



UNIVERSIDAD DE COLIMA
Coordinación General de Docencia

EDUCACIÓN DE POSGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

Plan de estudios:
DOCTORADO EN CIENCIAS QUÍMICAS (DIRECTO)

Vigencia a partir de: **agosto de 2010**

Clave: **D613**

Total de créditos requeridos: **210**

Créditos de asignaturas obligatorias: **162**

Créditos de asignaturas optativas: **48**

Clave	Asignaturas obligatorias	HCA	HTI	TAA	Créditos
1	Estructura de la materia	60	68	128	8
2	Química-física avanzada	60	68	128	8
3	Laboratorio de investigación I	32	160	192	12
4	Laboratorio de investigación II	32	160	192	12
5	Laboratorio de investigación III	32	160	192	12
6	Laboratorio de investigación IV	32	160	192	12
7	Laboratorio de investigación V	32	160	192	12
8	Seminario de investigación I	32	64	96	6
9	Seminario de investigación II	32	96	128	8
10	Seminario de investigación III	32	96	128	8
11	Seminario de investigación IV	32	96	128	8
12	Seminario de investigación V	32	96	128	8
13	Seminario de investigación VI	32	96	128	8
14	Seminario de investigación VII	32	288	320	20
15	Seminario de investigación VIII	32	288	320	20

Referencias:

Cada hora de actividad de aprendizaje equivale a 0.0625 de crédito.

HCA: Horas/semestre bajo la conducción de un académico.

HTI: Horas/semestre de trabajo independiente.

TAA: Total de horas de actividades de aprendizaje.

Los créditos optativos podrán cubrirse con asignaturas contempladas en la relación anexa al presente plan de estudios, misma que podrá modificarse en función de las actualizaciones curriculares que periódicamente se realicen. También podrán otorgarse créditos optativos por la realización de estancias de investigación o laborales y actividades de movilidad académica.

Es requisito para cursar este plan de estudios tener título de químico farmacéutico biólogo, ingeniero químico, ingeniero metalúrgico, ingeniero en alimentos, ingeniero ambiental o carrera afín.

Para obtener el certificado de estudios del **Doctorado en Ciencias Químicas (directo)** es necesario cubrir **210 créditos**.

Para obtener el **Grado de Doctor (a) en Ciencias Químicas**, el aspirante deberá cumplir con los requisitos señalados en el Reglamento Escolar de Posgrado vigente.

Estudia* Lucha* Trabaja
Colima, Col., a 13 de agosto de 2010.



UNIVERSIDAD
DE COLIMA
RECTORIA

M. C. Miguel Ángel Aguayo López
Rector



UNIVERSIDAD
DE COLIMA
COORDINACION
GENERAL DE DOCENCIA

Dr. Juan Carlos Yáñez Velasco
Coordinador General de Docencia

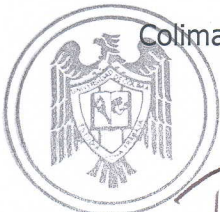
ANEXO 1. RELACIÓN DE ASIGNATURAS OPTATIVAS

CLAVE	ASIGNATURAS OPTATIVAS	HCA	HTI	TAA	CRÉDITOS
16	Caracterización de materiales	60	68	128	8
17	Difracción de rayos-X	60	68	128	8
18	Electroquímica avanzada	60	68	128	8
19	Espectroscopia	60	68	128	8
20	Química computacional	60	68	128	8
21	Química cuántica avanzada	60	68	128	8
22	Química de coordinación	60	68	128	8
23	Química de polímeros	60	68	128	8
24	Química orgánica avanzada	60	68	128	8
25	Química organometálica	60	68	128	8
26	Síntesis orgánica	60	68	128	8
27	Álgebra lineal	64	64	128	8
28	Biorreactores	60	68	128	8
29	Cinética y catálisis	60	68	128	8
30	Control no lineal	64	64	128	8
31	Control inteligente	64	64	128	8
32	Dinámica de fluidos computacionales	64	64	128	8
33	Instrumentación virtual	64	64	128	8
34	Programación científica en FORTRAN	60	68	128	8
35	Simulación de procesos químicos	60	68	128	8
36	Sistemas lineales	64	64	128	8
37	Sistemas no lineales	64	64	128	8
38	Bioinformática	60	68	128	8
39	Biología molecular avanzada	60	68	128	8
40	Bioquímica avanzada	60	68	128	8
41	Biotecnología de proteínas	60	68	128	8
42	Diseño de fármacos	60	68	128	8
43	Ecotoxicología	60	68	128	8
44	Farmacología avanzada	60	68	128	8
45	Proteómica	60	68	128	8
46	Química ambiental I	60	68	128	8
47	Química ambiental II	60	68	128	8
48	Química analítica avanzada	60	68	128	8
49	Química combinatoria	60	68	128	8
50	Quimiometría	60	68	128	8

NÚMERO	ASIGNATURAS OPTATIVAS	HCA	HTI	TAA	CRÉDITOS
51	Temas selectos I	60	68	128	8
52	Temas selectos II	60	68	128	8

ESTUDIA*LUCHA*TRABAJA

Colima, Col., a 13 de agosto de 2010



DR. JUAN CARLOS YÁÑEZ VELAZCO
COORDINADOR GENERAL DE DOCENCIA

UNIVERSIDAD
DE COLIMA
COORDINACIÓN
GENERAL DE DOCENCIA

UNIVERSIDAD DE COLIMA
COORDINACIÓN GENERAL DE DOCENCIA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

NOMBRE DEL POSGRADO:

DOCTORADO EN CIENCIAS QUÍMICAS (DIRECTO)

OBJETIVO GENERAL:

Formar Doctores en Ciencias Químicas competentes con conocimientos y habilidades suficientes que les permita plantear, proponer, desarrollar y dirigir proyectos de investigación original, individual o en grupos multidisciplinarios en beneficio de los sectores industrial, de salud y ambiental.

DURACIÓN: 10 semestres

MODALIDAD: Presencial

PERFIL DEL ASPIRANTE:

El aspirante a ingresar en el nivel de doctorado deberá tener las siguientes características:

- Formación profesional previa en el área de ciencias químicas o ciencias afines: entre otras: física, matemáticas, biología, medicina; en función de la línea de investigación a la que se pretenda integrar.
- Capacidad de análisis y síntesis para identificar e interpretar información, solucionar problemas y tomar decisiones.
- Disposición para el trabajo en equipo.
- Interés, responsabilidad y constancia para el trabajo científico.
- Facilidad de comunicación oral y escrita.
- Actitud crítica y reflexiva hacia el conocimiento.
- Comprensión de lectura en inglés.

PERFIL DEL EGRESADO:

El egresado del programa de Doctorado tendrá una sólida formación en Ciencias Químicas y en investigación, con los conocimientos y habilidades necesarias para:

- Planear y desarrollar investigaciones originales
- Organizar y dirigir grupos interdisciplinarios de investigación que le permitan producir avances importantes en el conocimiento científico.
- Proponer, elaborar y gestionar proyectos de investigación científica de calidad, tanto en aspectos conceptuales como operativos.
- Formular y coordinar proyectos de investigación.
- Formar recursos humanos a nivel de licenciatura y posgrado.
- Generar y difundir el conocimiento derivado de la investigación.
- Solucionar problemas de las empresas vinculadas con las ciencias químicas, a nivel regional y nacional.

Poseerá los conocimientos, la actitud, las habilidades y los valores para:

- Ejercer su práctica con apego a la ética profesional.
- Trabajar en grupos multidisciplinarios
- Comprometerse con la institución, con la comunidad y con el país.
- Mostrar iniciativa para resolver problemas.
- Asumir liderazgo en el desarrollo de la industria química.



ESTUDIA*LUCHA*TRABAJA

Colima, Col., a 13 de agosto de 2010

UNIVERSIDAD
DE COLIMA
COORDINACIÓN
GENERAL DE DOCENCIA

DR. JUAN CARLOS YÁÑEZ VELAZCO

COORDINADOR GENERAL DE DOCENCIA

SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR

DIRECCIÓN GENERAL DE PROFESIONES



SECRETARÍA
DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

ACUERDO DE ENMIENDA AL REGISTRO PARA LA ADICIÓN DE ESTUDIOS DE TIPO SUPERIOR.

Con fundamento en los artículos 10, 23 fracciones X y XIV de la Ley Reglamentaria del Artículo 5° Constitucional, Relativo al Ejercicio de las Profesiones en el Distrito Federal, 9° incisos a), b), c) y d), 18, 22 fracciones I y VI de su Reglamento, en atención a la solicitud de Enmienda al Registro de la **UNIVERSIDAD DE COLIMA**, con número de expediente 06-00008 y domicilio en Av. Universidad No. 333, Col. Las Víboras, C.P. 28040, Colima, Col., Tel. (01-312) 3-16-10-33, se ha tenido a bien dictar el siguiente -----

ACUERDO:

PRIMERO.- Se aprueba el Dictamen de Enmienda al Registro correspondiente. -----

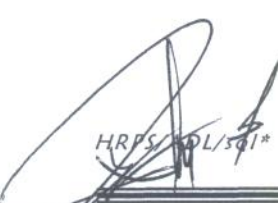
SEGUNDO.- La vigencia del presente Acuerdo, estará condicionada a la observancia de las obligaciones preceptuadas en los artículos 55 de la Ley Reglamentaria del Artículo 5° Constitucional, Relativo al Ejercicio de las Profesiones en el Distrito Federal, 9° y 20 de su Reglamento. -----

TERCERO.- Inscribáse en la Sección Primera del Libro 71-XXII de Instituciones Educativas, a foja 59, el presente Acuerdo de Enmienda al Registro de la **UNIVERSIDAD DE COLIMA**, para la adición de los estudios de **MAESTRÍA EN CIENCIAS QUÍMICAS** (Clave DGP 515507), así como **DOCTORADO EN CIENCIAS QUÍMICAS** (Clave DGP 515602). -----

CUARTO.- Notifíquese. -----

México, D.F., a 17 de mayo del 2005.
"SUFRAGIO EFECTIVO. NO REELECCIÓN"
DIRECTOR DE AUTORIZACIÓN Y
REGISTRO PROFESIONAL


LIC. JOSÉ LUIS LOBATO ESPINOSA


HRPS/CDL/sol*



SECRETARÍA
DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR

DIRECCIÓN GENERAL DE PROFESIONES

DICTAMEN DE ENMIENDA AL REGISTRO PARA LA ADICIÓN DE ESTUDIOS DE TIPO SUPERIOR.

DIRECTOR DE AUTORIZACIÓN
Y REGISTRO PROFESIONAL Y
P R E S E N T E .

Con relación a la solicitud de Enmienda al Registro presentada por el LIC. FRANCISCO RUBÉN GUZMÁN PÉREZ, Director de Titulación y Registro Profesional de la UNIVERSIDAD DE COLIMA, con número de expediente 06-00008 y domicilio en Av. Universidad No. 333, Col. Las Víboras, C.P. 28040, Colima, Col., Tel. (01-312) 3-16-10-33, para la adición de los estudios de **MAESTRÍA EN CIENCIAS QUÍMICAS**, así como **DOCTORADO EN CIENCIAS QUÍMICAS**, se hace de su conocimiento que se ha integrado a su expediente la siguiente ----

D O C U M E N T A C I Ó N :

- 1.- Solicitud debidamente requisitada (Tomo I, Anexo II, fojas 48-49). -----
- 2.- Planes de estudio de las carreras materia del presente dictamen, avalados por la Universidad de Colima, a través de la Coordinación General de Docencia (Tomo II, Anexo II, fojas 184-186). -----
- 3.- Copia certificada del Acuerdo Número 5 de 2004, mediante el cual se establecen los estudios de **Maestría en Ciencias Químicas**, así como de **Doctorado en Ciencias Químicas**, que se imparten en la Facultad de Ciencias Químicas, dependiente de la **Universidad de Colima**, cabe hacer mención, que el *Doctorado en Ciencias Químicas*, es un programa de doctorado directo desde la Licenciatura, con opción a maestría, según se establece en el Artículo Tercero, del acuerdo ya mencionado (Tomo I, Anexo II, fojas 38-39). -----
- 4.- Formatos cancelados, debidamente protegidos con el sello oficial de la autoridad competente, de: Certificado de Estudios, Acta de Examen Profesional, Constancia de Servicio Social y Título Profesional (Tomo III, fojas 169 y 174-177). -----
- 5.- Catálogo de sellos y firmas, protegido igualmente con el sello oficial de la autoridad competente (Tomo III, foja 152-157 y 170-172). -----
- 6.- Comprobante de pago de Derechos Federales (Tomo I, Anexo II, foja 47): -----

S. S. P.
DIRECCIÓN GENERAL DE PROFESIONES
DIRECCIÓN DE AUTORIZACIÓN Y REGISTRO PROFESIONAL
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

... 2



SECRETARÍA
DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE PROFESIONES

- 2 -

Cumplidos los requisitos legales, procede formular los siguientes -----

CONSIDERANDOS:

- 1.- Que la Institución solicitante satisface los requisitos de la Ley en la Materia. -----
- 2.- Que la **Universidad de Colima** fue registrada en esta Dirección General, en la Sección Primera del Libro 71-II de Instituciones Educativas, a foja 161, con fecha 18 de enero de 1977. -----
- 3.- Que la Institución Educativa de referencia **SÍ** podrá expedir **Grados Académicos**, según se establece en el Artículo 5º fracción V, de la Ley Orgánica, de la Casa de Estudios que nos ocupa (Tomo Anexo). -----
- 4.- Que la Institución acredita contar con autorización para impartir estudios de **Tipo Superior**. -----
- 5.- Que la documentación presentada del Plantel Educativo de referencia, contiene la denominación asentada en el plan de estudios vigente. Los Grados Académicos se expedirán como **MAESTRO EN CIENCIAS QUÍMICAS** y **DOCTOR EN CIENCIAS QUÍMICAS**; asimismo, las cédulas correspondientes se emitirán con la nomenclatura de **MAESTRÍA EN CIENCIAS QUÍMICAS** y **DOCTORADO EN CIENCIAS QUÍMICAS**. -----

Vistos los documentos que obran en el expediente y los anteriores considerandos, con fundamento en la Ley Reglamentaria del Artículo 5º Constitucional, se somete a consideración el siguiente -----

RESOLUTIVO:

ÚNICO.- Es procedente la Enmienda al Registro de la **UNIVERSIDAD DE COLIMA**, con número de expediente 06-00008, para la adición de los estudios de **MAESTRÍA EN CIENCIAS QUÍMICAS** (Clave DGP 515507), así como **DOCTORADO EN CIENCIAS QUÍMICAS** (Clave DGP 515602), lo anterior a efecto de que se sirva acordar lo conducente.

México, D.F., a 17 de mayo del 2005.

VISTO BUENO
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE
INSTITUCIONES EDUCATIVAS

C. HUGO RODOLFO PÉREZ SALINAS



DIRECCIÓN GENERAL DE PROFESIONES
DIRECCIÓN DE REGISTRO Y
REGISTRO PROFESIONAL

DICTAMINADORA

SOLEDAD ENGUILO GONZÁLEZ



UNIVERSIDAD DE COLIMA
RECTORÍA



Acuerdo No 10 de 2010, que reestructura la Maestría en Ciencias Fisiológicas y los Doctorados en Ciencias Fisiológicas y Ciencias Químicas.

A LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA:

El Rector de la Universidad de Colima, en ejercicio de las facultades que le confieren las fracciones X y XII del Artículo 27 y el Artículo 29 de la Ley Orgánica de la propia Institución y

CONSIDERANDO:

PRIMERO.- Que mediante el Acuerdo de Rectoría No. 9 de 2003 se actualizó el plan de estudios de la Maestría y Doctorado en Ciencias Fisiológicas, programa de amplia trayectoria y reconocimiento en la Universidad, y que mediante el Acuerdo de Rectoría No. 5 de 2004 se creó el Doctorado en Ciencias Químicas.

SEGUNDO.- Que se realizó una evaluación a los planes de estudios de la Maestría y Doctorado en Ciencias Fisiológicas, y del Doctorado en Ciencias Químicas (directo), considerando las políticas y lineamientos institucionales en torno a su factibilidad y pertinencia, así como las políticas para el posgrado a nivel nacional dictadas por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

TERCERO.- Que como resultado de la evaluación se decidió reestructurar la maestría y los doctorados, considerando que en la actualidad se requieren planes de estudios flexibles e innovadores, acordes con las necesidades sociales y en consonancia con los principios del modelo educativo institucional para la formación del más alto nivel de maestros y doctores en ciencias.

CUARTO.- Que una vez presentados ante las instancias correspondientes los planes de estudios elaborados por sendos comités curriculares, se observó que cumplen con los propósitos de la política educativa rectora de esta Institución, he tenido a bien expedir el siguiente.



ACUERDO:

ARTÍCULO PRIMERO.- Se reestructura el plan de estudios de la Maestría en Ciencias Fisiológicas y el Doctorado en Ciencias Fisiológicas, con los siguientes objetivos:

Para la Maestría en Ciencias Fisiológicas: formar maestros en ciencias fisiológicas con un bagaje teórico suficiente para participar en equipos de investigación en las áreas biológica y biomédica, a través de la adquisición de conocimientos y habilidades básicas y de vanguardia en el área de las ciencias fisiológicas con apego a normas éticas y de bioseguridad.

Para el Doctorado en Ciencias Fisiológicas: formar recursos humanos con un alto nivel académico capaces de realizar investigación científica original, de aplicar el conocimiento y ejercer actividades de docencia de calidad en la licenciatura y el posgrado en el área de las ciencias fisiológicas o farmacológicas.

ARTÍCULO SEGUNDO.- Se responsabiliza a la Facultad de Medicina de la implementación de la Maestría y Doctorado en Ciencias Fisiológicas, con la participación del Centro Universitario de Investigaciones Biomédicas para su operación, bajo la supervisión de la Dirección General de Posgrado.

ARTÍCULO TERCERO.- Se reestructura el plan de estudios del Doctorado Directo en Ciencias Químicas, que tiene como objetivo formar recursos humanos con conocimientos y habilidades suficientes en Ciencias Químicas para proponer, desarrollar y dirigir investigación original, individual o en grupos multidisciplinarios en beneficio de los sectores industrial, de salud y ambiental.

ARTÍCULO CUARTO.- Se liquida el plan de estudios de Doctorado en Ciencias Químicas (directo) vigente a partir de agosto de 2004, con la clave D607. La liquidación de este plan de estudios no afecta gestiones administrativas de los egresados de dichos programas.

ARTÍCULO QUINTO.- Se responsabiliza a la Facultad de Ciencias Químicas de la implementación del Doctorado Directo en Ciencias Químicas, bajo la supervisión de la Dirección General de Posgrado.



UNIVERSIDAD DE COLIMA
RECTORÍA



T R A N S I T O R I O:

ÚNICO.- El presente Acuerdo entrará en vigor a partir de la fecha de su aprobación por el H. Consejo Universitario.

Dado en la ciudad de Colima, capital del Estado del mismo nombre, a los dos días del mes de septiembre de dos mil diez.

A T E N T A M E N T E.
ESTUDIA-LUCHA-TRABAJA
EL RECTOR

M. en C. MIGUEL ÁNGEL AGUAYO LÓPEZ

DOCTORADO DIRECTO EN CIENCIAS QUIMICAS



DOCUMENTO CURRICULAR- 2010

FAC. DE CIENCIAS QUÍMICAS, - UNIVERSIDAD DE COLIMA
CAMPUS COQUIMATLÁN

KM 9 CARRETERA COLIMA COQUIMATLAN, Tel. (Fax) 312 316 1163.

