura?	<input type="checkbox"/>					
III.2. El profesor ha explicado con claridad los contenidos prácticos de la asignatura?	<input type="checkbox"/>					
III.3. El profesor ha utilizado recursos didácticos (ordenadores, laboratorios, etc.) que me han ayudado a comprender los contenidos?	<input type="checkbox"/>					
III.4. Las actividades prácticas me han sido útiles para afianzar los contenidos teóricos?	<input type="checkbox"/>					
IV. PROFESIONALIDAD	NS/NC	MD	D	N	A	MA
IV.1 El profesor ha cumplido el horario de las clases?	<input type="checkbox"/>					
IV.2 Me ha resultado fácil acceder al profesor para realizar asesorías?	<input type="checkbox"/>					
IV.3 Me ha resultado útil la ayuda del profesor en la asesoría?	<input type="checkbox"/>					
IV.4 El profesor ha favorecido la participación en clase?	<input type="checkbox"/>					
IV.5 El profesor ha despertado mi interés por los distintos temas de la asignatura?	<input type="checkbox"/>					
IV.6 El profesor respeta el horario y fecha de los exámenes parciales?	<input type="checkbox"/>					
IV.7 El profesor realiza los exámenes dentro de su horario de clase?	<input type="checkbox"/>					

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
PROGRAMA DE MAestrÍA EN BIOLOGÍA MOLECULAR Y CELULAR

V. EVALUACIÓN	NS/NC	MD	D	N	A	MA
V.1 La evaluación se ha ajustado a los contenidos trabajados durante el curso	<input type="checkbox"/>					
V.2 He tenido la posibilidad de conocer los errores cometidos en los exámenes	<input type="checkbox"/>					
V.3 Me he sentido evaluado correctamente por este profesor	<input type="checkbox"/>					
VI. VALORACIÓN FINAL	NS/NC	MD	D	N	A	MA
VI.1 En general, estoy satisfecho con la labor docente de este profesor	<input type="checkbox"/>					