DIRECTORIO

M.C. Miguel Ángel Aguayo López

Rector

Dr. Ramón Cedillo Nakay

Secretario General

Dr. Juan Carlos Yáñez Velazco

Coordinador General de Docencia

Dra. Sara Griselda Martínez Covarrubias

Directora General de Posgrado

M. C. Daniel Jaramillo Cano

Director de la Facultad de Ciencias Químicas

Dra. Ana Lilia Peraza Campos

Coordinadora del Doctorado en Ciencias Químicas

DOCTORADO DIRECTO EN CIENCIAS QUIMICAS.....	1
DIRECTORIO.....	2
DATOS GENERALES.....	5
1 FUNDAMENTACIÓN	6
1.1 ANTECEDENTES.....	6
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL POSGRADO.....	8
1.3 PERTINENCIA.....	9
2 MISIÓN, VISIÓN Y METAS DEL PROGRAMA.....	12
2.1 MISIÓN	12
2.2 VISIÓN DEL PROGRAMA.....	12
2.3 METAS DEL PROGRAMA	12
3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROGRAMA.....	14
4 LÍNEAS DE GENERACIÓN Y APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO DEL NÚCLEO ACADÉMICO BÁSICO	17
4.1 DESCRIPCIÓN	17
4.2 INFRAESTRUCTURA PARA DESARROLLO DE LAS LGAC.....	20
5 OBJETIVOS	23
5.1 OBJETIVO GENERAL	23
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
6 PERFIL DEL EGRESADO	24
7 CAMPO DE TRABAJO DEL EGRESADO.....	25
8 PERFIL DE INGRESO	25
9 REQUISITOS ACADÉMICOS Y ADMINISTRATIVOS	26
9.1. DE INGRESO.....	26
9.2. DE PERMANENCIA	26
9.3. DE EGRESO	27
9.4. RECONOCIMIENTO ACADÉMICO QUE SE OTORGA.....	28
9.5. EQUIVALENCIA CON EL PROGRAMA ANTERIOR	28
10 ESTRUCTURA CURRICULAR.....	30
10.1. DURACIÓN DE LOS ESTUDIOS	30
10.2. ACTIVIDADES FORMATIVAS	31
11 PLAN DE ESTUDIOS.....	45
12 MAPA CURRICULAR.....	48
13 PROGRAMAS DE LOS CURSOS	49
ASIGNATURAS OBLIGATORIAS	49
Asignaturas teórico básicas	49
Asignaturas de investigación.....	49
Estructura de la materia	50
Química – física avanzada	54
Seminario de investigación I - VIII	57
Laboratorio de investigación I – V	62

ASIGNATURAS OPTATIVAS	64
Área química.....	64
Caracterización de materiales.....	65
Difracción de rayos-X.....	68
Electroquímica avanzada.....	71
Espectroscopia.....	74
Química computacional.....	78
Química cuántica avanzada.....	81
Química de coordinación.....	85
Química de polímeros.....	89
Química orgánica avanzada.....	92
Química organometálica.....	95
Síntesis orgánica.....	98
ASIGNATURAS OPTATIVAS	102
ÁREA PROCESOS.....	102
Álgebra lineal*.....	103
Biorreactores.....	107
Cinética y catálisis.....	110
Control no lineal*.....	113
Control inteligente*.....	116
Dinámica de fluidos computacional*.....	120
Instrumentación virtual*.....	123
Programación científica en FORTRAN.....	126
Simulación de procesos químicos.....	128
Sistemas lineales*.....	131
Sistemas no lineales*.....	134
ASIGNATURAS OPTATIVAS	137
Área química biológica.....	137
Bioinformática.....	138
Biología molecular avanzada.....	142
Bioquímica avanzada.....	145
Biotecnología de proteínas.....	148
Diseño de fármacos.....	151
Ecotoxicología.....	154
Farmacología avanzada.....	157
Proteómica.....	161
Química ambiental I.....	164
Química ambiental II.....	167
Química analítica avanzada.....	170
Química combinatoria.....	174
Quimiometría.....	177
TEMAS SELECTOS	180
Temas Selectos I Y II.....	181
14 EVALUACIÓN CURRICULAR	183

DATOS GENERALES

Sede:	FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS.
Nombre del programa:	DOCTORADO DIRECTO EN CIENCIAS QUÍMICAS
Duración máxima:	10 semestres
Grado ofrecido:	DOCTOR EN CIENCIAS.
Vigencia del programa:	DESDE MARZO DE 2004
Coordinadora:	DRA. ANA LILIA PERAZA CAMPOS.
Integrantes del comité curricular:	• DR. FRANCISCO JAVIER MARTÍNEZ MARTÍNEZ • DR. ZEFERINO GÓMEZ SANDOVAL. • DR. ÁNGEL ANDRÉS RAMOS ORGANILLO. • DR. JULIO HERNÁNDEZ DÍAZ. • DR. VRANI IBARRA JUNQUERA. • DRA. LAURA LETICIA VALDEZ VELÁZQUEZ

1 Fundamentación

1.1 Antecedentes.

En 2004, la creación del programa del Doctorado en Ciencias Químicas surgió como propuesta para la formación de científicos, considerando cuatro áreas de formación: Ambiental, Farmacia, Materiales y Química Molecular. Esta propuesta se fundamentó a partir de la integración de un grupo sólido de investigadores, y se caracteriza por tener la participación de profesores de varias Dependencias de Educación Superior (DES) de la Universidad de Colima; los profesores del núcleo básico se encuentran ubicados en: Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Facultad de Ciencias y Facultad de Ciencias Químicas, siendo esta última la sede del programa.

Entonces el núcleo básico estaba formado por 12 profesores, todos con el grado de doctor, el 17% se encontraba incorporados al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), y 58% tenía el perfil deseable del Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP) del Secretaria de Educación Pública (SEP). Desde entonces, la Universidad continuó con el objetivo de contratar jóvenes recién doctorados para el fortalecimiento del programa, lo cual ha permitido consolidar la planta docente. En 2008, el programa sufrió la fatal pérdida, de uno de sus más valiosos profesores con experiencia en el ámbito ambiental, el Dr. Alejandro Meyer. Estos cambios generaron una dinámica de reorganización de la planta docente. Actualmente, la planta docente está conformada por doce doctores que pertenecen al núcleo básico, más cuatro doctores que apoyan al programa, todos son profesores-investigadores de tiempo completo de la Universidad de Colima y tienen el reconocimiento de perfil PROMEP. Diez pertenecen al SNI: uno es candidato y nueve tienen el nivel I.

Todos los profesores participan en diversos cuerpos académicos (PROMEP-SEP) de la Universidad de Colima. Esto muestra la productividad por parte de la planta académica. El programa de doctorado se ha visto fortalecido con las estancias de profesores visitantes de diferentes instituciones nacionales; tres profesores en estancias sabáticas, en el periodo 2004-2005, y tres investigadores posdoctorales, en el periodo 2007 – 2009. Además desde el 2004 hasta la fecha, todos los semestres se han impartido cursos extracurriculares con investigadores nacionales e internacionales altamente reconocidos. En 2006, la proporción estudiante de doctorado/profesor era del 70% y en estos años se ha incrementado, alcanzando una relación aproximadamente de dos.

Recapitulando lo obtenido del trabajo de todos los integrantes del programa en estos últimos años:

- a) Se intensifica la calidad docente de la licenciatura, porque todos los profesores investigadores del programa imparten cursos en ambos niveles y ahora algunos profesores de la licenciatura y del bachillerato en la universidad se han incorporado como estudiantes del doctorado, tal como se propuso al inicio del programa.
- b) Se promueven y se ofertan cursos de capacitación y otras actividades formativas extracurriculares a diversos sectores de la población, por ejemplo se ha impartieron cursos a profesores de bachillerato, secundaria y primaria, a estudiantes de licenciatura y de bachillerato.
- c) Se incorporan estudiantes de licenciatura al trabajo en los diferentes proyectos de investigación, estos estudiantes han efectuado prácticas profesionales, trabajos de servicio social, verano de investigación y de seminario de investigación de varias áreas en licenciatura, logrando una mayor integración entre cursos y laboratorios. Los estudiantes de doctorado han participado como coasesores en tesis de licenciatura y muchos de nuestros egresados de licenciatura han aumentado la matrícula del doctorado.

- d) Se ha incrementado la participación académica y estudiantil en actividades de divulgación de la ciencia, aumentando la participación en congresos científicos nacionales e internacionales, intercambiando estudiantes de veranos de investigación, y publicando artículos científicos en revistas nacionales e internacionales así como notas periodísticas de interés general.
- e) Se persevera en la participación en actividades académicas en los diversos grupos profesionales y científicos de la región, el país y el mundo, a través de movilidad nacional e internacional de investigadores y estudiantes, estableciéndose redes de colaboración con pares académicos de prestigiosas instituciones de investigación, así como también se ha iniciado la vinculación con diversas empresas e industrias tanto regionales como nacionales.

1.2 Justificación del posgrado.

Nuestro programa conserva como prioridad promover del desarrollo científico y tecnológico de las Ciencias Químicas por medio de la integración de un grupo de excelencia en la región occidente del país para desarrollar enseñanza e investigación científica en el área Química, lo cual contribuirá a dar impulso económico de la región y del país.

Se ha medido la trascendencia del programa a través de la cantidad de participantes en eventos de difusión científica del programa. Estos eventos se promovieron para realizar la discusión científica, conocer y difundir los avances recientes en algunas áreas de la química y crear nuevos vínculos académicos. Sin embargo, hemos notado que estudiantes, profesores y público en general ajenos al programa se han interesado en ellos y han asistido a los mismos. Se han efectuado: un evento nacional - *Simposium de Elucidación Estructural* - y tres internacionales denominados: "*Recent Advances in Chemistry: Internacional Workshop Colima*", donde han participado profesores invitados (nacionales y extranjeros) como profesores del programa. En ellos, han participado toda la población estudiantil del posgrado, pero además se ha incrementado la asistencia

externa al evento, integrándose no sólo estudiantes de licenciatura, sino también de bachillerato, así como de profesores de esos niveles de áreas químicas, ciencias, y de ciencias biológicas y agropecuarias. Otro ejemplo lo tenemos, en las invitaciones hechas a profesores y estudiantes del programa para dar conferencias y pláticas de difusión de la ciencia en varios bachilleratos. Así mismo se ha dado una mayor vinculación con la sociedad, de 2004 a la fecha, para realizar investigación y movilidad se han obtenido proyectos financiados por: el Fondo Ramón Álvarez-Buylla de Aldana (FRABA), el Programa Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI), Espacio Común de Educación Superior (ECOES) – el grupo bancario SANTANDER, PROMEP, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y por contratos con empresas como Minera Nuevo Monte, Bimbo y Peñoles, así como por Fundación Produce. Es necesario hacer hincapié que en la mayoría de los proyectos participan no solo profesores sino que también están involucrados estudiantes de posgrado y que los contratos y proyectos corresponden directamente con las líneas de investigación desarrolladas por ellos. Adicionalmente estos últimos años, se ha observado que la demanda al programa se ha incrementado, y no solo se tiene el ingreso de estudiantes del estado sino que además han ingresado estudiantes de diversas instituciones de educación del país y del extranjero. Con el transcurso del tiempo, el programa se ha hecho notorio por el trabajo desarrollado en el mismo, con lo cual ha estado obtenido un mayor reconocimiento en la región

1.3 Pertinencia.

En los países más desarrollados, con altos niveles socioeconómicos, se ha demostrado la correlación con su grado de avance en investigación científica, en ellos se tiene una relación aproximada de 70 investigadores/10,000 habitantes. En nuestro país, el número de investigadores es todavía muy escaso, sólo están

reconocidos (SNI)¹ aproximadamente 15,000 investigadores de una población de cien millones de habitantes. Aún ahora, en México, al científico se le visualiza como extravagante mientras que en países desarrollados como EEUU, el investigador es un integrante común de la sociedad. El desarrollo tecnológico y científico se consigue a través de una mayor y mejor educación de la sociedad y esto solo se logra con la formación de recursos humanos de alto nivel en ciencias y arte.

Con respecto al área química, México requiere resolver múltiples problemas, por ejemplo, los relacionados con el cuidado y la preservación del medio ambiente, así como también requiere que muchos de los procesos de transformación sean más competitivos, con mejor calidad y más modernos. Todo esto demanda investigadores y/o especialistas que impacten en el desarrollo y promoción de tecnologías propias, en la mejora de las ya existentes, así como en la adaptación e innovación de aquellas que aun deben ser compradas al extranjero.

Desde hace tiempo, dentro del Plan Nacional de Desarrollo² se ha coincidido la necesidad de impulsar programas de posgrado, donde los recursos humanos formados se capacitan para innovar, desarrollar, resolver problemas complejos, tomar decisiones importantes y dirigir nuevos rumbos en la industria y la investigación. Si bien es cierto que la mayoría de los descubrimientos científicos no siempre tienen aplicación inmediata, posteriormente muchos de ellos se han aplicado tecnológicamente dando como resultado una mejor calidad de vida en la sociedad. Es por esto que también se requieren especialistas con experiencia y conocimientos, que puedan reconocer la importancia, potencialidad y aplicación de la innovación científica básica.

Actualmente en la región, paulatinamente se ha ido obteniendo mayor reconocimiento sobre el hecho de contar con un especialista químico que apoye al

¹ Sistema Nacional de Investigadores. Información histórica y estadísticas básicas. Actividades, 2008 < http://148.207.1.2/SNI/SNI_Evaluacion2007.pdf > [consulta: el 3/sep/2010].

² Una reflexión sobre el SNI a 20 años de su creación, Academia Mexicana de Ciencias http://cisnex.sytes.net/amc/20_sni_final.pdf [consulta: 3/sep/2010] , y Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, Crecimiento elevado de la productividad <<http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/economia-competitiva-y-generadora-de-empleos.html>> [consulta: 3/sep/2010]

impulso y desarrollo de empresas, negocios; especialista que puede resolver problemas científico-tecnológicos. A pesar que el desarrollo tecnológico regional es exiguo se reconoce que se necesita más gente trabajando en esta área que ayude a su impulso.

2 Misión, visión y metas del programa

2.1 Misión

Formar científicos creativos, innovadores y altamente competitivos; capaces de realizar investigación científica original y multidisciplinaria, apoyar al desarrollo tecnológico y a la educación de recursos humanos con calidad y excelencia en el área de ciencias químicas, comprometidos con el desarrollo científico-tecnológico armónico de la sociedad, en su entorno regional, nacional e internacional por medio de un programa educativo flexible.

2.2 Visión del programa

Nos visualizamos como un programa con gran reconocimiento académico y social, con proyección internacional; dedicado a la formación integral de científicos en el área de la química. Dentro cinco años, tendrá: cuerpos académicos consolidados organizados de manera colegiada y vinculados a redes académicas nacionales e internacionales, con líneas de generación y aplicación del conocimiento que permiten el desarrollo disciplinario de frontera y la vinculación armónica con la sociedad, que contribuyan al desarrollo para la solución integral de problemas con impacto nacional e internacional y vinculado con los diversos sectores de la sociedad, acreditado ante organismos especializados reconocidos como el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC).

2.3 Metas del programa

Nos proponemos como metas:

- Lograr el financiamiento de al menos dos proyectos de investigación por año, con el sector productivo y/o con otros organismos externos.

- Firmar por año al menos un convenio de colaboración con otros grupos de investigación nacionales e internacionales, de reconocido prestigio académico.
- Lograr una tasa de graduación del 75%, mediante una selección rigurosa de los aspirantes al programa.
- Que el 100 % de los estudiantes tengan al menos un artículo aceptado o publicados antes de su egreso.
- El 80% de los estudiantes realizará al menos una estancia de investigación en instituciones nacionales o internacionales
- Lograr para el siguiente lustro la consolidación del programa en el PNPC (CONACYT).

3 Descripción general del programa

El programa de posgrado propone la formación de Doctores en Ciencias Químicas. Tiene como base: el desarrollo de investigación y estudios escolarizados bajo un esquema de créditos. El alumno deberá cumplir con los créditos en cada nivel de formación, con un máximo de 210 créditos, pudiendo cubrir estos créditos en 4 ó 5 años máximos. Para esto deberá cursar trece asignaturas de investigación, dos signaturas teórico-básicas y seis asignaturas optativa. Además se deben realizar actividades complementarias que en general corresponden a: movilidad académica, cursos extracurriculares, seminarios, trabajo de investigación en laboratorios externos, así como actividades de difusión, etc. Se contemplan diferentes propuestas de formación acordes con las líneas de generación y aplicación del conocimiento (LGAC) del programa, todas considerando su impacto social y sobre todo el ambiental.

El programa de Doctorado está concebido para que ingresen principalmente alumnos con licenciatura, y ocasionalmente alumnos de Maestría. Para el ingreso de alumnos con Maestría se establece un programa personalizado propuesto por el asesor del estudiante y aprobado por la Comisión del programa.

horas de trabajo			creditos	
bajo la conduccion de un académico	independiente		totales	totales
928	2432		3360	210

Semestres									
1º.	2º.	3º.	4º.	5º.	6º.	7º.	8º.	9º.	10º.
obligatorio			optativos		optativos				
cursos									
seminario de investigacion			seminario de investigacion						
			laboratorio de investigación						
				examen de avance		predoctoral		graduación	

Reiterando, el programa está diseñado con materias básicas como tronco común y materias optativas que se seleccionan en función del trabajo de tesis que el estudiante desarrolle, a propuesta del estudiante y su asesor, previa aprobación de la comisión del programa. Las materias optativas las podrá cursar en otros programas de la misma Universidad o en otras Instituciones de Educación Superior (IES) de reconocido prestigio, siempre y cuando exista compatibilidad. Cada semestre, las materias optativas se programan considerando las propuestas de los asesores de cada estudiante y los profesores disponibles para su impartición. Este planteamiento ha demostrado optimizar los recursos humanos y materiales de la Universidad, también ha permitido la vinculación académica con otras instituciones nacionales.

Dentro de las asignaturas obligatorias se plantea un tronco de materias básicas para las diversas áreas de formación, éste contendrá las asignaturas de: Seminario de investigación (ocho semestres), Laboratorio de investigación (cinco semestres), Química-física avanzada y Estructura de la materia.

Desde el primer egreso del programa, se ha observado que una buena parte de nuestros estudiantes, al terminar el octavo semestre han requerido y pedido una extensión de beca al CONACYT. Este beneficio ha permitido que ellos culminen adecuadamente sus proyectos de investigación. Ha favorecido el contar con el tiempo suficiente para la aprobación de sus artículos de investigación (el tiempo promedio de aceptación de un artículo es de tres a seis meses) y eventualmente su graduación con trabajos de excelente calidad. Todo lo que cual redunda sobre la eficiencia terminal del programa.

Es por lo anterior, que en esta reestructuración del programa se modifica y flexibiliza su duración a 10 semestres. La expectativa es que los estudiantes realicen el examen predoctoral antes de concluir el octavo semestre, a la vez que cumplen el requisito de la aceptación de un artículo de investigación científica producto de su proyecto de investigación. En casos excepcionales se esperaría que el proceso de graduación requiriera de 5 años.

Se redujo el número de materias teóricas obligatorias para proporcionar flexibilidad curricular en varios aspectos: las asignaturas optativas pueden ser de un área única de formación o pueden hacerse combinaciones entre áreas, adecuándose al proyecto doctoral de cada estudiante; además pocas asignaturas optativas son consecutivas; y sobre la duración del plan, las asignaturas de seminario de investigación pueden moverse de semestre y acreditarse con anterioridad a los 5 años, plazo máximo para cursar el programa completo.

4 Líneas de generación y aplicación del conocimiento del núcleo académico básico

4.1 Descripción

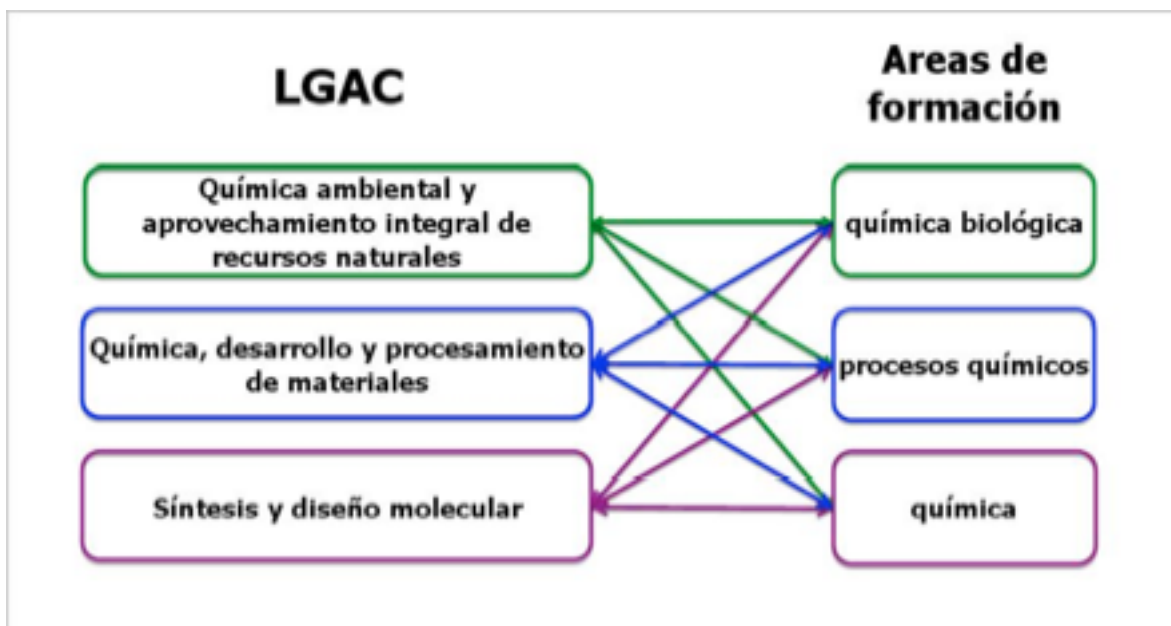
El programa de posgrado inició con las cuatro líneas de generación y aplicación del conocimiento (LGAC): control de contaminantes y manejo de desechos, química ambiental; productos naturales con aplicación farmacéutica; recuperación de minerales y metales; y síntesis orgánica, inorgánica, de polímeros, elucidación estructural por espectroscopia de Resonancia Magnética Nuclear (RMN) y difracción de rayos X. Las cuales se han ido modificando, adaptándose y favoreciendo la colaboración entre los grupos de investigación del programa. Así la actual estructura de las LGAC es:

- a) química ambiental y aprovechamiento integral de recursos naturales
- b) química, desarrollo y procesamiento de materiales
- c) química, síntesis y diseño molecular.

Los proyectos de investigación que se realizan en el posgrado se deciden con base en las áreas de estudio que cultivan los profesores, las cuales son acordes con LGAC, y éstas atienden a su vez necesidades tanto de índole regional como nacional, así como consideran el avance del conocimiento por otros investigadores expertos mundiales en las diferentes disciplinas.

A cada proyecto de las LGAC, se integran las tesis de posgrado de cada uno de los estudiantes, por lo que se ha creado un círculo virtuoso. Es decir, cada tesis contribuye al fortalecimiento de las LGAC y recíprocamente el desarrollo de LGAC permite la formación de estudiantes de posgrado de acuerdo con los objetivos del programa.

En el programa existen varias áreas de formación, que corresponden a: química, química biológica y procesos químicos. Estas áreas están constituidas por un conjunto de materias específicas para cada una de ellas y se vinculan estrechamente con las LGAC del programa. Siendo mas explícitos en esta explicación, se debe resaltar que dependiendo del proyecto de investigación de un estudiante, será el área de formación que elija, el programa permite que curse un bloque completo de materias exclusivas de un área o una combinación de más de dos áreas. De tal forma que se pueden combinar materias de las tres áreas, que permitan el desarrollo de su proyecto de investigación. La elección de las materias está ligada con su proyecto y supervisada por su(s) asesor(es). De modo tal, que las LGAC poseen un carácter interdisciplinario en el ámbito de la química, entre sus diferentes áreas de estudio. A continuación se ilustra en un esquema las combinaciones posibles y más adelante se dan dos ejemplos de la selección de las materias optativas.



El avance en la consolidación de las LGAC, ha permitido que varios de los profesores sean invitados y designados como evaluadores de proyectos (CONACYT, FRABA) así como árbitros de revistas reconocidas.

La distribución de los profesores del programa en las líneas de generación y aplicación del conocimiento, así como su reconocimiento académico y los principales temas desarrolladas en cada una de las LGAC, se indica en la siguiente tabla:

TABLA. PROFESORES DEL NÚCLEO BÁSICO Y ASOCIADOS

Profesores – Investigadores	Reconocimientos	Temas en desarrollo
<i>LGAC: Química ambiental y aprovechamiento integral de recursos naturales</i>		
Elpidio Peña Beltrán	PROMEP	Generación, estudio molecular de enfermedades y transferencia de tecnologías para frutos. Estudios sobre la formación del gluten y la evaluación del germoplasma en trigos.
Juan Alberto Osuna Castro	SNI/PROMEP	Purificación y caracterización fisicoquímica, funcional, proteómica y nutracéutica, de la maduración y de los cambios que ocurren en la poscosecha de Frutas y Hortalizas.
Laura Leticia Valdez Velazquez	SNI/PROMEP	Caracterización molecular de los componentes del veneno de alacrán y su posible asociación terapéutica.
Vrani Ibarra Junquera	SNI/PROMEP	Estudios de factores que modifican la dinámica poblacional en fermentaciones, en cultivos de acuicultura, etc., así como el monitoreo y control de reactores biológicos.
<i>LGAC: Química, desarrollo y procesamiento de materiales</i>		
Jorge González González	SNI/PROMEP	Preparación de nuevos materiales por ejemplo zeolitas de poro grande con posible acción catalítica.
Juan Reyes Gómez	PROMEP	Caracterización de materiales sólidos empleando técnicas de microscopia óptica, electrónica de barrido y de fuerza atómica en combinación con técnicas electroquímicas.
Valentín Ibarra Galván	PROMEP	Procesamiento de materiales y minerales y recuperación de metales, por ejemplo: adsorción de cromo sobre micropartículas de carbón activado.

Profesores – Investigadores	Reconocimientos	Temas en desarrollo
<i>LGAC: Química, síntesis y diseño molecular.</i>		
Ana Lilia Peraza Campos	PROMEP	Estudio de propiedades antioxidantes en nuevas moléculas y en productos naturales.
Ángel Andrés Ramos Organillo	SNI/PROMEP	Síntesis, caracterización y evaluación farmacológica de moléculas bioactivas con elementos del grupo principal.
Francisco Javier Martínez Martínez	SNI/PROMEP	Diseño y síntesis de nuevas moléculas orgánicas, por ejemplo macrociclos oxalamídicos y estudios en química supramolecular.
Julio Hernández Díaz	SIN/PROMEP	Síntesis de ligantes para la coordinación a iones metálicos y espectroscopía.
Zeferino Gómez Sandoval	SNI/PROMEP	Estudio teórico sobre la estructura y reactividad química de compuestos aromáticos como dioxinas, benzofuranos y bifenilos polihalogenados

PROFESORES – INVESTIGADORES ASOCIADOS	RECONOCIMIENTOS	
Armando Pineda Contreras	-	-
Francisco Javier Barragán Vázquez	-	PROMEP
Roberto Muñoz Valencia*	SNI 1	-
Silvia G. Cevallos Magaña*	SNI 1	-

*de reciente ingreso

4.2 Infraestructura para desarrollo de las LGAC

Los profesores cuentan con cubículos para el desarrollo de sus actividades de investigación y se tienen dos salas para los estudiantes equipadas con mobiliario ergonómico, pintarrones, proyectores multimedia, pantallas y la mayoría de los estudiantes tienen computadoras portátiles con acceso a internet inalámbrico. La delegación Coquimatlán facilita el uso de una sala para la impartición de cursos extracurriculares, dicha sala cuenta con aire acondicionado y también con acceso a internet inalámbrico. Adicionalmente los estudiantes y profesores, hacen uso continuo del sistema de biblioteca, de las sala de video conferencias y centros interactivos de aprendizaje multimedia denominados CIAM. En el auditorio de

Facultad de Ciencias Químicas se efectúan los seminarios semestrales de avance de investigación del posgrado, conferencias y exámenes de grado.

Los estudiantes del doctorado realizan sus proyectos de investigación en los laboratorios ubicados en las facultades a las cuales están adscritos sus asesores, todos con campanas de extracción, aire acondicionado y equipo de emergencia como son extinguidores para incendios, regaderas, lavaojos; todos de uso común, no existen laboratorios independientes por cada profesor. En la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, utilizan el laboratorio de biología molecular. En la Facultad de Ciencias, se ubican en el laboratorio de física del estado sólido; en él se realiza el crecimiento de monocristales, su caracterización ferro-magneto-eléctrica, además de estudios de impedancia en cerámicos y aleaciones; caracterización de micro-estructuras por microscopia electrónica y de fuerza atómica en combinación con estudios electroquímicos. En Ciencias Químicas, trabajan en los laboratorios: de estudios estructurales de materiales, minerales y metales, química teórica, de instrumentación analítica y de síntesis y análisis químico de posgrado. Cuatro de estos laboratorios cuentan con equipo instrumental, hay uno con el cluster y dos laboratorios comunes de síntesis química. Cada equipo instrumental de trabajo posee una bitácora donde se lleva el registro de los usuarios. Los materiales y equipos son responsabilidad directa de los usuarios y son de uso común, reciben mantenimiento correctivo y calibración, considerando para ello, pólizas de mantenimiento. Los estudiantes fungen como técnicos académicos supervisando el uso, mantenimiento y cuidado de los equipos, como apoyo a sus profesores. Se cuenta con equipos, de uso común, como son: cromatógrafos de alta resolución isocráticos, en gradiente con detectores ultravioleta-visible, de índice de refracción, y de fluorescencia; se cuenta con dos cromatógrafos de gases uno de los cuales esta acoplado a espectroscopia de masas. Se tiene un RMN con sonda de carbono que permite la obtención de espectros en dos dimensiones; además de: un zetámetro, un calorímetro diferencial de barrido, termocicladores, liofilizadora, fluorómetro, equipos de

electroforesis bidimensional de proteínas, potencióstatos - galvanostatos, fuentes de poder de alta y bajo voltaje, tarjetas para adquisición datos controladas mediante - Labview, equipo de computo para tratamiento de imágenes y análisis de datos, espectrofotómetros ultravioleta-visible, un microscopio electrónico de barrido - con platina fría y con sistema de microanálisis de energía de dispersión de rayos X (SEM-EDS); un microscopio de fuerza atómica con vacío platina fría y caliente, así como equipo de preparación de muestras cortadoras, montadora, pulidora de doble plato automática, evaporadora de metales y grafito. Recientemente se logro la adquisición del un cromatógrafo de líquidos con gradiente y un sensor de arreglo de diodos con automuestreador.

Se tiene acceso a la base de datos del *web of science* y a *American Chemistry Society* así como a *Nature* y *Science*, además de un número limitado de revistas especializadas en línea.

El software utilizado cuenta con licencia y se tiene acceso a diversas redes de información y bases de datos, aunque es necesario que se incrementen. Actualmente se cuenta con un cluster computacional de 40 núcleos xeon quad core con un rendimiento de 348 gflops, que se utilizará para efectuar cálculos teóricos moleculares. Ejemplos de software con licencia son: *Mac Os X*, *Windows XP*, *Vista*, *Office 2007*, *Canvas X*, *Spectrasuite*, *Scandium*, *Endnote 10*, *Igor 6*, *Labview 7 y 8*, *Matlab* y *Simulin 7*, *Linux Gratuito*, *Global Software (Técnicas Electroquímicas)*, *Femlab 3* Y *Hyperchem*. Así como se adquirió el sistema CSD (*Cambridge Crystallographic Database*) con el programa Mercury. Aquí cabe hacer notar que se proporciona por cortos periodos, equipos de computo para el uso de estas tecnologías a los estudiantes de primer ingreso.

5 Objetivos

5.1 Objetivo general

Formar Doctores en Ciencias Químicas competentes con conocimientos y habilidades suficientes que les permita plantear, proponer, desarrollar y dirigir proyectos de investigación original, individual o en grupos multidisciplinarios en beneficio de los sectores industrial, de salud y ambiental.

5.2 Objetivos específicos

- Inducir al estudiante a tomar decisiones científicas y valorar sus consecuencias, a partir de los conocimientos y habilidades obtenidas en el programa.
- Formar investigadores que contribuyan a la transmisión y difusión del conocimiento científico.

6 Perfil del egresado

El egresado del programa de Doctorado tendrá una sólida formación en Ciencias Químicas y en investigación, con los *conocimientos y habilidades* necesarias para:

- Planear y desarrollar investigaciones originales
- Organizar y dirigir grupos interdisciplinarios de investigación que le permitan producir avances importantes en el conocimiento científico.
- Proponer, elaborar y gestionar proyectos de investigación científica de calidad, tanto en aspectos conceptuales como operativos.
- Formular y coordinar proyectos de investigación.
- Formar recursos humanos a nivel de licenciatura y posgrado.
- Generar y difundir el conocimiento derivado de la investigación.
- Solucionar problemas de las empresas vinculadas con las ciencias químicas, a nivel regional y nacional.

Poseerá *los conocimientos, la actitud, las habilidades y los valores* para:

- Ejercer su práctica con apego a la ética profesional.
- Trabajar en grupos multidisciplinarios
- Comprometerse con la institución, con la comunidad y con el país.
- Mostrar iniciativa para resolver problemas.
- Asumir liderazgo en el desarrollo de la industria química.

7 Campo de trabajo del egresado

- Universidades e instituciones de educación superior.
- Laboratorios de servicios públicos y privados.
- Centros e Institutos de investigación.
- En la Industria de la transformación.

8 Perfil de ingreso

El aspirante a ingresar en el nivel de doctorado deberá tener las siguientes características:

- Formación profesional previa en el área de ciencias químicas o ciencias afines: entre otras: física, matemáticas, biología, medicina; en función de la línea de investigación a la que se pretenda integrar.
- Capacidad de análisis y síntesis para identificar e interpretar información, solucionar problemas y tomar decisiones.
- Disposición para el trabajo en equipo.
- Interés, responsabilidad y constancia para el trabajo científico.
- Facilidad de comunicación oral y escrita.
- Actitud crítica y reflexiva hacia el conocimiento.
- Comprensión de lectura en inglés.

9 Requisitos académicos y administrativos

9.1. De ingreso

Para ingresar al programa académico del Doctorado Directo en Ciencias Químicas, el aspirante deberá presentar:

- Copia del Título de Licenciatura o equivalente, acta de examen profesional o cédula profesional, en un área afín al programa (para los aspirantes de Licenciatura) o poseer grado de Maestro en un área afín al programa. Se consideran perfiles deseables: Químico, Químico farmacéutico-biólogo, Ingeniería ambiental, Ingeniería Química o en alimentos o metalúrgica. El Consejo académico dictaminará los casos de programas afines.
- Copia del certificado de estudios de licenciatura
- Acta de nacimiento
- Copia de la Clave única de registro poblacional (CURP).
- *Curriculum vitae* actualizado, con copia de documentos probatorios.
- Carta de compromiso sobre disponibilidad y dedicación de tiempo completo.
- Constancia de comprensión de lectura del idioma inglés³
- Los demás que determine el Reglamento Escolar de Posgrado y demás disposiciones aplicables.

9.2. De permanencia

- Presentar y aprobar las asignaturas con una calificación promedio mínima de siete (7.0) en el semestre.
- A partir del cuarto semestre, enviar a la coordinación académica un reporte electrónico del avance de su proyecto de investigación al final de cada

³ Expedida por la Facultad de Lenguas Extranjeras de la Universidad de Colima o equivalente

semestre, indicando el avance correspondiente al periodo (porcentaje y detalles específicos) y el plan de trabajo para el siguiente semestre, avalado por el asesor.

- Durante el quinto semestre del programa, el alumno deberá presentar, durante los dos primeros meses del semestre, un examen de avance del proyecto en el que se evaluará su dominio teórico, metodológico y técnico del tema de su proyecto de investigación para asegurar la factibilidad su desarrollo. Para ello el alumno presentará su trabajo frente a cuatro investigadores del núcleo académico básico del programa, nombrados por la Comisión del posgrado, denominado comité tutorial. Se juzgará la propuesta de investigación: el planteamiento de la hipótesis, el conocimiento del tema y viabilidad del proyecto, así como la defensa que realice del mismo. Si el examen es aprobado podrá continuar con su proyecto de investigación hasta la obtención del grado de doctor en ciencias. En caso de no estar suficientemente preparado tendrá una segunda oportunidad hacia los dos últimos meses del semestre. La nota aprobatoria de este proceso corresponderá a la del Seminario de Investigación III.
- Cumplir con las normas que determine el Reglamento Escolar de Posgrado vigente.

9.3. De egreso

Para proceder a la obtención del grado, los estudiantes deberán:

- Haber cubierto 210 créditos.
- Presentar la tesis escrita para su revisión ante un jurado y la defensa de la misma durante el examen de grado, conforme a lo dispuesto en el Reglamento Escolar de Posgrado y normas complementarias aplicables.
- Acreditar el examen TOEFL en el nivel B1 o mayor.⁴

⁴ equivalencia Cambridge ESOL exams and the CEFR para examen TOEFL en papel 477-510 (Nivel B1)

- Cumplir con los demás requisitos que el Reglamento de Escolar de Posgrado vigente.

9.4. Reconocimiento académico que se otorga

La Universidad de Colima expedirá el grado de Doctor en Ciencias Químicas para el alumno que complete los requisitos académicos correspondientes.

9.5. Equivalencia con el programa anterior

Con la finalidad de que los estudiantes actuales hagan la equivalencia de materias y créditos del programa anterior con esta reestructuración se proporciona la siguiente relación de equivalencias:

TABLA DE EQUIVALENCIAS

# Cambio	Materia Plan anterior (M634 y D607, para maestría y doctorado respectivamente)	Nuevo Plan (corresponde a la materia:)
1.	Química inorgánica avanzada	Estructura de la materia
2.	Química-física avanzada	Química-física avanzada
3.	Métodos instrumentales I	Espectroscopia
4.	Métodos instrumentales II	Difracción de rayos X
5.	Química orgánica avanzada	Química orgánica avanzada
6.	Química ambiental I	Química ambiental I
7.	Química ambiental II	Química ambiental II
8.	Ecotoxicología	Ecotoxicología
9.	Química farmacéutica	Diseño de fármacos
10.	Farmacología avanzada	Farmacología avanzada
11.	Biofarmacia	Química combinatoria
12.	Termodinámica metalúrgica	Simulación de procesos químicos
13.	Teoría de los procesos metalúrgicos	Electroquímica avanzada
14.	Hidrometalurgia	Cinética y catálisis
15.	Síntesis orgánica	Síntesis orgánica

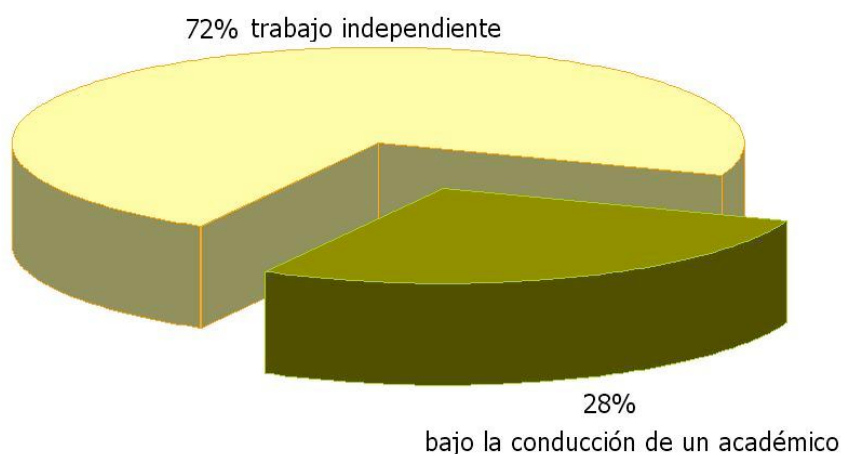
# Cambio	Materia Plan anterior (M634 y D607, para maestría y doctorado respectivamente)	Nuevo Plan (corresponde a la materia:)
16.	Química organometálica	Química organometálica
17.	Química de coordinación	Química de coordinación
18.	Filosofía de la ciencia	
19.	Laboratorio de investigación I	Laboratorio de investigación I
20.	Laboratorio de investigación II	
21.	Laboratorio de investigación III	Laboratorio de investigación II
22.	Laboratorio de investigación IV	Laboratorio de investigación III
23.	Laboratorio de investigación V	Laboratorio de investigación IV
24.	Laboratorio de investigación VI	Laboratorio de investigación V
25.	Seminario de investigación I	Seminario de investigación I
26.	Seminario de investigación II	
27.	Seminario de investigación III	Seminario de investigación II
28.	Seminario de investigación IV	
29.	Seminario de investigación V	Seminario de investigación III
30.	Seminario de investigación VI	Seminario de investigación IV
31.	Seminario de investigación VII	Seminario de investigación V
32.	Seminario de investigación VIII	Seminario de investigación VI
33.		Seminario de investigación VII
34.		Seminario de investigación VIII

10 Estructura curricular

10.1. Duración de los estudios

El Doctorado en Ciencias Químicas es un programa escolarizado que incorpora el trabajo tutorial como eje principal de la formación académica, con duración mínima de ocho semestres y máxima de diez semestres en los que el alumno realiza un proyecto de investigación original asesorado por un profesor titular, o por éste y un profesor invitado como co-asesor, que puede ser del mismo posgrado o de otra institución de reconocido prestigio en el área de la disciplina. El plan de estudios incluye una formación básica, que tiene por objeto incorporar conocimientos básicos para la formación científica en Ciencias Químicas, así como una formación específica que le proporciona al alumno una formación sólida en el tema de especialización de la tesis. La siguiente gráfica indica cómo se encuentra distribuido el trabajo en el programa:

Distribución global de horas



El área de formación específica puede ser estructurada a partir de una gama de asignaturas optativas las cuales serán propuestas, de acuerdo a las necesidades del alumno por su o sus asesores a la Comisión del programa.

El programa de Doctorado Directo en Ciencias Químicas está diseñado para no más de 5 años (10 semestres máximo), si el alumno ingresa directamente de la Licenciatura, y de 2 a 3 años (4 a 6 semestres) para alumnos que tengan el grado de Maestro en Ciencias.

Para los estudiantes que ingresan con maestría. Se realizará un análisis del programa de maestría cursado previamente, con el propósito de que el estudiante se incorpore al semestre que le corresponde, después de un proceso de revalidación de estudios, de acuerdo con lo señalado en el artículo 32 del Reglamento General de Estudios de Posgrado vigente.

El Doctorado está organizado en periodos semestrales por la Facultad de Ciencias Químicas, sede del programa y la admisión al programa es anual.

Los alumnos que ingresen al programa requieren de disponibilidad de tiempo completo (turno matutino y vespertino).

10.2. Actividades formativas

El programa está constituido por diversas actividades, tanto obligatorias como optativas. Existen quince asignaturas obligatorias, ocho de Seminario de investigación, cinco de Laboratorio de investigación, y dos asignaturas teóricas básicas. Además el estudiante debe cursar 54 créditos de asignaturas optativas, como mínimo.

Los seminarios de investigación están vinculados con los laboratorios de investigación, constituyen la columna vertebral del programa, se han diseñado con el fin dar la formación científica integral del estudiante en aspectos como el adiestramiento experimental, la selección y el manejo de las técnicas y

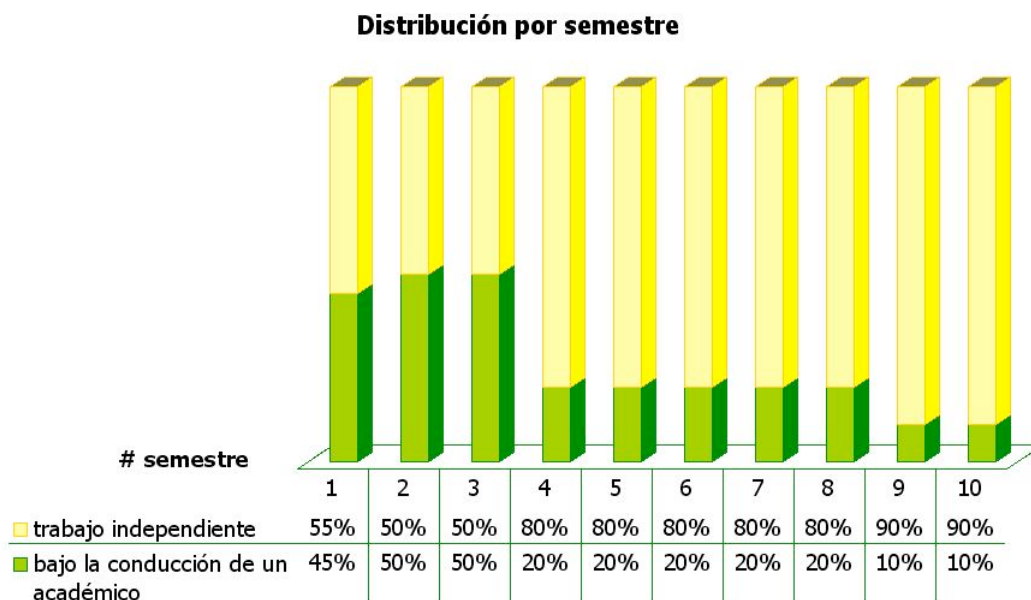
metodologías experimentales, ligadas con la descripción escrita de su proyecto de investigación doctoral. En el laboratorio el estudiante desarrolla la parte experimental, guiado por su(s) asesor(es), entre ellos analizan los resultados discuten y deciden el camino a seguir. El asesor es el profesor que siempre califica el grado y la calidad del avance del proyecto de investigación de su asesorado. En el seminario, el estudiante somete a discusión y examen las actividades desarrolladas cada semestre, el manejo teórico de la metodología, los resultados obtenidos, su discusión, así como las actividades consecutivas a los resultados obtenidos, es ahí donde da un seguimiento a su avance experimental por su comité tutorial.

El comité tutorial del estudiante está conformado por dos profesores del programa, ninguno de los cuales corresponde al asesor y/o coasesor. Estos profesores del comité tutorial, son los encargados del seguimiento continuo y permanente del avance del estudiante, por lo que califican la materia de seminario, junto el profesor de la materia. Ellos participan durante el examen de avance (5º semestre), el examen de predoctoral y el examen de grado del estudiante. En estos dos últimos exámenes, el comité tutorial recibe la designación de sinodales del examen de grado.

La asignatura de seminario le dará al alumno las herramientas para la elaboración de propuestas de investigación, de actualización bibliográfica, discusión de artículos científicos y la presentación de sus resultados de investigación y en el Laboratorio de Investigación se desarrollará el trabajo experimental de su tesis aplicando los fundamentos teóricos.

Existen además otras actividades complementarias, para mejorar su formación académico-científica, como son la participación a eventos científicos, congresos, cursos extracurriculares, estancias de movilidad con pares académicos con los cuales se tiene vinculación académica.

Inicialmente, el trabajo del estudiante estará supervisado por académicos del programa, pero conforme se cursa se va convirtiendo cada vez más en trabajo independiente, como muestra la tendencia de la siguiente gráfica.



A continuación se describen cada una de estas actividades:

Laboratorio de investigación I a V

El estudiante lo acreditará desarrollando la parte experimental de su proyecto de investigación. Esta asignatura consiste en desarrollar el trabajo experimental de la tesis, dicho trabajo se llevará a cabo en el laboratorio de investigación. Durante el curso de esta materia, los estudiantes aprenden nuevas técnicas experimentales, sintetiza, preparan, modifican y caracterizan y comprueban las propiedades y estructuras de nuevos compuestos o materiales. De requerirlo, separan, cuantifican los componentes de un material, axial como proponen, realizan y verifican modificaciones a la caracterización o cuantificación de los compuestos o materiales involucrado con su proyecto. Si en el proyecto se propone la aplicación de un material o un compuesto, el estudiante ensaya diferentes posibles aplicaciones al mismo, dependiendo de las características y propiedades de su

material. Prueba la durabilidad de la característica, así como aplicabilidad. Todo lo anterior, respaldado por el conocimiento teórico de las propiedades del material. También pueden evaluar por técnicas computacionales cuales sería las posibles aplicaciones de su compuesto o material. La evaluación de esta materia estará a cargo del asesor, considerando el desempeño del alumno, su puntualidad y constancia en el trabajo diario, el conocimiento de la literatura relacionada con el campo de investigación (actualización constante del alumno) y la presentación de los reportes escritos de los avances de investigación, así como su apego a los principios éticos correspondientes. Más adelante se ejemplifica la forma de calificar esta asignatura.

Seminario de investigación I a VIII

En el seminario se revisan las fuentes bibliográficas así como se actualizan continuamente. Además se propicia el desarrollo de una actitud crítica, la conducta ética, el desenvolvimiento frente a un auditorio y los avances semestrales de su trabajo de investigación. Cabe reconocer que la presentación de los proyectos de investigación, en muchos casos, se convierte en una carta de presentación ante el campo laboral o en la aprobación del financiamiento del mismo.

Esta asignatura consiste en sesiones semanales de dos horas coordinadas por un profesor titular de la materia. Se cursará en el primer semestre, retomándose del cuarto al décimo semestre del programa. Consistirá en la entrega del testimonio del avance semestral del trabajo conjunto del estudiante y su asesor. Cada estudiante presenta un tema y se propicia la discusión y análisis del mismo. También se considera la participación de profesores del programa y profesores visitantes.

Como parte de la asignatura, el alumno tiene la obligación de preparar y entregar su resumen de no más de quince cuartillas al profesor del seminario y a su comité tutorial, asignados por la comisión del programa. Su documento de investigación deberá estar estructurado de forma rigurosa y metódica, ordenada y

sistematizada. Una semana después de entregado el resumen deberá hacer una presentación oral. Las presentaciones orales serán públicas. Se tomará en cuenta la calidad de la presentación, el conocimiento del tema y su defensa. El testimonio escrito y oral será evaluado por tres profesores: el titular de la materia y los profesores de su comité tutorial. Las sesiones de evaluación se efectuarán al final de cada semestre. Estas materias de seminario deben orientar y facilitar que el estudiante construya su proyecto de investigación, y lo concluya con su graduación a tiempo.

Seminario de investigación I

En el primer semestre el estudiante se entrevistará con cada uno de los profesores del programa para conocer sus líneas de investigación y seleccionar en cuál de ellas quedará inscrito su proyecto. Este trámite se deberá cubrir durante el primer mes del primer semestre. El estudiante informará al titular de la asignatura y a la Comisión del programa a través del formato correspondiente (anexo 2 del Manual de Tutoría y Asesoría personalizada en el Posgrado de la Universidad de Colima)⁵ acerca de sus preferencias por un asesor determinado. Posteriormente la comisión del programa asignará al asesor oficial de cada estudiante. Un mes antes de concluir el curso la comisión del programa hará la asignación del Comité Tutorial (dos profesores), con la propuesta del estudiante y visto bueno del asesor de acuerdo con el Art. 21 del Reglamento Escolar de Posgrado.⁶

Así mismo, adquirirá las habilidades para el uso de las herramientas de gestión de información y manejo de las bases de datos. Con el análisis de la información, deberá iniciar la construir su marco teórico, plantarse la formulación de su pregunta de investigación, empezar a definir los objetivos y metas de su proyecto,

⁵ Manual del sistema de seguimiento de tutoría y asesoría de posgrado, U. Colima
<http://digeset.ucol.mx/sisetap/Manual_SISETAP.PDF> [consulta: el 3/sep/2010].

⁶ Reglamento de Escolar de Posgrado de la U. Colima
<http://www.ucol.mx/posgrado/doc_procedimientos/Reglamento_posgrado.pdf>[consulta: el 3/sep/2010].

y calendarizar las actividades para realizar su investigación, estableciendo congruentemente con un de las LGAC al cual quedara inscrito su proyecto, así como con las fases del diseño de investigación. El resultado de este trabajo será un documento, el cual será evaluado por el titular de la materia y de su comité tutorial.

Seminario de investigación II

Esta asignatura se cursa durante el cuarto semestre. Al final de semestre entregará un anteproyecto de su trabajo recepcional, en el cual diseñará su plan de investigación, estableciendo congruentemente el qué, cómo y para qué. (Objetivos, preguntas, justificación, métodos experimentales, bibliografía, etcétera). Deberá: correlacionar su objeto de estudio, con las líneas de investigación; fundamentar y justificar la relevancia del proyecto, así como también establecer el planteamiento o formulación del problema, proponer la metodología más adecuada y recalendarizar las actividades para realizar su investigación; reformulará su hipótesis o preguntas de investigación.

Además del documento de avance de su proyecto de tesis semestral, al alumno se le evaluará la presentación y discusión de al menos la exposición, análisis y discusión de un tema de actualidad en química. Estos temas serán seleccionados de artículos científicos publicados recientemente en revistas internacionales, los cuales están comprendidos en su proyecto de investigación. Es aquí donde se inicia el curso del Laboratorio de investigación, por lo que es en este semestre donde se inicia también el trabajo experimental.

Seminario de investigación III

En esta parte el alumno presentará su proyecto de tesis doctoral y los resultados alcanzados hasta ese momento. Con el resultado de la evaluación, el jurado hará un dictamen que determinará si el estudiante cuenta con los elementos necesarios para concluir con el programa en tiempo y forma. Esta evaluación se denomina

Examen de Avance y deberá presentarla durante los dos primeros meses del semestre. En caso de no estar suficientemente preparado tendrá una segunda oportunidad hacia los dos últimos meses del semestre. Las características del documento del avance semestral deben concordar con lo señalado en las Normas Complementarias al Reglamento Escolar de Posgrado, correspondientes al inciso 4.2.⁷

Seminario de investigación IV- VI

El alumno presentará el reporte de los resultados parciales de su trabajo experimental. Para el programa de doctorado, al término del Seminario de investigación VI, el alumno deberá haber concluido su trabajo experimental es decir debe tener un 100 % de avance de su proyecto de investigación.

Seminario de investigación VII

Para acreditarlo se requiere la carta de aceptación o la publicación de un artículo científico derivado su proyecto doctoral, donde el estudiante figure como primer autor.

Seminario de Investigación VIII

Se acredita con la aprobación del examen predoctoral.⁸

10.2.1. Asignaturas básicas

Estas asignaturas teóricas básicas son: Estructura de la materia y Química-física avanzada, para todas las áreas de formación (química, química biológica y procesos).

⁷ Pag 47 de Normas complementarias del Reglamento Escolar de Posgrado.

⁸ Art 85. Ar 111 y Normas Complementarias 5.2.11 fracc. III.

En el primer semestre se ofrecen los cursos de Química-física avanzada y Estructura de la materia. La asignatura de Estructura de la Materia provee las bases para un entendimiento más profundo de las propiedades de los elementos químicos y sus compuestos, así como la estructura atómica, se analizará la naturaleza del enlace químico y reactividad molecular, mientras que con la Química-física avanzada se discutirán el fundamento termodinámico y la importancia de la termodinámica estadística para el entendimiento de los fenómenos fisicoquímicos a nivel molecular.

10.2.2. Asignaturas optativas

Las asignaturas optativas consideran temas asociados a cada una de las áreas de formación y por ende a las LGAC. *Cada alumno deberá elegir seis cursos, en acuerdo con su tutor/asesor, en función de la naturaleza de su trabajo y sus expectativas de formación, y avalado por la Comisión del programa.* Estas asignaturas se cursarán en el segundo y tercer semestres y permitirán al estudiante profundizar en un aspecto más específico de las ciencias químicas.

Puede haber combinaciones de asignaturas de diferentes áreas, lo cual queda definido por las recomendaciones del asesor y del comité tutorial, en función del desarrollo del proyecto de investigación, y las expectativas de formación del estudiante. Todo esto enfocado en la mejor formación del estudiante.

Los cursos optativos se impartirán en función de la demanda. A continuación se presenta agrupadas por área de formación y que más adelante se describen brevemente.

Tabla de ubicación por área de asignaturas optativas.

Química	Procesos	Química-biológica
Caracterización de materiales	Álgebra lineal	Bioinformática
Difracción de rayos X	Biorreactores	Biología molecular avanzada
Electroquímica avanzada	Control no lineal	Bioquímica avanzada
Espectroscopia	Control inteligente	Biotecnología de proteínas
Química cuántica avanzada	Cinética y catálisis	Diseño de fármacos
Química organometálica	Dinámica de fluidos computacional	Ecotoxicología
Química computacional	Instrumentación virtual	Farmacología avanzada
Química cuántica	Programación en FORTRAN	Proteómica
Química de coordinación	Simulación de procesos químicos	Química ambiental I y II
Química de polímeros	Sistemas lineales	Química analítica avanzada
Química orgánica avanzada	Sistemas no lineales	Química combinatoria
Química organometálica		Quimiometría
Síntesis orgánica		
Temas selectos I y II*		

* El contenido de estas asignaturas varía de acuerdo con los temas del área al cual corresponde y representan para las tres áreas una posibilidad más de asignaturas optativas.

- 1. Temas Selectos I y II:** Esta asignatura proporciona la flexibilidad de que el alumno pueda profundizar en algún otro tema relacionado a su tema de tesis, ya que existe la diversidad de temas especializados guiados por expertos del tema. El curso podrá ser impartido por un profesor visitante con reconocimiento en cierto tema. Consiste en que el alumno integre los conocimientos básicos de la química, química-biológica o procesos químicos con temas especializados aplicados a su trabajo de tesis, o que complementen objetivos específicos de su trabajo.

Área Química

- 2. Caracterización de materiales:** Se estudian las características de un material determinado a partir del estudio de sus propiedades físicas, químicas,

estructurales, etc., utilizando distintas técnicas experimentales de caracterización, de acuerdo al interés que despierte dicho material. Una vez conocidas estas características del material puede establecerse sus posibles aplicaciones.

3. **Difracción de rayos-X:** Se estudiarán el fundamento y el desarrollo de la difracción de rayos X en la manipulación de muestras en estado sólido, así como los equipos y el análisis de datos que se obtienen de los diferentes equipos. Desarrollar habilidades y técnicas.
4. **Electroquímica avanzada:** Se estudian las reacciones asociadas con la electricidad, así como los cambios químicos producidos o la generación de electricidad mediante estas reacciones. En la actualidad, los métodos electroquímicos se aplican en muchos campos y en la solución de problemas tan importantes y variados como son los de las baterías de estado sólido, las celdas de combustible y las celdas de flujo tipo redox, bioelectricidad, etc.
5. **Espectroscopia:** Estudia la interacción entre la radiación electromagnética y la materia, para conocer con detalle la estructura de la materia mediante la interpretación de los espectros, así como también determinar la composición cualitativa y cuantitativa de un cuerpo en particular.
6. **Química computacional:** Se desarrollan algoritmos y teorías que permiten predicciones precisas de propiedades atómicas o moleculares, o caminos para las reacciones químicas. Los softwares y metodologías existentes para aplicarlos a la solución de problemas químicos específicos, por ejemplo: para el estudio de propiedades moleculares (como energía, momento dipolar, frecuencias de vibración), etc.
7. **Química cuántica avanzada:** La química cuántica describe matemáticamente el comportamiento fundamental de la materia a escala molecular. Estudia el comportamiento de átomos y moléculas, en cuanto a sus propiedades ópticas, eléctricas, magnéticas y mecánicas, y también su reactividad química, sus propiedades redox, etc.,
8. **Química de coordinación:** Se estudian los elementos del enlace de coordinación y los compuestos que los presentan. Se plantea un análisis de los compuestos de coordinación de metales tanto representativos como transicionales y postransicionales. Así como revisa propiedades físicas y químicas, modelos de enlace, la reactividad y aplicaciones de los compuestos de coordinación.

9. **Química de polímeros:** Estudia la síntesis química y las propiedades químicas de los polímeros, considerando a los polímeros como moléculas que forman cadenas individuales. Los polímeros describen la mayor parte de los materiales y deben ser estudiados multidisciplinariamente sus propiedades físicas y químicas.
10. **Química orgánica avanzada:** Se estudiarán con detalladamente la estructura de compuestos orgánicos así como los mecanismos de las reacciones orgánicas.
11. **Química organometálica:** La tercera química se encarga del estudio de compuestos químicos que poseen un enlace entre un átomo de carbono y un átomo metálico, de su síntesis y de su reactividad.
12. **Síntesis orgánica:** La síntesis orgánica es la construcción planificada de moléculas orgánicas mediante reacciones químicas. Se discutirán dos campos de investigación principales: la síntesis total y la metodología.

Área de Procesos

13. **Algebra lineal:** Se estudiarán conceptos espacios vectoriales, y transformaciones lineales, las cuales son usados para la solución de sistemas químicos y sus procesos.
14. **Biorreactores:** El diseño de un reactor para procesos biológicos se considera toda la información cinética, sus dimensiones, forma de operación, y se detalla el modelado y su comportamiento dinámico.
15. **Cinética y catálisis:** Estudia la cinética y catálisis en diferentes fases. Se describen los tipos de catalizadores, técnicas de adsorción, fisisorción, quimisorción, cinética heterogénea y energía de activación, explicando el proceso de desactivación catalítica: ecuación de rapidez, orden de desactivación con respecto al reactivo y determinación de la energía. Así como incluye diversos ejemplos extraídos de experimentos hechos directamente en el laboratorio, todos ellos desarrollados con un lenguaje algebraico accesible a los estudiantes.
16. **Control no lineal:** Utilizar las técnicas de control no lineal para resolver problemas de control con diversos objetivos y restricciones, así como analizar la estabilidad y robustez de los sistemas dinámicos retroalimentados.
17. **Control inteligente:** Usar técnicas de control con lógica difusa y redes neuronales, será capaz de diseñar controladores para plantas o procesos dinámicos tanto lineales como no lineales.

18. **Dinámica de fluidos computacional:** Permite distinguir y aplicar los diferentes métodos numéricos para resolver ecuaciones diferenciales parciales con aplicaciones de mecánica de fluidos y transferencia de calor.
19. **Instrumentación virtual:** El control automático de procesos, cuenta con instrumentos virtuales que permiten personalizar el proceso, y agregarle más funcionalidad sin incurrir en costos adicionales.
20. **Programación científica en FORTRAN:** Este curso está diseñado para proporcionar al alumno un panorama general de la programación científica usando el lenguaje FORTRAN77 y FORTRAN95.
21. **Simulación de procesos químicos:** Se sentarán las bases fundamentales requeridas para estructurar modelos matemáticos de simulación en los procesos químicos. De tal forma que se pueda plantear, desarrollar y resolver los modelos matemáticos que se aplican a los principales procesos químicos.
22. **Sistemas lineales:** se provee un extensivo tratamiento de la teoría de control retroalimentado para sistemas lineales de dimensión finita, invariantes en el tiempo y representados en el espacio de estados. Los procedimientos de diseño serán apoyados usando herramientas computacionales.
23. **Sistemas no lineales:** Desarrolla la capacidad para reconocer fenómenos no lineales típicos, seleccionar y utilizar herramientas para analizar la estabilidad de sistemas no lineales, reconocer propiedades estructurales de sistemas no lineales.

Área Química Biológica

24. **Bioinformática:** Se estudiarán la aplicación de la tecnología computarizada a la gestión y análisis de datos biológicos con la finalidad de responder preguntas relacionados con estos.
25. **Biología molecular avanzada:** Se estudian los mecanismos moleculares de expresión y regulación génica en organismos procariotes y eucariotes.
26. **Bioquímica avanzada:** Se estudiarán los biocomponentes celulares, especialmente las proteínas, carbohidratos, y lípidos, así como los mecanismos de su regulación celular.

27. **Biotecnología de proteínas:** Se estudiarán los fundamentos teóricos y experimentales de la sobreexpresión de proteínas en sistemas de expresión heteróloga y su caracterización funcional lo que le permitirá familiarizarse con la ingeniería de proteínas.
28. **Diseño de fármacos:** El diseño de un fármaco estudia las estrategias metodológicas basadas en la síntesis química o semisíntesis a través de una modificación estructural a un precursor de origen natural o biotecnológico. Permite encontrar medicamentos mediante diseños basados en sus acciones biológicas.
29. **Ecotoxicología:** Estudia los efectos de los contaminantes en los ecosistemas, intentando explicar las causas y prever los riesgos probables. Evalúa la toxicidad de las sustancias antes de su producción y uso. Además de que permite confirmar si una sustancia produce daños en el ecosistema.
30. **Farmacología avanzada:** Se estudian los procesos que sufre un fármaco desde que se administra hasta que se elimina, entendiendo por ello la farmacodinamia, farmacocinética, toxicología. Así como también estudia las aplicaciones clínicas cuando las sustancias son utilizadas en el diagnóstico, prevención, tratamiento de una enfermedad.
31. **Proteómica:** Estudia específicamente a las proteínas, incluyendo modificaciones particularmente hechas a una proteína, producidas por un organismo o sistema. En el análisis proteómico es posible identificar proteínas que permiten desde diagnosticar una enfermedad o pronosticar la evolución de la estructura y función de la misma. Se utilizan la espectrometría de masas, electroforesis de dos dimensiones y la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).
32. **Química ambiental I y II:** Se propone abordar los problemas propios de cambios en el medio ambiente, considerando su caracterización, conservación, protección y prevención, así como la armonización de la producción química con un desarrollo sustentable, cuidando la preservación de los recursos naturales, suelo, aire y agua. Es decir busca la aplicación de la química al estudio de los problemas y la conservación del ambiente.
33. **Química analítica avanzada:** Se busca desarrollar la capacidad crítica para seleccionar, modificar, desarrollar y validar técnicas y métodos analíticos adecuados para la resolución de problemas reales, considerando métodos, funcionamiento, uso y aplicación del equipo instrumental analítico.

34. **Química combinatoria:** Se discutirá la síntesis o biosíntesis de una familia de compuestos que tienen una estructura base (bibliotecas químicas), con el propósito de descubrir o modificar moléculas considerando ensambles de bloques moleculares de construcción utilizando un soporte sólido.
35. **Quimiometría:** Se enfoca en la aplicación de métodos matemáticos o estadísticos para diseñar o seleccionar procedimientos de medida y experimentos óptimos, y para proporcionar la máxima información química mediante el análisis de datos químicos.

10.2.3. Ejemplos de combinaciones de asignaturas optativas.

- **Ejemplo 1,** para una opción de formación en Química, se tienen los cursos de: Espectroscopia, Electroquímica, Difracción de rayos X, Química de coordinación, Química organometálica y Síntesis orgánica. Estas asignaturas están enfocadas a comprender y explicar las transformaciones de la materia a nivel microscópico, proporcionando herramientas que permitan diseñar estrategias para sintetizar y caracterizar moléculas novedosas, así como establecer los mecanismos de formación. Además proporcionarán los fundamentos de las técnicas analíticas modernas utilizadas en la elucidación estructural. El conocimiento adquirido permitirá al estudiante proponer, plantear y efectuar estrategias que le permitan seleccionar métodos de síntesis y caracterización de especies químicas involucradas en su proyecto de investigación.
- **Ejemplo 2,** para la opción de Química-Biológica, se tienen los cursos de Espectroscopia, Electroquímica, Bioinformática, Bioquímica avanzada, Química analítica avanzada y Biología molecular avanzada. Estas asignaturas están enfocadas a comprender y explicar las transformaciones de la materia viva, dándole al estudiante elementos que le permitan diseñar estrategias para caracterizar biomoléculas o dar seguimiento a diferentes bioprocesos. Además proporcionarán las habilidades para el manejo de técnicas modernas utilizadas en biotecnología.

11 Plan de estudios



UNIVERSIDAD DE COLIMA
Coordinación General de Docencia

Vigencia a partir de: **Septiembre de 2010.**

Clave:

Total de créditos requeridos: **210**

Créditos de asignaturas obligatorias: **162**

Créditos de asignaturas optativas: **48**

EDUCACIÓN DE POSGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

PLAN DE ESTUDIOS:

DOCTORADO DIRECTO EN CIENCIAS QUÍMICAS

Clave	Asignaturas Obligatorias	HCA	HTI	TAA	Créditos
1	Estructura de la materia	60	68	128	8
2	Química-física avanzada	60	68	128	8
4	Laboratorio de investigación I	32	160	192	12
6	Laboratorio de investigación II	32	160	192	12
8	Laboratorio de investigación III	32	160	192	12
10	Laboratorio de investigación IV	32	160	192	12
12	Laboratorio de investigación V	32	160	192	12
3	Seminario de investigación I	32	64	96	6
5	Seminario de investigación II	32	96	128	8
7	Seminario de investigación III	32	96	128	8
9	Seminario de investigación IV	32	96	128	8
11	Seminario de investigación V	32	96	128	8
13	Seminario de investigación VI	32	96	128	8
14	Seminario de investigación VII	32	288	320	20
15	Seminario de investigación VIII	32	288	320	20
Clave	Optativas	HCA	HTI	TAA	Créditos

Doctorado Directo en Ciencias Químicas

16	Caracterización de materiales	60	68	128	8
17	Difracción de rayos-X	60	68	128	8
18	Electroquímica avanzada	60	68	128	8
19	Espectroscopia	60	68	128	8
20	Química computacional	60	68	128	8
21	Química cuántica avanzada	60	68	128	8
22	Química de coordinación	60	68	128	8
23	Química de polímeros	60	68	128	8
24	Química orgánica avanzada	60	68	128	8
25	Química organometálica	60	68	128	8
26	Síntesis orgánica	60	68	128	8
27	Álgebra lineal	64	64	128	8
28	Biorreactores	60	68	128	8
29	Cinética y catálisis	60	68	128	8
30	Control no lineal	64	64	128	8
31	Control inteligente	64	64	128	8
32	Dinámica de fluidos computacionales	64	64	128	8
33	Instrumentación virtual	64	64	128	8
34	Programación científica en FORTRAN	60	68	128	8
35	Simulación de procesos químicos	60	68	128	8
36	Sistemas lineales	64	64	128	8
37	Sistemas no lineales	64	64	128	8
38	Bioinformática	60	68	128	8
39	Biología molecular avanzada	60	68	128	8
40	Bioquímica avanzada	60	68	128	8
41	Biotecnología de proteínas	60	68	128	8
42	Diseño de fármacos	60	68	128	8
43	Ecotoxicología	60	68	128	8
44	Farmacología avanzada	60	68	128	8
45	Proteómica	60	68	128	8
46	Química ambiental I	60	68	128	8
47	Química ambiental II	60	68	128	8
48	Química analítica avanzada	60	68	128	8
49	Química combinatoria	60	68	128	8
50	Quimiometría	60	68	128	8
51	Temas selectos I	60	68	128	8

52	Temas selectos II	60	68	128	8
----	-------------------	----	----	-----	---

REFERENCIAS:

Cada hora de actividad de aprendizaje equivale a 0.0625 de crédito.

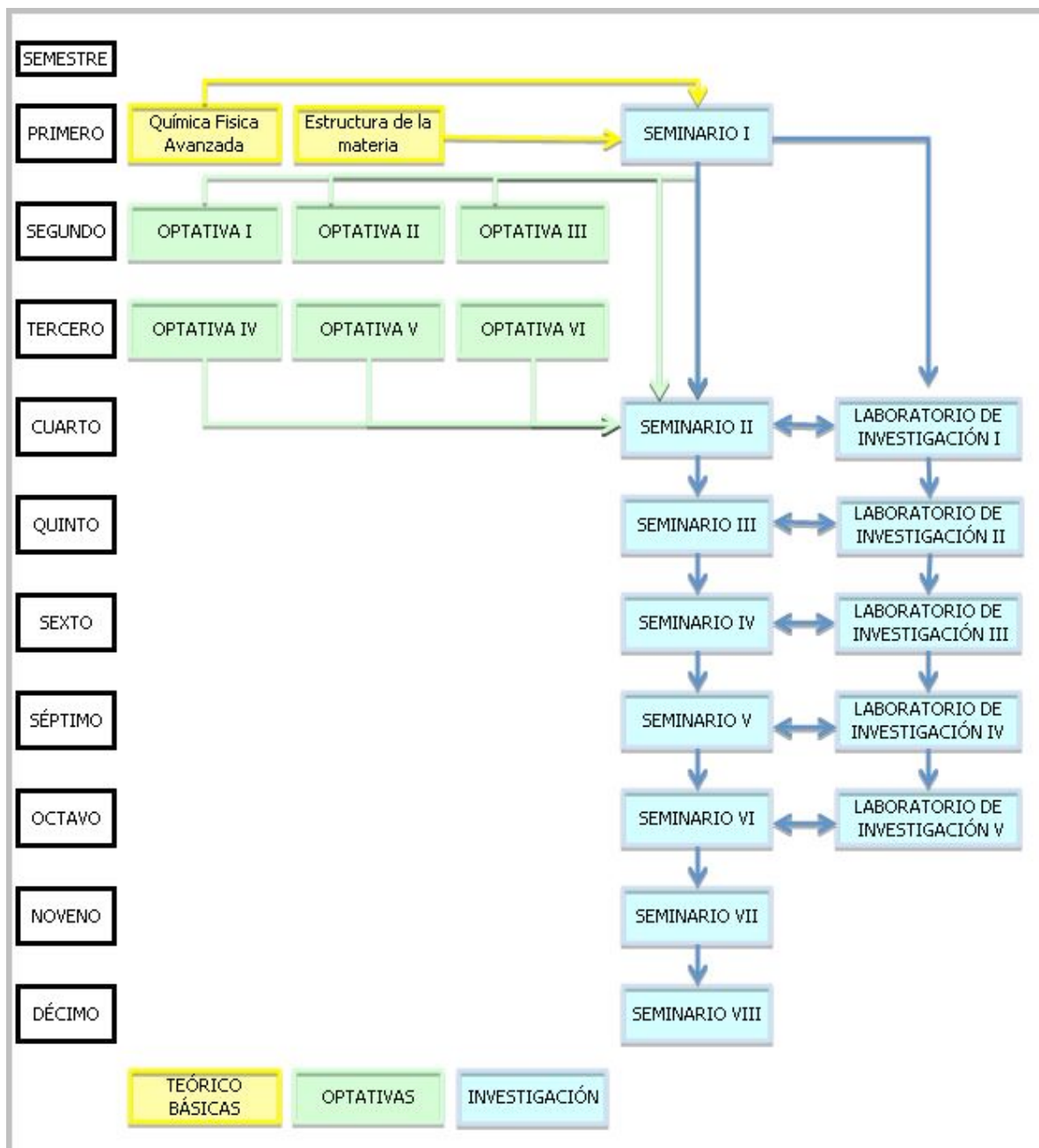
HCA: Horas / semestre bajo la conducción de un académico

HTI: Horas / semestre de trabajo independiente

TAA: Total de horas de actividades de aprendizaje.

	Asignaturas teórico básicas
	Asignaturas de Investigación
	Área: química biológica
	Área: procesos
	Área: química
	Comunes a las tres áreas

12 Mapa curricular



Cabe señalar que este mapa representa una muestra sobre la duración del plan de estudios, porque el programa posee gran flexibilidad en las asignaturas de seminario de investigación, éstas pueden moverse de semestre y acreditarse con anterioridad a los 5 años, plazo máximo para cursar el programa completo.

13

Programas de los cursos

ASIGNATURAS OBLIGATORIAS

Asignaturas teórico básicas

Asignaturas de investigación

DATOS GENERALES:

Nombre:	Estructura de la materia		
Ubicación:	1º semestre		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Jorge González González, Dr. Zeferino Gómez Sandoval.		

PRESENTACIÓN

En este curso se estudia las propiedades de los elementos químicos y sus compuestos, exceptuando los compuestos orgánicos. En él se asentarán los conocimientos básicos adquiridos en licenciatura y se profundizarán en tópicos necesarios para realizar una tesis doctoral en Ciencias Químicas. Además esta asignatura sirve de base para los cursos posteriores de Química de coordinación, Química organometálica, Bioquímica, Química analítica, etc.

Inicia con los fundamentos de la estructura atómica, continua con una introducción a la teoría de grupos enfocado a las propiedades de simetría de las moléculas, las aplicaciones en la espectroscopía y en la generación de orbitales moleculares adaptadas a simetría. También se contempla el análisis de la naturaleza del enlace químico, reactividad molecular y el estudio de ácidos y bases duros y blandos.

PROPÓSITO DEL CURSO

El objetivo de esta materia es que el alumno sea capaz de predecir la estructura y las propiedades químicas de elementos y de sus compuestos simples, tanto iónicos como covalentes; describir los conceptos más importantes y modelos matemáticos relacionados con la estructura de la materia, y discutir su aplicación. Eventualmente el estudiante debe ser capaz de aplicar estos conocimientos de acuerdo a las situaciones de su entorno.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

- UNIDAD I ESTRUCTURA ATÓMICA
- 1.1 Ecuación de Schrödinger. Orbitales atómicos.
 - 1.2 Configuraciones electrónicas.
 - 1.3 Carga nuclear efectiva.
 - 1.4 Tabla periódica. Propiedades periódicas.
- UNIDAD II MODELO DE ENLACE DE LEWIS

- 2.1 Octeto, carga formal, resonancia.
- 2.2 Geometría de moléculas simples (modelo VSEPR).
- 2.3 Momentos dipolares.
- UNIDAD III SIMETRÍA MOLECULAR
 - 3.1 Elementos de simetría.
 - 3.2 Teoría de grupos.
 - 3.3 Grupos puntuales de simetría.
 - 3.4 Tablas de caracteres.
 - 3.5 Representaciones reducibles e irreducibles.
 - 3.6 Actividad en IR y RAMAN.
- UNIDAD IV TEORÍA DE ORBITAL MOLECULAR
 - 4.1 Introducción a la teoría.
 - 4.2 Orbitales moleculares en moléculas diatómicas.
 - 4.3 Orbitales moleculares en moléculas poliatómicas.
 - 4.4 Teoría de orbitales moleculares en sólidos (Modelo de Bandas).
- UNIDAD V MATERIA CRISTALINA
 - 5.1 Cristalinidad. Celda unidad.
 - 5.2 Modelos por empaquetamiento de esferas.
 - 5.3 Estructuras tipo.
 - 5.4 Energía reticular.
 - 5.5 Defectos en sólidos.
- UNIDAD VI ÁCIDO-BASE
 - 6.1 Modelo de Brönsted-Lowry.
 - 6.2 Modelo de Lewis.
 - 6.3 Ácidos y bases: duros y blandos.
 - 6.4 Relación estructura y fuerza de ácidos y bases.
- UNIDAD VII OXIDACIÓN Y REDUCCIÓN
 - 7.1 Obtención de algunos elementos.
 - 7.2 Potenciales de reducción.
 - 7.3 Estabilidad redox en agua.
 - 7.4 Diagramas de Latimer
 - 7.5 Diagramas de Frost.
- UNIDAD VIII QUÍMICA DE LOS ELEMENTOS DE LOS GRUPOS PRINCIPALES
 - 8.1 Propiedades de los alcalinos y alcalino térreos.
 - 8.2 Propiedades de los elementos del grupo IIIA.
 - 8.3 Propiedades de los elementos del grupo IVA.
 - 8.4 Propiedades de los elementos del grupo VA.
 - 8.5 Propiedades de los elementos del grupo VIA.
 - 8.6 Propiedades de los elementos del grupo VIIA.
 - 8.7 Propiedades de los elementos del grupo VIIIA.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

Las clases se llevarán a cabo mediante exposiciones por parte del profesor fundamentalmente. La actividad académica se llevará a cabo en forma de seminarios, tanto por parte del profesor como por los estudiantes. Primero se dará una exposición oral por parte de los estudiantes interaccionando con el profesor, para situar y discutir cada uno de los temas. Estas exposiciones serán resultados de previa investigación bibliográfica, siendo estructuradas a partir de la lectura, análisis, reflexión y discusión de los libros y los artículos de investigación. Se facilitará la retroalimentación cognoscitiva durante las exposiciones, así como también se presentarán resultados de tareas propuestas por el maestro.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

La calificación del curso constará de varios aspectos:

Primero, examen escrito dividido en dos partes: manejo de conceptos teóricos y resolución de problemas; segundo, presentación de artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma; tercero, tareas (resolución de problemas), las cuales se entregarán después de 10 días de ser asignadas, cuentan como derecho a examen.

La ponderación corresponde a: Examen 50%, Tareas 20%, Exposiciones 30%.

BIBLIOGRAFÍA

1. Angelici, R. J. (2010). *Técnica y síntesis en química inorgánica*. España: Editorial Reverté.
2. Cotton, A. F. (1991). *La Teoría de Grupos Aplicada a la Química*. México: Editorial Limusa.
3. Cotton, F. Albert; Wilkinson, Goffrey; Murillo, Carlos A.; Bochmann, Manfred (1998). *Advanced Inorganic Chemistry*. Editorial Wiley-Interscience.
4. Douglas, B.E.; Mc Daniel, D.H.; Alexander, J.J. (1994). *Conceptos y Modelos de Química Inorgánica*. 2a.Ed España: Editorial Reverté.
5. Greenwood, N. N. y Earnshaw, A. (1997). *Chemistry of the elements*. Editorial Pearson.
6. Housecroft, C. E.; Sharpe, A.G. (2006). *Química inorgánica*. 2a. Ed Pearson Educación.
7. Huheey, J. E.; Heiter, E. A.; Keiter, R. L. (2005). *Química Inorgánica: Principios de Estructura y Reactividad*. 4ª Ed. Ed. Alfa-Omega, Oxford.
8. Jolly, W. L. (1998). *Modern Inorganic Chemistry*. 2a.Ed McGraw-Hill.
9. Miesler, Gary L. y Tarr, Donald A., (2004). *Inorganic Chemistry*. Editorial Pearson Prentice Hall.
10. Rayner-Canham, G. (1999). *Descriptive Inorganic Chemistry*. 2a.Ed. W. H. Freeman And Company.

11. Rayner-Canham, G. (2000). *Química Inorgánica Descriptiva*. 2a. Ed. Pearson Educación: Prentice Hall.
12. Shriver, D.F.; Atkins, P.W.; Langford, C.H. (2000). *Química inorgánica*. Editorial Reverté.
13. Shriver, P.W. Atkins y C.H. Langford., (1998). *Química Inorgánica*, España: Editorial Reverté.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Química – física avanzada		
Ubicación:	1º semestre		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Juan Reyes Gómez, Dr. Zeferino Gómez Sandoval.		

PRESENTACIÓN

Todo estudiante de química debe de contar con fundamentos sólidos de termodinámica, lo que permitirá entender y mejorar sus conocimientos de otras disciplinas de química, por ser ésta la base científica en que se desarrollan estas áreas del conocimiento.

PROPÓSITO DEL CURSO

Es el revisar y describir los conceptos más importantes y modelos matemáticos relacionados con los temas afines, y discutir su aplicación de tal forma de que el estudiante sea capaz de aplicarlos adecuadamente de acuerdo a la situaciones de su entorno.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

- UNIDAD I FUNDAMENTOS
 - 1.1 Definiciones Fundamentales.
 - 1.2 Leyes de la termodinámica.
 - 1.3 Ecuaciones fundamentales de la termodinámica.
 - 1.4 Ecuaciones de Gibbs-Duhem y Tds.
 - 1.5 Potenciales Termodinámicos: Relaciones de Maxwell.
- UNIDAD II PRINCIPIOS DE MECÁNICA ESTADÍSTICA
 - 2.1 Tipos de Ensembles y Funciones de Partición.
 - 2.2 Promedios Termodinámicos y Fluctuaciones.
- UNIDAD III PROPIEDADES RELACIONADAS CON MEZCLAS
 - 3.1 Relación PVTN para mezclas, no electrolitos.
 - 3.2 Propiedades coligativas.
 - 3.3 Equilibrio químico sistemas no ideales, no electrolitos.
 - 3.4 Modelos de coeficiente de actividad, para fases condensadas fluidos.
 - 3.5 Modelos de coeficiente de actividad para fases sólidas.

UNIDAD IV EQUILIBRIO DE FASES

- 4.1 Equilibrio de fases de sustancias puras.
- 4.2 Equilibrio de fases en sistemas multicomponentes.
- 4.3 Disolución de fases condensadas.
- 4.4 Equilibrio en sistemas con componentes supercríticos.

UNIDAD V DISOLUCIONES DE ELECTROLITOS

- 5.1 Características generales de una disolución de electrolitos.
- 5.2 Modelo de Debye-Hückel.
- 5.3 Teoría Beyond Debye-Hückel.
- 5.4 Otros modelos.

UNIDAD VI CINÉTICA QUÍMICA

- 6.1 Mecanismos de reacción y modelos cinéticos.
- 6.2 Cinética de reacciones homogéneas.
- 6.3 Reacciones gas-sólido no catalizadas.
- 6.4 Reacciones gas-líquido no catalizadas
- 6.5 Reacciones catalizadas por sólidos

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

La actividad académica se llevará a cabo en forma de seminarios. Se dará una exposición oral por parte de los estudiantes interaccionando con el profesor, para situar y discutir el tema. Los temas deberán ser investigados por los estudiantes, que estructurarán el trabajo a partir de la lectura, análisis, reflexión y discusión de los libros y los artículos de investigación. Se facilitará la retroalimentación cognoscitiva durante las exposiciones.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

Para la calificación del curso se considerarán varios aspectos:

Primero, examen escrito dividido en dos partes: manejo de conceptos teóricos y resolución de problemas; segundo, presentación artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma; tercero, tareas (resolución de problemas), las cuales se entregarán después de 10 días de ser asignadas, cuentan como derecho a examen.

La ponderación corresponde a: Examen 50%, Tareas 20%, Exposiciones 30%.

BIBLIOGRAFÍA

1. Castellan, G. W., (2005). *Fisicoquímica*. México: Ed. Addison.
2. Izquierdo, J. F.; Cunhill, F.; Tejero, J.; Iborra, M. y Fité, C., (2004). *Cinética de las Reacciones Químicas*. España: Ed. Universidad de Barcelona.
3. Klotz, I. M.; Rosenberg, R. M (2000). *Chemical Thermodynamics: Basic Theory and Methods*. 6th Edition. Canadá: Ed. John Wiley & Sons.

4. Klotz, I. M.; Rosenberg, R. M (2008). *Chemical Thermodynamics: Basic Concepts and Methods*. 7th Edition. Wiley-Interscience.
5. Koga, Y (2007). *Solution Thermodynamics and its Application to Aqueous Solutions: A Differential Approach*. Elsevier Science.
6. Kondepudi, D. (2008). *Introduction to Modern Thermodynamics*. Wiley.
7. Lee, L. (2008). *Molecular Thermodynamics of Electrolyte Solutions*. World Scientific Publishing Company.
8. Sonntag, R E., y Van Wylen G.J. (1998). *introduction to thermodynamics : classical and statistical*. 5ª Ed. U. S. A. John Wiley & Sons, Inc.
9. Tester, J. W. & Modell, M. (1997). *Thermodynamics and its Applications*. 3rd Edition. Prentice Hall.

DATOS GENERALES:

Nombre:

Seminario de investigación I - VIII

Elaborado por:

Dra. Ana Lilia Peraza Campos, Dr. Julio Hernández Díaz, Dr. Francisco Javier Martínez Martínez

Nombre,	Ubicación : Semestre	HBCA ⁹	HTI ¹⁰	TAA ¹¹	Créditos
S. de investigación I	De 1º. A 3º.	32	64	96	6
S. de investigación II	4º.	32	96	128	8
S. de investigación III	5º.	32	96	128	8
S. de investigación IV	6.	32	96	128	8
S. de investigación V	7º.	32	96	128	8
S. de investigación VI	8º.	32	96	128	8
S. de investigación VII	Desde 7º semestre	32	288	320	20
S. de investigación VIII		32	288	320	20

PRESENTACIÓN

Se discutirá sobre gestión y análisis de la información, esto le ayudará al estudiante a buscar la información para construir su marco teórico, elaborar su pregunta de investigación, definir los objetivos y metas de su proyecto, proponer la metodología más adecuada y calendarizar las actividades para realizar su investigación.

Con el análisis de la información, el estudiante estructurará su marco teórico, ajustará las metas de su proyecto, y calendarizará las actividades para realizar su investigación.

PROPÓSITO DEL CURSO

Que el estudiante adquiera las habilidades para el uso de las herramientas de gestión de información y manejo de las bases de datos.

Así como diseñar el marco conceptual e investigar el estado del arte (investigaciones previas) del fenómeno a estudiar, definir y delimitar el problema de investigación.

⁹ HBCA = horas bajo la conducción de un académico,

¹⁰ HTI = horas de trabajo independiente

¹¹ TAA = Total de horas de actividades de aprendizaje

Que el estudiante resuma su investigación bibliográfica, consolide las habilidades para el uso de las herramientas de gestión de información y manejo de las bases de datos, así como la elabore informes sobre los avances en su investigación, todo esto encaminado a que construya su documento de su investigación final.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Elaborará el proyecto de su trabajo recepcional. Cada semestre, el estudiante someterá a evaluación los avances en su investigación bibliográfica, así como los resultados de avance de su proyecto de investigación.

Las características del documento del avance semestral deben concordar con el formato señalado en las Normas Complementarias al Reglamento Escolar de Posgrado, correspondientes al inciso 4.2.¹²

Los últimos dos seminarios, el estudiante los acreditará: con la carta de aceptación de la publicación de un artículo de investigación a partir de sus datos experimentales y/o aprobar el examen predoctoral, el orden puede ser indistinto.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

La actividad académica se llevará a cabo en forma de seminarios. Se dará una exposición oral por parte de los estudiantes interaccionando con el profesor, para situar y discutir el tema. Los temas deberán ser investigados por los estudiantes, que estructurarán el trabajo a partir de la lectura, análisis, reflexión y discusión de los libros y los artículos de investigación.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

Como resultado del trabajo escrito, el estudiante generará su proyecto de investigación el cual será evaluado por el titular de la materia y dos profesores de su comité tutorial. La calificación global corresponde para el trabajo escrito al 70% y a la presentación oral, 30 %.

Los atributos a calificar del documento escrito son:

- Introducción. Descripción clara del contenido del proyecto.
- Planteamiento del problema. Tener la pregunta de investigación clara y concreta y objetivos realistas, coherentes entre sí y con el tema a tratar.
- Metodología. Métodos y técnicas a utilizar bien establecidos y congruentes con los objetivos, así como óptima organización de los métodos y técnicas
- Resultados. Presenta en resumen los avances logrados hasta el último semestre. Presenta nuevos resultados bien organizados y muestra relevancia de los mismos

¹² Pag 47 de Normas complementarias del Reglamento Escolar de Posgrado.

- Discusión de los resultados, Interpretación y análisis de resultados, Manejo de literatura en la discusión de resultados y a partir del análisis de los resultados propone alternativas o nuevas propuestas para su investigación
- Redacción del documento: Buena Ortografía y Sintaxis.

Los atributos a calificar de la presentación son: dominio del tema, capacidad en el planteamiento de problema, organización de la exposición, lenguaje empleado, claridad de la exposición, organización e interpretación de los resultados, capacidad de responder a las dudas de los revisores, actitud receptiva para la mejora.

La siguiente tabla ejemplifica como se califica el desarrolla del proyecto doctoral en esta asignatura:

Actividades a realizar y avances a presentar por cada seminario	
Seminario de investigación I	• Entrevista con profesores del programa para conocer sus líneas de investigación (LGAC) • Selección de LGAC en la que quedará inscrito su proyecto. • Aprendizaje y uso de las herramientas de gestión de información y manejo de las bases de datos. • Elaboración de un documento donde considera todos los siguientes puntos: marco teórico, pregunta de investigación, definición de objetivos y metas de su proyecto, calendarizar las actividades de investigación. • Asignación del Comité Tutorial, • Evaluación de la presentación oral y del trabajo escrito por el titular de la materia y de su comité tutorial.
Seminario de investigación II	• Presentación y discusión de al menos un tema relacionado con sus proyecto de investigación (artículos científicos). • Elaboración del preproyecto de investigación; diseñará su plan de investigación, estableciendo el qué, cómo y para qué. (Objetivos, preguntas, justificación, fundamentar y justificar la relevancia del proyecto, métodos experimentales, bibliografía, etcétera). • Evaluación del trabajo escrito por el titular de la materia y de su comité tutorial. • Recalendariza las actividades para realizar su investigación.
Seminario de investigación III	• Presentación del <i>Examen de avance</i>, así como de documento del proyecto que contendrá un análisis de sus primeros resultados experimentales, • Evaluación de la presentación oral y del trabajo escrito por el

Actividades a realizar y avances a presentar por cada seminario	
	titular de la materia y de su comité tutorial. • En caso de no estar suficientemente preparado tendrá una segunda oportunidad hacia los dos últimos meses del semestre.
Seminario de investigación IV	• Presentación y discusión de al menos un tema relacionado con sus proyecto de investigación (artículos científicos). • Presentación oral y escrita del documento del avance del proyecto doctoral.
Seminario de investigación V	• Presentación y discusión de al menos un tema relacionado con sus proyecto de investigación (artículos científicos). • Presentación oral y escrita del documento del avance del proyecto doctoral.
Seminario de investigación VI	• Presentación y discusión de al menos un tema relacionado con sus proyecto de investigación (artículos científicos). • Presentación oral y escrita del documento del avance del proyecto doctoral.
Seminario de investigación VII-VIII	• Se acreditan con: la aceptación y/o publicación de un artículo de investigación a partir de sus datos experimentales; y/o aprobar el examen predoctoral, el orden puede ser indistinto.

BIBLIOGRAFÍA

1. Coghill A. M. and Garson L. R. (2006). *The ACS style guide: effective communication of scientific information*. American Chemical Society/Oxford University Press. 3rd ed. USA.
2. Day R. A., (2005). *Cómo escribir y publicar trabajos científicos*. Washington D.C.: OPS. (tercera edición en español).
3. Lebrun J. (2007). *Scientific Writing A Reader And Writer's Guide*, Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
4. Peat J., Elliott E., Baur L., Keena V. (2002). *Scientific Writing Easy when you know how*. Spain: BMJ Books.
5. Weissberg R. and Buker S. (1990). *Writing Up Research Experimental Research Report Writing for Students of English*, New Jersey, USA: Prentice-Hall, Inc.
6. *Herramientas para la escritura científica* / Fistera.com: Herramientas útiles en atención primaria de salud [consultado 9/5/2004]
http://www.fistera.com/recursos_web/mbe/escritu_cientifica.htm
7. *APA Style Help*, <http://www.apastyle.org/apa-style-help.aspx>

8. *Requisitos uniformes para preparar los manuscritos que se presentan a las revistas biomédicas: redacción y edición de las publicaciones biomédicas* / Comité Internacional de directores de Revistas Médicas. En: *Rev Panam Salud Publica*, v. 15 (1) enero 2004.
http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1020-49892004000100007&lng=en&nrm=iso&tlng=es
9. *Intelligent Information to accelerate Research, Scientific Discovery and Innovation*, Thomson Reuters, <http://science.thomsonreuters.com/>

DATOS GENERALES:

Nombre:	Laboratorio de investigación I – V		
Ubicación:	De 4º a 8º semestre		
Distribución del tiempo:	32 horas bajo la conducción de un académico; 160 Horas de trabajo independiente		
Total:	192 horas	Créditos:	12
Elaborado por:	Dra. Ana Lilia Peraza Campos, Dr. Francisco Javier Martínez Martínez, Dr. Zeferino Gómez Sandoval		

PROPÓSITO DEL CURSO

Esta asignatura consiste en desarrollar el trabajo experimental de la tesis, dicho trabajo se efectuará en el laboratorio de investigación de su asesor. La evaluación estará a cargo del asesor, considerando el desempeño del alumno, el conocimiento de la literatura relacionada con el campo de investigación (actualización constante del alumno) y la presentación de los reportes escritos de los avances de investigación, así como su apego a los principios éticos correspondientes.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

El estudiante lo acreditará desarrollando la parte experimental de su proyecto de investigación. El grado de avance lo calificará(n) su asesor(es). La siguiente tabla ejemplifica como se califica el desarrollo del proyecto doctoral en esta asignatura

SEMESTRE		AVANCES
4º.	Laboratorio de Investigación I	- El asesor califica la participación del estudiante en el laboratorio, considerando su asistencia, puntualidad y desempeño de su trabajo en el laboratorio. Además del manejo de la metodología y técnicas instrumentales básicas experimentales acordes al área de estudio correspondiente. - Considera el número de resultados previos a la presentación de su examen de avance. - Se espera que el asesor reporte al menos un 20% de avance de su proyecto doctoral
5º.	Laboratorio de Investigación II	Se califica la participación del estudiante al laboratorio, considerando su asistencia, puntualidad y desempeño de su trabajo en el laboratorio.

SEMESTRE		AVANCES
		• Se considera el enriquecimiento en el manejo de nuevas metodologías o técnicas experimentales acordes al área correspondiente. • Entrega al asesor de sus resultados experimentales, así como su análisis y discusión. • Se espera el asesor reporte al menos un 40% de avance de su proyecto doctoral
6º.	Laboratorio de Investigación III	• Se califica la participación del estudiante al laboratorio, considerando su asistencia, puntualidad y desempeño de su trabajo en el laboratorio. • Se considera el enriquecimiento en el manejo de nuevas metodologías o técnicas experimentales acordes al área correspondiente. • Se continúa con la entrega los resultados experimentales, su análisis y discusión, así como se da seguimiento a las propuestas de su examen de avance, todo esto considerando su futura publicación. • se espera el asesor reporte al menos un 60% de avance de su proyecto doctoral
7º.	Laboratorio de Investigación IV	• Se continúa con la entrega los resultados experimentales, así como se da seguimiento a las propuestas de su examen de avance. • También se considera el enriquecimiento en el manejo de nuevas metodologías o técnicas experimentales acordes al área correspondiente. • se analiza, se espera el asesor reporte al menos un 80% de avance de su proyecto doctoral
8º.	Laboratorio de Investigación v	• Se entregan los últimos resultados experimentales, para su análisis y posterior publicación

ASIGNATURAS OPTATIVAS

13

Área química

¹³ Cada alumno deberá elegir seis cursos, en acuerdo con su tutor/asesor, en función de la naturaleza de su trabajo y sus expectativas de formación, y avalado por la Comisión del programa.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Caracterización de materiales		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Valentín Ibarra Galván, Dr. Juan Reyes Gómez, Dr. Carlos Ignacio Villa Velázquez Mendoza.		

PRESENTACIÓN.

Esta asignatura sentará las bases para el conocimiento y uso de las técnicas experimentales de caracterización y su aplicación en los materiales.

PROPÓSITO DEL CURSO

Al finalizar el curso el alumno conocerá las diferentes técnicas que se emplean en la caracterización de materiales, sus fundamentos y aplicación de resultados en el conocimiento de las propiedades de los materiales.

CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

- UNIDAD I INTRODUCCIÓN
 - 1.1 Análisis de superficie.
 - 1.2 Determinación del ángulo de contacto.
 - 1.3. Determinación de la energía superficial.
- UNIDAD II ESPECTROCOPIA ELECTRÓNICA AUGER Y DE RAYOS-X.
 - 2.1 Modelo atómico y configuración electrónica.
 - 2.2 Principios de XPS y AES.
 - 2.3 Instrumentación.
 - 2.4 Límites de detección de XPS.
 - 2.5 Aplicaciones de XPS.
 - 2.6 Aplicaciones de AES.
- UNIDAD III MICROSCOPIA DE EFECTO TÚNEL Y MICROSCOPIA DE FUERZA ATÓMICA
 - 3.1 Fundamentos teóricos.
 - 3.2 Instrumentación.
 - 3.3 Modos de operación.
 - 3.4 Diferencias entre STM y AFM.
 - 3.5 Aplicaciones.

UNIDAD IV DIFRACCIÓN DE RAYOS X

- 4.1 Generación y características de los rayos X.
- 4.2 Planos reticulares y la Ley de Bragg.
- 4.3 Difracción de Polvo.
- 4.4 Difracción en películas delgadas.
- 4.5 Determinación de la textura.
- 4.6 Ángulo de incidencia en difracción de rayos X.

UNIDAD V MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE TRANSMISIÓN

- 5.1 Conceptos básicos de microscopios electrónicos de transmisión.
- 5.2 Red recíproca.
- 5.3 Preparación de muestras.
- 5.4 Imágenes de campo claro y campo oscuro.
- 5.5 Espectroscopia EELS.

UNIDAD VI MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO

- 6.1 Introducción a técnicas de microscopia electrónica de barrido.
- 6.2 Interacción haz de electrones-muestra.
- 6.3 Parámetros de Funcionamiento del SEM.
- 6.4 Aplicaciones.

UNIDAD VII MACRO Y MICRO ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL

- 7.1 Macro y Micro Calorimetría.
- 7.2 Calorimetría isotérmica de titulación.
- 7.3 Análisis termogravimétrico.

UNIDAD VIII MICROSCOPIA CONFOCAL DE FLUORESCENCIA

- 8.1 Colorantes fluorescentes y de Fluorescencia.
- 8.2 Microscopía de fluorescencia.
- 8.3 Características del láser para microscopia confocal de fluorescencia.
- 8.4 Aplicaciones de LCFM.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

Se emplean los lineamientos didácticos tradicionales mediante la exposición oral del catedrático quien promoverá la participación de los alumnos en clase, facilitando así la retroalimentación cognoscitiva; además el catedrático se apoyará de todos los equipos auxiliares para facilitar sus exposiciones como son: pintarrón, proyector de acetatos y diapositivas, proyector de cuerpos opacos, DVD, sala de computación, etc.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

La calificación del curso considerará varios aspectos:

Primero: examen escrito dividido en dos partes: manejo de conceptos teóricos y resolución de problemas; segundo, presentación de artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo

frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma; tercero, tareas (resolución de problemas), las cuales se entregarán después de 10 días de ser asignadas, cuentan como derecho a examen. La ponderación corresponde a: Examen 50%, Tareas 20%, Exposiciones 30%. Se consideran las tres evaluaciones parciales, programadas durante el semestre.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ashby, Michael; Hugh Shercliff and David Cebon (2007). *Materials: engineering, science, processing and design*. 1st ed. Butterworth-Heinemann.
2. Brandon, D. (2008). *Microstructural Characterization of Materials, Microstructural Characterization of Materials*. John Wiley & Sons.
3. Byron, R.; Leif, C. A.; and Donald, A. F. (2003). *Experimental Characterization of Advanced Composite Materials*. 3rd Edition. CRC Press.
4. Callister, Jr., William D. (2000). *Materials Science and Engineering - An Introduction*. 5th ed. John Wiley and Sons.
5. (1986). *Materials Characterization, ASM Handbook Volume 10*, ASM INTERNATIONAL.
6. Mathews, F.L. & Rawlings, R.D. (1999). *Composite Materials: Engineering and Science*. Boca Raton: CRC Press.
7. Zhang, S. y Yang, N (2008). *Materials Characterization Techniques*. USA: Technological University, CRC Press.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Difracción de rayos-X		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Ángel Andrés Ramos Organillo, Dr. Jorge González González.		

PRESENTACIÓN

Esta asignatura permite continuar con el análisis de las técnicas analíticas que son complementarias y que permitirá al estudiante conocer sus ventajas y limitaciones. Esta asignatura está orientada hacia la adquisición de conocimientos básicos relacionados con:

a) El funcionamiento de los componentes instrumentales que permiten la obtención de datos analíticos, b) la optimización de las condiciones experimentales que permiten el uso adecuado de los instrumentos y c) el aprovechamiento de la información obtenida.

Las tendencias de la investigación científica dentro del campo de la caracterización, obligan a utilizar la tecnología más avanzada para buscar el rendimiento óptimo de los recursos sintéticos y naturales. De igual forma, el avance en la investigación, lleva al desarrollo y la consolidación de técnicas espectroscópicas de relevancia tales como: la difracción de rayos- X (de monocristal y de polvos), la cual combina la parte teórica y práctica de muestras en estado sólido. Esta técnica analítica complementa en gran medida a otras técnicas para la elucidación estructural.

PROPÓSITO DEL CURSO

Comprender el fundamento y el desarrollo de la difracción de rayos X. Interactuar con los equipos y programas que se utilizan, así como con en el análisis de datos que se obtienen de los diferentes equipos. Desarrollar habilidades y técnicas en la manipulación de muestras en estado sólido. Identificar la técnica adecuada a sus necesidades de investigación.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

- UNIDAD I PROPIEDADES CRISTALINAS
- 1.1 ¿Qué son los cristales y cómo se clasifican?
 - 1.2 Propiedades de los cristales.

- UNIDAD II FUNDAMENTO DE LA DIFRACCIÓN DE RAYOS-X
- 2.1 El fenómeno de la difracción.
- UNIDAD III LA SIMETRÍA EN LOS CRISTALES
- 3.1 Red cristalina.
- 3.2 Celda unitaria.
- 3.3 Planos e índices de Miller.
- 3.4 Grupos puntuales, grupos de Laue.
- 3.5 Sistemas cristalinos.
- 3.6 Redes de Bravais.
- 3.7 Grupos espaciales.
- UNIDAD IV DIFRACCIÓN DE RAYOS-X DE CRISTALES
- 4.1 Ley de Brag.
- 4.2 Ley de Friedel.
- 4.3 Espacio recíproco.
- 4.4 Relación entre red directa y red recíproca.
- UNIDAD V MÉTODOS EXPERIMENTALES EN DIFRACCIÓN DE RAYOS-X
- 5.1 Fuentes.
- 5.2 Técnicas de colección de datos para monocristales.
- 5.3 Técnicas de colección de datos para muestras policristalinas.
- 5.4 Reducción de datos.
- UNIDAD VI MANIPULACIÓN DE DATOS, SOLUCIÓN Y REFINAMIENTO DE ESTRUCTURAS
- 6.1 Reducción de datos.
- 6.2 Problemas de absorción y como corregirla.
- 6.3 Problemas de la fase: Patterson, Métodos directos.
- UNIDAD VII ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS
- 7.1 Información que se puede obtener.
- 7.2 Confiabilidad de los resultados.
- 7.3 Vibración atómica.
- 7.4 Desorden estadístico.
- 7.5 Dispersión anómala, configuración absoluta.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

El desarrollo de este curso será utilizando dinámicas de grupo y la participación activa del alumno en la discusión de temas en el salón de clases.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

La calificación del curso se considerarán varios aspectos:

Primero, examen escrito dividido en dos partes: manejo de conceptos teóricos y resolución de problemas; segundo, presentación artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo,

discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma; tercero, tareas (resolución de problemas), las cuales se entregarán después de 10 días de ser asignadas, cuentan como derecho a examen.

La ponderación corresponde a: Examen 50%, Tareas 20%, Exposiciones 30%

BIBLIOGRAFÍA

1. Giacobazzo, C., Monaco, H. L., Viterbo, D., Scordari, F., Gill, G., Zanotti, G., Catti M. (1995). *Fundamentals of Crystallography*, IUCr.
2. Glusker J. and Trueblood, K. (1985). *Crystal Structures Analysis. A primer*. 2nd. Ed Oxford University Press.
3. Mak T. C. W. and Zhou, G.-D. (1992). *Crystallography in Modern Chemistry*. John Willey & Sons.
4. Stout, G. H., & Jensen, L. H. (1989). *X-Ray Structure Determination, A practical guide*. 2nd ed. John Wiley & Sons
5. Jenkins, R. and Snyder, R. L., (1996). *Introduction to X-Ray Powder Diffractometry*. New York: J. Wiley and Sons.
6. Zhong Li Wang (2000). *Characterization of Nanophase Materials*. Weinheim, Wiley-VCH.
7. Bases de datos:
 - a. Web of Science (Bibliotecas, Universidad de Colima)
 - b. HEBSCO Host (Bibliotecas, Universidad de Colima)
8. Portales:
 - c. REMBA (Science, ProQuest, CSA Bio One, Elsevier, Gale, Nature) (Bibliotecas, Universidad de Colima)
 - d. ACS Publications, (Bibliotecas, Universidad de Colima)

DATOS GENERALES:

Nombre:	Electroquímica avanzada		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Juan Reyes Gómez, Dr. Luis Ángel García de la Rosa, Dr. Valentín Ibarra Galván.		

PRESENTACIÓN

Los campos de la electroquímica y química electroquímica han evolucionado sustancialmente, el entendimiento de procesos electroquímicos mejora sustancialmente la correcta aplicación de técnicas ó fenómenos involucrados en diferentes procesos o métodos electroquímicos.

PROPÓSITO DEL CURSO

Este curso tiene la finalidad de proveer la comprensión de los fundamentos de los modelos electroquímicos que en la actualidad se encuentran en uso, así como los avances más recientes en el estado del arte.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

- UNIDAD I INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS BÁSICOS
- 1.1 Aplicaciones en electroquímica.
 - 1.2 Ley de Faraday.
 - 1.3 Conceptos básicos en electroquímica.
 - 1.4 Potencial.
 - 1.5 Potencial Standard.
 - 1.6 Celdas electroquímicas y resistencia en celdas electroquímicas.
 - 1.7 Celda de tres electrodos.
- UNIDAD II TERMODINÁMICA DE REACCIONES EN CELDAS ELECTROQUÍMICAS
- 2.1 Reversibilidad y energía libre de Gibbs.
 - 2.2 FEM y energía libre de Gibbs de una celda electroquímica.
 - 2.3 Propiedades termodinámicas a partir de mediciones electroquímicas.
 - 2.4 FEM y concentración.
 - 2.5 Potenciales electroquímicos.
 - 2.6 Uniones líquidas.
 - 2.7 Diagramas de Pourbaix.

UNIDAD III ESTRUCTURA DE LA DOBLE CAPA EN INTERFASES ELECTRODO-ELECTROLITO

- 3.1 Modelo de Helmholtz.
- 3.2 Modelo de Gouy-Chapman.
- 3.3 Modelo de Stern.

UNIDAD IV CINÉTICA ELECTROQUÍMICA

- 4.1 Introducción.
- 4.2 Modelos basados en energía libre.
- 4.3 Ecuación corriente-sobrepotencial.
- 4.4 Gráficas de Tafel.
- 4.5 Mecanismos de reacción.
- 4.6 Efectos de transferencia de masa en modelos cinéticos.

UNIDAD V TRANSPORTE DE MASA EN CELDAS ELECTROQUÍMICAS

- 5.1 Transporte por migración y difusión.
- 5.2 Transporte migracional.
- 5.3 Transporte difusional.
- 5.4 La ecuación de convección-difusión-migración.
- 5.5 Electrolitos binarios.
- 5.6 Convección libre y convección forzada.

UNIDAD VI DISTRIBUCIÓN DE CORRIENTE Y POTENCIAL

- 6.1 Introducción.
- 6.2 Distribución de potencial en celdas electroquímicas.
- 6.3 Distribución primaria de corriente.
- 6.4 Distribución secundaria de corriente.
- 6.5 Distribución terciaria de corriente.
- 6.6 Distribución de corriente limitada por transporte de masa.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

La actividad académica se llevará a cabo en forma de seminarios. Se dará una exposición oral por parte de los estudiantes interaccionando con el profesor, para situar y discutir el tema. Los temas deberán ser investigados por los estudiantes, que estructurarán el trabajo a partir de la lectura, análisis, reflexión y discusión de los libros y los artículos de investigación. Se facilitará la retroalimentación cognoscitiva durante las exposiciones.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

La calificación del curso se considerarán varios aspectos:

Primero, examen escrito dividido en dos partes: manejo de conceptos teóricos y resolución de problemas; segundo, presentación artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma; tercero, tareas (resolución de problemas) las cuales se entregarán después de 10 días de

ser asignadas, cuentan como derecho a examen. Una posible ponderación corresponde a un 50% de cada uno de los dos primeros aspectos.

BIBLIOGRAFÍA

1. *Annual book of ASTM standards 2008: section 3: metals test methods and analytical procedures*. ASTM International.
2. Bard Allen J. and Faulkner, Larry R. (2001). *Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications*. John Wiley and Sons.
3. Bockris, J. O'M.; Reddy, A. K. N.; Gamboa-Aldeco, M. (2000). *Modern electrochemistry*. Volumen 2. Springer.
4. Brett, C. M. A. and Oliveira-Brett, A. M. (1993). *Electrochemistry. Principles, Methods and Applications*. Oxford Science Publications.
5. Chatterjee, U. K. Bose, S.K.; & Roy, S.K. (2001). *Environmental degradation of metals*. Marcel Dekker, Inc.
6. Davis, J.R. (2000). *Corrosion: understanding the basics*. ASM International.
7. Gileadi, E. (1993) *Electrode Kinetics for Chemists, Chemical Engineers and Materials Scientists*. John Wiley and Sons.
8. Hamann, C. H.; Hamnett, A.; Vielstich, W. (2007). *Electrochemistry*. Wiley-VCH.
9. Izutsu, K (2010). *Electrochemistry in Nonaqueous Solutions*. Wiley-VCH.
10. Jones, D. A. (1992). *Principles and Prevention of Corrosion*. MacMillan Publishing Co.
11. Kissinger, T. & R. Heineman (1996). *Laboratory Techniques in electroanalytical chemistry*. Marcel Dekker, Inc.
12. McMurry, J.; Fay, R. C. (2004). *Electrochemistry*. 3rd ed. Prentice Hall.
13. Newmann, J. S. (1973). *Electrochemical Systems*. Prentice-Hall series in the physical and chemical engineering sciences.
14. Prentice Geoffrey (1991). *Electrochemical Engineering Principles*. Prentice-Hall.
15. Scholz, F. (2002). *Electroanalytical Methods: Guide to experiments and Applications*. Springer.
16. Winston R. R. (2000). *Uhlig's corrosion handbook*. 2nd. Ed. John Wiley & Sons.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Espectroscopia		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Julio Hernández Díaz, Dr. Ángel Andrés Ramos Organillo, Dr. Francisco Javier Martínez Martínez.		

PRESENTACIÓN

El estudio de las ciencias químicas requiere conocer con detalle la estructura de la materia, por lo tanto es indispensable contar con métodos que permitan estudiar a los átomos y las moléculas. El gran avance de la electrónica y las ciencias computacionales ha permitido el desarrollo de instrumentos analíticos muy precisos y más exactos para determinar las propiedades de las especies químicas, además de acortar los tiempos de análisis. Esto ha permitido profundizar en el estudio de las ciencias químicas, dando lugar a nuevos descubrimientos y desarrollos de gran impacto en la vida moderna. Por ello es fundamental que el profesional químico conozca y domine estas técnicas instrumentales como parte de su formación.

PROPÓSITO DEL CURSO

Conocer el fundamento teórico e interpretar los espectros obtenidos por las técnicas modernas más utilizadas para la caracterización de la estructura de las moléculas orgánicas como son las espectroscopias de: ultravioleta-visible, en el infrarrojo y resonancia magnética nuclear de ^1H y ^{13}C , así como la espectrometría de masas. Con el conocimiento adquirido en este curso el estudiante podrá seleccionar los métodos más adecuados y tendrá las habilidades necesarias para interpretar los espectros y caracterizar las especies químicas orgánicas involucradas en su proyecto de investigación.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

- UNIDAD I ESPECTROSCOPIA EN EL ULTRAVIOLETA-VISIBLE
- 1.1 Introducción.
 - 1.2 Teoría de la espectroscopia en el ultravioleta-visible.
 - 1.3 Instrumentación.
 - 1.4 Preparación y manejo de las muestras.
 - 1.5 Transiciones electrónicas de los cromóforos.
 - 1.6 Interpretación de espectros.

- 1.7 Aplicaciones.
- UNIDAD II ESPECTROSCOPIA EN EL INFRARROJO
 - 2.1 Introducción.
 - 2.2 Teoría de la espectroscopia en el infrarrojo.
 - 2.3 Instrumentación.
 - 2.4 Preparación y manejo de las muestras.
 - 2.5 Vibraciones características de las moléculas.
 - 2.6 Frecuencias de absorción características de los distintos grupos funcionales.
 - 2.7 Interpretación de espectros.
 - 2.8 Aplicaciones.
- UNIDAD III ESPECTROMETRÍA DE MASAS POR IMPACTO ELECTRÓNICO
 - 3.1 Introducción.
 - 3.2 Teoría de la espectrometría de masas.
 - 3.3 Instrumentación.
 - 3.4 Preparación y manejo de las muestras.
 - 3.5 Patrones de fragmentación característicos de los distintos grupos funcionales.
 - 3.6 Interpretación de espectros.
 - 3.7 Aplicaciones.
- UNIDAD IV RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR DE ^1H
 - 4.1 Introducción.
 - 4.2 Teoría de la resonancia magnética nuclear.
 - 4.3 Instrumentación.
 - 4.4 Preparación y manejo de las muestras.
 - 4.5 La integral en el espectro de RMN de ^1H .
 - 4.6 El desplazamiento químico.
 - 4.7 Acoplamiento indirecto Spin-Spin.
 - 4.8 Constantes de acoplamiento.
 - 4.9 Interpretación de espectros.
 - 4.10 Aplicaciones.
- UNIDAD V RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR DE ^{13}C
 - 5.1 Teoría de la resonancia magnética nuclear de ^{13}C .
 - 5.2 Instrumentación.
 - 5.3 Preparación y manejo de las muestras.
 - 5.4 El desplazamiento químico.
 - 5.5 Interpretación de espectros.
 - 5.6 Aplicaciones.
- UNIDAD VI RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR EN DOS DIMENSIONES
 - 6.1 Teoría de la resonancia magnética nuclear de ^1H y ^{13}C en dos dimensiones.

- 6.2 Espectros de correlación 1H - 1H (COSY).
- 6.3 Espectros de correlación heteronuclear 1H - ^{13}C (HETCOR).
- 6.4 Aplicaciones.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

Los diferentes tópicos que constituyen el programa serán revisados mediante exposición magistral, tanto del profesor como de los estudiantes, así como por discusión grupal en mesas de trabajo. Para reforzar y aplicar los conocimientos aprendidos se hará la resolución de problemas que involucren espectros de las técnicas revisadas. Para fomentar la actualización y el manejo de la literatura en esta área, cada estudiante buscará y expondrá artículos científicos recientes de los tópicos que se van revisando para ser discutidos en el grupo. Adicionalmente se analizarán y discutirán de forma grupal artículos científicos proporcionados por el profesor.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

La calificación del curso se considerarán varios aspectos:

Primero, examen escrito dividido en dos partes: manejo de conceptos teóricos y resolución de problemas; segundo, presentación artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma; tercero, tareas (resolución de problemas), las cuales se entregarán después de 10 días de ser asignadas, cuentan como derecho a examen. La calificación final del curso será el promedio de tres evaluaciones parciales. Los porcentajes se detallan a continuación. examen, 50%; tareas, 20%; presentación y discusión de artículos científicos, 20%; participación en la discusión en clase 10%.

BIBLIOGRAFÍA

1. Friebolin, H. (1991). *Basic One and Two Dimensional NMR Spectroscopy*. Weinheim: VCH.
2. Günter, H. (1998). *NMR Spectroscopy*. 2nd Ed. John Wiley and Sons.
3. Lambert, Joseph B.; Shurvell, Herbert F.; Lightner, David A.; Cooks, R. Graham (1998). *Organic Structural Spectroscopy*. New Jersey: Prentice Hall.
4. McLafferty F. W. (1993). *Interpretation of mass spectra*. 4th Ed. Sausalito, California: University Science Books.
5. Nakanishi, Koji, Ed. (1990). *One-dimensional and Two-dimensional NMR Spectra by Modern Pulse Techniques*. Tokyo: University Science Books.
6. Sanders, J. K. M; Hunter, B. K. (1993). *Modern NMR Spectroscopy*. 2nd Ed. Oxford University Press.
7. Silverstein, Robert M.; Webster, Francis X. (1997). *Spectrometric Identification of Organic Compounds*. 6th Ed. New York: John Wiley and Sons.

8. Silverstein, Robert M.; Webster, Francis X., Kiemle D. (2005). *Spectrometric Identification of Organic Compounds*. 7th Ed. Hoboken: John Wiley and Sons.
9. Bases de datos
 - a. Web of Science (Bibliotecas, Universidad de Colima)
 - b. HEBSCO Host (Bibliotecas, Universidad de Colima)
 - c. Spectral Database for Organic Compounds (SDBS).
http://riodb01.ibase.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/cre_index.cgi?lang=eng
10. Portales:
 - a. REMBA (Science, ProQuest, CSA Bio One, Elsevier, Gale, Nature)
(Bibliotecas, Universidad de Colima)
 - b. ACS Publications, (Bibliotecas, Universidad de Colima)

DATOS GENERALES:

Nombre:	Química computacional		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Zeferino Gómez Sandoval, Dr. Carlos Escobar del Pozo		

PRESENTACIÓN

Este curso pretende ser una introducción práctica de la Química Computacional, con una inclinación hacia los métodos de estructura electrónica como los métodos *Ab Initio* y Teoría de los Funcionales de la Densidad. El curso inicia con los aspectos básicos del manejo del sistema operativo Linux ya que muchos programas de modelado molecular corren bajo este sistema. El curso finaliza con un repaso general sobre las principales características de algunos códigos de estructura electrónica.

PROPÓSITO DEL CURSO

El propósito fundamental de este curso es que los estudiantes demuestren su capacidad para planear y ejecutar simulaciones de diferentes sistemas moleculares, apoyándose para ello con diferentes códigos disponibles en laboratorio de química teórica.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

UNIDAD I CONCEPTOS BÁSICOS DEL MODELADO MOLECULAR

- 1.1 Introducción a LINUX y UNIX.
- 1.2 Matriz Z y Coordenadas Cartesianas.
- 1.3 Superficies de Energía Potencial.
- 1.4 Grafos Moleculares.
- 1.5 Superficies.
- 1.6 Hardware y Software.

UNIDAD II MODELOS DE CAMPOS DE FUERZAS EMPIRICOS: MECÁNICA MOLECULAR

- 2.1 Un Campo de Fuerza Molecular Simple.
- 2.2 Características Generales de los Campos de Fuerza.
- 2.3 Propiedades Moleculares.
- 2.4 Tipos de Campos de Fuerza.

UNIDAD III MÉTODOS SEMIEMPÍRICOS

- 3.1 Antecedentes.
- 3.2 Primera Generación de Métodos Semiempíricos.
- 3.3 Segunda Generación de Métodos Semiempíricos.
- 3.4 Tercera Generación de Métodos Semiempíricos.
- 3.5 Desempeño de los Métodos Semiempíricos.
- 3.6 Primer Proyecto.

UNIDAD IV MÉTODOS *AB INITIO*

- 4.1 Conjuntos de base.
- 4.2 Tipos de Funciones Gaussianas.
- 4.3 Funciones de Base Polarizadas y Difusas.
- 4.4 Integrales Bi-Electrónicas.
- 4.5 Cálculo SCF.
- 4.6 Segundo Proyecto.

UNIDAD V MÉTODOS DE LA TEORÍA DE LOS FUNCIONALES DE LA DENSIDAD

- 5.1 Densidad Electrónica vs Función de Onda.
- 5.2 Los Teoremas de Hohenberg y Kohn.
- 5.3 Las Ecuaciones de Kohn-Sham.
- 5.4 Funcionales de Intercambio y Correlación.
- 5.5 Tercer Proyecto.

UNIDAD VI SOFTWARE DE QUÍMICA COMPUTACIONAL

- 6.1 deMon2k.
- 6.2 Gaussian 03.
- 6.3 Orca.
- 6.4 ADF.
- 6.5 Hyperchem y Spartan.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

La actividad académica se llevará a cabo en forma de exposiciones por parte del profesor y de los estudiantes, haciendo énfasis en la discusión detallada de los temas expuestos. Los temas investigados por los estudiantes deberán estructurarse a partir de la lectura, análisis, reflexión y discusión de los libros y artículos de investigación. Se facilitará la retroalimentación cognoscitiva durante las exposiciones. Los alumnos realizarán prácticas teóricas donde aplicarán los conocimientos adquiridos.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

La calificación del curso se considerarán varios aspectos:

Primero, examen escrito dividido en dos partes: manejo de conceptos teóricos y resolución de problemas; segundo, presentación artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma; tercero,

tareas (resolución de problemas), las cuales se entregarán después de 10 días de ser asignadas, cuentan como derecho a examen. La calificación del curso considerará lo siguiente: Examen 50%; Tareas y Trabajos de Investigación 10%; Exposición 20%; Prácticas Teóricas 20%. Los aspectos a evaluar en las exposiciones son: Dominio del tema 20%, Organización del material 10%

BIBLIOGRAFÍA

1. Ahmed A. Hasanein and Myron W. Evans (1996). *Computational Methods in Quantum Chemistry*. Singapore: Ed. World Scientific.
2. Andrés, J. & Beltrán, J. (2000). *Química Teórica y Computacional*. Ed. Universitat Jaume.
3. Casabó I Gispert, J. (2007). *Estructura Atómica y Enlace Químico*. Barcelona: Ed. Reverté.
4. Cramer, C. J. (2004). *Essentials of Computational Chemistry: Theories and Models*. 2ª Edition. USA: Ed. John Wiley & Sons, Ltd.
5. De la Peña, L. (2006). *Introducción a la Mecánica Cuántica*. 3ª Edición. México: Ed. Fondo de Cultura Económica.
6. George C. Schatz and Mark A. Ratner (2001) *Quantum Mechanics in Chemistry*. USA: Ed. Prentice-Hall.
7. Haken, H. & Wolfhans C. (2004) *Molecular physics and elements of quantum chemistry: introduction to experiments and theory*. 2nd ed. Springer-Verlag.
8. Leach, A. R. (2001). *Molecular Modelling: Principles and Applications*. 2nd Edition. USA: Ed. Prentice-Hall,
9. Levine, I. N. (2005). *Química Cuántica*. 5ª Edición. Madrid, España: Editorial Pearson Educación.
10. Lewars, E. G. (2008). *Computational Chemistry: Introduction to the Theory and Applications of Molecular and Quantum Mechanics*. Springer.
11. Linus Pauling and E. Bright Wilson, Jr. (1985) *Introduction to Quantum Mechanics With Applications to Chemistry*. New York, E. U.: Ed. McGraw-Hill.
12. Lowe, J. P. (1993). *Quantum Chemistry*. 2nd Edition. San Diego, California, E.U.: Editorial Academic Press.
13. Schaefer III, H. F. (2004). *Quantum Chemistry: The Development of Ab Initio Methods in Molecular Electronic Structure Theory*. USA: Ed. Dover.
14. Volkhard, M. y Kühn, O. (2004) *Charge and energy transfer dynamics in molecular systems*. Wiley-VCH Verlag; Co.
15. Young, D. C. (2001). *Computational Chemistry: A Practical Guide for Applying Techniques to Real World Problems*. USA: Ed Wiley-Interscience.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Química cuántica avanzada		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Zeferino Gómez Sandoval, Dr. Juan Reyes Gómez.		

PRESENTACIÓN

El presente curso está diseñado para que los alumnos de reciente ingreso al Posgrado en Química adquieran una formación sólida en los fundamentos de la química cuántica elemental. Los tópicos incluidos en el curso contemplan, de manera general, un poco de historia del nacimiento de la mecánica cuántica, la construcción de operadores cuánticos, el tratamiento matemático para resolver diferentes sistemas simples y el estudio del átomo de hidrógeno.

PROPÓSITO DEL CURSO

El propósito fundamental de este curso es que los estudiantes sean capaces de resolver problemas relacionados con sistemas mono-partícula, auxiliándose con técnicas matemáticas avanzadas y el manejo adecuado del álgebra simbólica.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

- UNIDAD I PREÁMBULO MATEMÁTICO
 - 1.1 Sistemas de Coordenadas.
 - 1.2 Determinantes.
 - 1.3 Vectores.
 - 1.4 Números Complejos.
 - 1.5 Generalidades de los Operadores.
 - 1.6 Ecuaciones de Valores Propios.
- UNIDAD II MECÁNICA CLÁSICA
 - 2.1 Sistemas Conservativos.
 - 2.2 Mecánica Newtoniana.
 - 2.3 Forma Lagrangiana y Hamiltoniana de las Ecuaciones de Movimiento.
 - 2.4 Coordenadas Internas y Movimiento del Centro de Masa.
 - 2.5 Conjeturas Básicas de la Mecánica Clásica.
- UNIDAD III MECÁNICA CUÁNTICA
 - 3.1 Antecedentes.

- 3.2 El Principio de Incertidumbre.
- 3.3 Radiación del Cuerpo Negro.
- 3.4 Efecto Fotoeléctrico.
- 3.5 Hipótesis de Bohr.
- 3.6 Dualidad Onda-Partícula.
- 3.7 Ecuación de Schrödinger Dependiente del Tiempo.
- 3.8 Ecuación de Schrödinger Independiente del Tiempo.
- 3.9 Postulados de la Mecánica Cuántica.
- UNIDAD IV LA PARTÍCULA EN UNA CAJA
 - 4.1 Ecuaciones Diferenciales Preliminares.
 - 4.2 La Partícula en una Caja Mono-Dimensional.
 - 4.3 La partícula libre en una Dimensión.
 - 4.4 La partícula entre Paredes Rectangulares.
 - 4.5 Efecto Túnel.
- UNIDAD V OPERADORES
 - 5.1 Álgebra de Operadores.
 - 5.2 Funciones y Valores Propios.
 - 5.3 Operadores en la Mecánica Cuántica.
 - 5.4 La Partícula en una Caja Tridimensional.
 - 5.5 Degeneración y Valores Promedio.
 - 5.6 Requisitos de una Función de Onda Aceptable.
- UNIDAD VI EL OSCILADOR ARMÓNICO
 - 6.1 Solución en Series de Potencias de Ecuaciones Diferenciales.
 - 6.2 El Oscilador Armónico Mono-Dimensional.
 - 6.3 Vibración Molecular.
- UNIDAD VII MOMENTO ANGULAR
 - 7.1 Álgebra de Conmutadores.
 - 7.2 El Gradiente de una Función.
 - 7.3 Momento Angular de una Partícula.
 - 7.4 Método de los Operadores de Ladder para el Momento Angular.
- UNIDAD VIII EL ÁTOMO DE HIDRÓGENO
 - 8.1 Fuerza Central.
 - 8.2 Aproximación de Partículas No Interactuantes.
 - 8.3 Reducción del Problema de Dos Cuerpos.
 - 8.4 El Motor Rígido.
 - 8.5 El Átomo de Hidrógeno.
 - 8.6 Orbitales Hidrogenoides.
 - 8.7 El Efecto Zeeman.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

La actividad académica se llevará a cabo en forma de exposiciones por parte del profesor y de los estudiantes, haciendo énfasis en la discusión detallada de los temas expuestos. Los temas investigados por los estudiantes deberán estructurarse a partir de la lectura, análisis, reflexión y discusión de los libros y artículos de investigación. Se facilitará la retroalimentación cognoscitiva durante las exposiciones.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

La calificación del curso se considerarán varios aspectos:

Primero, examen escrito dividido en dos partes: manejo de conceptos teóricos y resolución de problemas; segundo, presentación artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma; tercero, tareas (resolución de problemas), las cuales se entregarán después de 10 días de ser asignadas, cuentan como derecho a examen. La calificación del curso considerará lo siguiente: Examen 50%, Tareas y Trabajos de Investigación 20%, Exposición 30% Los aspectos a evaluar en las exposiciones son: Dominio del tema 20%, Organización del material 10%

BIBLIOGRAFÍA

1. Casabó I Gispert, J. (2007). *Estructura Atómica y Enlace Químico*. Barcelona: Ed. Reverté.
2. De la Peña, L. (2006). *Introducción a la Mecánica Cuántica*. 3ª Edición. México: Ed. Fondo de Cultura Económica.
3. Frank L. Pilar (2001). *Elementary Quantum Chemistry*. New York, USA: McGraw-Hill.
4. Haken, H. & Wolfhans C. (2004). *Molecular physics and elements of quantum chemistry: introduction to experiments and theory*. 2nd Edition. Springer-Verlag.
5. Levine, I. N. (2005). *Química Cuántica*. 5ª Edición. Madrid, España: Editorial Pearson Educación.
6. Linus Pauling and E. Bright Wilson, Jr. (1985) *Introduction to Quantum Mechanics With Applications to Chemistry*, New York, USA: Ed. McGraw-Hill.
7. Lowe, J. P. (1993) *Quantum Chemistry*. 2nd Edition. San Diego, California, USA: Editorial Academic Press.
8. Luis de la Peña (2006). *Introducción a la Mecánica Cuántica*. 3ª Edición. México: Ed. Fondo de Cultura Económica.
9. Mc Quarrie, D. A. (2008) *Quantum Chemistry*. 2ª Edición. Ed. University Science Books, E. U. Editorial Dover Publications, Inc.

10. Schaefer III, H. F. (2004). *Quantum Chemistry: The Development of Ab Initio Methods in Molecular Electronic Structure Theory*. USA: Ed. Dover.
11. Schatz G. C. and Ratner, M. A. (2001) *Quantum Mechanics in Chemistry*. USA: Ed. Prentice-Hall.
12. Sen, K. D. (2002) *Reviews of modern quantum chemistry: a celebration of the contributions of Robert G. Parr*. World Scientific
13. Veszpremi, T. and Fehér, M. (1999) *Quantum Chemistry: fundamentals to applications*. New York: Ed. Kluwer Academic/Plenum Publishing,
14. Volkhard, M. y Kühn, O. (2004) *Charge and energy transfer dynamics in molecular systems*. Wiley-VCH Verlag; Co.
15. Young, D. C. (2001). *Computational Chemistry: A Practical Guide for Applying Techniques to Real World Problems*. USA: Ed Wiley-Interscience.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Química de coordinación		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Julio Hernández Díaz, Dr. Francisco Javier Martínez Martínez, Dr. Armando Pineda Contreras, Dr. Ángel Andrés Ramos Organillo.		

PRESENTACIÓN

Los metales de transición comprenden casi la mitad de los elementos de la tabla periódica, sin embargo su estudio ha sido menos extensivo que el de los compuestos de carbono. Debido a la gran cantidad de aplicaciones que tienen los compuestos formados por los metales de transición y a su importancia a nivel biológico, es necesario promover su estudio, lo cual, además de producir nuevos compuestos, permitirá conocer más acerca del comportamiento de estos metales a nivel molecular.

PROPÓSITO DEL CURSO

Que el alumno: Analice los aspectos de la química de coordinación que le permitirán explicar la estabilidad, reactividad, estructura, geometría, etc. Maneje algunas aplicaciones de los compuestos de coordinación, con lo cual será capaz de proponer estrategias de síntesis de nuevos compuestos.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO**UNIDAD I. INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA DE COORDINACIÓN.**

- 1.1. Historia (compuestos Werner-Jorgensen).
- 1.2. Concepto donador-aceptor.
- 1.3. Definición de ligante y tipos de ligantes: Donadores y aceptores

UNIDAD II. CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPUESTOS DE COORDINACIÓN

- 2.1. Propiedades físicas y químicas de los compuestos de coordinación.
- 2.2. Diamagnetismo y paramagnetismo en los compuestos de coordinación.
- 2.3. Momentos magnéticos y su relación con geometrías y estados de oxidación.
- 2.4. Susceptibilidad magnética y métodos experimentales de determinación.

- 2.5. Momentos magnéticos efectivos para compuestos con metales del bloque d y f.
- 2.6. Números de coordinación y estado de oxidación.
- 2.7. Estructuras e isomerías de los compuestos de los bloques s, p, d y f
- 2.8. Nomenclatura.

UNIDAD III. TEORÍA DE ENLACE-VALENCIA

- 3.1. Adaptación del modelo de Pauling a compuestos de coordinación.
- 3.2. Hibridaciones comunes en compuestos de coordinación.
- 3.3. Complejos de esfera interna y esfera externa.
- 3.4. Limitaciones del modelo.

UNIDAD IV. MODELO DEL CAMPO CRISTALINO

- 4.1. Principios del modelo
- 4.2. Desdoblamientos en campos octaédricos, tetraédricos y cuadrados.
- 4.3. Energía de estabilización del campo cristalino.
- 4.4. Serie espectroquímica y color.
- 4.5. Factores que afectan la magnitud de la energía del campo cristalino.
- 4.6. Aplicaciones de la teoría del campo cristalino: entalpías de hidratación, radios iónicos. Efectos magnéticos del desdoblamiento del campo cristalino.
- 4.7. Limitaciones del modelo.

UNIDAD V. MODELO DE ORBITALES MOLECULARES APLICADO A COMPUESTOS DE COORDINACIÓN

- 5.1. Conceptos de simetría.
- 5.2. Diagramas de orbitales moleculares en sistemas octaédricos, tetraédricos y plano cuadrados.
- 5.3. Interacciones sigma y pi
- 5.4. Modelo de retrocoordinación.
- 5.5. El efecto Jahn-Teller.

UNIDAD VI. ESPECTRO ELECTRÓNICO

- 6.1. Términos espectroscópicos
- 6.2. Desdoblamiento de términos en campos octaédricos y tetraédricos.
- 6.3. Reglas de selección.
- 6.4. Diagramas Tanabe-Sugano.
- 6.5. Espectros electrónicos y determinación del $10Dq$.
- 6.6. Espectros de transferencia de carga.

UNIDAD VII. MECANISMOS DE REACCIÓN.

- 7.1. Reacciones de sustitución nucleofílica en compuestos octaédricos.
- 7.2. Efecto quelato en compuestos octaédricos. Efecto quelato en compuestos cuadrados.
- 7.3. Efecto trans e influenciativo.
- 7.4. Reacciones de óxido-reducción.

7.5. Reacciones de adición y eliminación.

UNIDAD VIII. QUÍMICA DESCRIPTIVA DE COMPUESTOS DE COORDINACIÓN

- 8.1. Tendencias Generales.
- 8.2. Influencia del estado de oxidación.
- 8.3. Influencia de la configuración electrónica.
- 8.4. Efectos del tamaño del metal.
- 8.5. Comparaciones entre las familias 1-12.
- 8.6. Propiedades y reactividad de compuestos del bloque f.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

Los contenidos de la materia se expondrán en clase por el maestro y los alumnos. Durante estas sesiones, se fomentará la participación activa del alumno en el análisis y la discusión de los tópicos, así como de artículos científicos recientes relacionados con el tema.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

Para la calificación del curso se considerarán varios aspectos:

Primero, examen escrito dividido en dos partes: manejo de conceptos teóricos y resolución de problemas; segundo, presentación artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma; tercero, tareas (resolución de problemas) las cuales se entregarán después de 10 días de ser asignadas, cuentan como derecho a examen. La ponderación corresponde a: Examen 50%, Tareas 20%, Exposiciones 30%. Para la evaluación de este curso se harán tres exámenes parciales.

BIBLIOGRAFÍA

- 1. Constable, E. C. (1990). *Metals and Ligand Reactivity*. 2nd Ed. New York: VCH.
- 2. Cotton F. A. (1999). *Advanced Inorganic Chemistry*. 6th Ed. New York: John Wiley and Sons.
- 3. Cotton, F. A. (1990). *Chemical Applications of Group Theory*. 3rd Ed. New York: John Wiley and Sons.
- 4. Gerloch M.; Constable E. C. (1994). *Transition Metal Chemistry. The Valence Shell in d-Block Chemistry*. Weinheim: VCH.
- 5. Huheey, J. E.; Keiter E. A.; Keiter R. L. (1993.) *Inorganic Chemistry. Principles of Structure and Reactivity* (4th Ed.), New York: Harper Collins College Publishers.
- 6. Mingos D. M. P. (1998). *Essentials Trends in Inorganic Chemistry*. New York: Oxford University Press.
- 7. Gispert J. R. (2008). *Coordination Chemistry*. Wiley-VCH.

8. Lawrance G. A. (2010). *Introduction to Coordination Chemistry (Inorganic Chemistry: A Textbook Series)*. Wiley.
9. Rodgers G. E. (2002). *Descriptive Inorganic, Coordination, and Solid State Chemistry*. Brooks Cole.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Química de polímeros		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Armando Pineda Contreras, Dr. Jorge González González		

PRESENTACIÓN

La mayoría de los compuestos producidos por la industria química se utilizan para preparar polímeros: plásticos, adhesivos, pinturas, fibras, con los cuales tenemos contacto todos los días. Adicionalmente a estos polímeros sintéticos, estamos rodeados de polímeros naturales como algodón, lana, madera, hule y polímeros de los cuales depende la vida: carbohidratos, proteínas, DNA.

La química de los polímeros ha crecido tanto que es prácticamente imposible cubrir en detalle este vasto campo.

PROPÓSITO DEL CURSO

El propósito de este curso es proporcionar un panorama general de los métodos comunes para la síntesis de polímeros, discutir su estructura y el efecto de ésta en algunas propiedades físicas y químicas.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO**UNIDAD I INTRODUCCIÓN**

- 1.1 Definición: Propiedades de polímeros.
- 1.2 Polímeros Naturales y Sintéticos.
- 1.3 Estructuras de polímeros.
- 1.4 Dendrímeros.
- 1.5 Cristales líquidos poliméricos.

UNIDAD II PROCESOS DE POLIMERIZACIÓN

- 2.1 Polimerización por radicales libres.
 - 2.1.1 Cinética de la polimerización por radicales libres.
 - 2.1.2 Características de la polimerización por radicales libres.
- 2.2 Polimerización iónica.
 - 2.2.1 Polimerización catiónica.
 - 2.2.2 Polimerización aniónica.
- 2.3 Polimerización por coordinación.

2.4 Polimerización por condensación.

2.4.1 Cinética escalonada.

2.4.2 Síntesis de poliésteres.

2.4.3 Formación de poliamidas.

2.4.5 Síntesis de poliuretanos.

2.4.6 Síntesis de policarbonatos.

2.4.7 Síntesis de resinas epoxy.

UNIDAD III COPOLIMERIZACIÓN.

3.1 Cinética de la copolimerización.

UNIDAD IV TÉCNICAS DE POLIMERIZACIÓN.

4.1 Polimerización en masa o en bloque.

4.2 Polimerización en disolución.

4.3 Polimerización en suspensión en fase acuosa.

4.4 Polimerización en emulsión.

UNIDAD V CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS POLÍMEROS.

5.1 Comportamiento mecánico de los materiales poliméricos.

5.2 Temperatura de transición vítrea.

5.3 Elastómeros, Termoestables y Termoplásticos.

5.4 Fibras.

5.5 Distribución y valores promedio de pesos moleculares.

UNIDAD VI APLICACIÓN DE POLÍMEROS.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

El curso es de carácter teórico y los temas se desarrollarán en el salón de clase por exposición del profesor y por la investigación y exposición, a su vez, de temas asignados a los alumnos, así como la discusión de lecturas recomendadas.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

Para la calificación del curso se considerarán varios aspectos:

Primero, examen escrito dividido en dos partes: manejo de conceptos teóricos y resolución de problemas; segundo, presentación artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma; tercero, tareas (resolución de problemas), las cuales se entregarán después de 10 días de ser asignadas, cuentan como derecho a examen. La ponderación corresponde a: Examen 50%, Tareas 20%, Exposiciones 30%

BIBLIOGRAFÍA

1. Boyd, R. J. and Phillips, P. j. (2002). *The Science of Polymer Molecules*. UK: Cambridge Press.

2. Clayden, J.; Greeves, N.; Warren, S.; and Wothers, P. (2001). *Organic Chemistry*. New York: Oxford Sons.
3. Crompton, T. R. (2006). *Characterisation of Polymers*. UK: Smithers Rapra,
4. Davis, F. J. Ed. (2004). *Polymer Chemistry, A Practical Approach*. UK: Oxford.
5. Misra G. S. (1993) *Introductory Polymer Chemistry*. John Wiley & Sons,
6. Odian, G. (2004). *Principles of Polymerization* . 4th ed. N.J. U.S.A.: Wiley.
7. Stevens, M. P. (1998). *Polymer Chemistry: An Introduction*. UK: Cambridge Press.
8. Hiemenz P. C. and Lodge T. P. (2007). *Polymer Chemistry*. 2nd Edition. CRC Press.
9. Carraher C. E. (2010). *Introduction to Polymer Chemistry* . 2nd Edition. CRC Press.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Química orgánica avanzada		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Armando Pineda Contreras. Dr. Ángel Andrés Ramos Organillo, Dr. Francisco Javier Martínez Martínez, Dr. Julio Hernández Díaz		

PRESENTACIÓN

La química orgánica relaciona las propiedades de una sustancia y su estructura, y más que ninguna otra cosa, la relación entre estructura y propiedades es de lo que trata la química. Una de las mayores contribuciones al crecimiento de la química orgánica durante los últimos tiempos ha sido la accesibilidad a materiales de partida baratos. El petróleo y el gas natural proporcionan los pilares para la construcción de grandes moléculas. De la petroquímica proviene una deslumbrante selección de materiales que enriquecen nuestras vidas: muchos medicamentos, plásticos, fibras sintéticas, películas y elastómeros están hechos con compuestos químicos obtenidos del petróleo. Estamos estudiando química orgánica en un momento en el que ésta tiene un gran impacto en nuestra vida diaria, en un momento en que puede ser considerada una ciencia madura y en un momento en que los retos a los que este conocimiento puede ser aplicado no han sido nunca más importantes.

PROPÓSITO DEL CURSO

Que los estudiantes adquieran las bases para un entendimiento más profundo de la estructura de compuestos orgánicos así como los mecanismos de las reacciones orgánicas.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

- UNIDAD I REACCIONES DE SUSTITUCIÓN NUCLEOFÍLICA.
- 1.1 Generación de carbaniones.
 - 1.2 Regioselectividad y estereoselectividad en la formación de enolatos.
 - 1.3 Alquilación de enolatos.
 - 1.4 Alquilación de aldehídos, ésteres, amidas y nitrilos.
 - 1.5 Condensación aldólica.
 - 1.6 Regioquímica y estereoquímica de condensaciones aldólicas cruzadas.

- 1.7 Condensación aldólica intramolecular.
- 1.8 Condensación de Mannich.
- 1.9 Acilación de carbaniones.

UNIDAD II ADICIONES ELECTROFÍLICAS A ENLACES MÚLTIPLES CARBONO-CARBONO.

- 2.1 Adición de halogenuros de hidrógeno.
- 2.2 Oximercuración.
- 2.3 Adición de halógenos a alquenos.
- 2.4 Adición de otros reactivos electrofílicos.
- 2.5 Sustitución electrofílica alfa a grupos carbonilo.
- 2.6 Adición a alenos y alquinos.
- 2.7 Adición a doble enlace vía organoboranos.

UNIDAD III REDUCCIONES Y OXIDACIONES DE GRUPOS FUNCIONALES.

- 3.1 Adición de hidrógeno.
- 3.2 Reactivos del grupo III donadores de hidruro.
- 3.3 Donadores de átomos de hidrógeno.
- 3.4 Desoxigenación reductiva de grupos carbonilo.
- 3.5 Oxidación de alcoholes.
- 3.6 Adición de oxígeno a doble enlace carbono-carbono.
- 3.7 Ruptura de dobles enlaces carbono-carbono.
- 3.8 Oxidación de aldehídos y cetonas.

UNIDAD IV CICLOADICIONES, TRANSPOSICIONES UNIMOLECULARES Y ELIMINACIONES TÉRMICAS.

- 4.1 Reacciones de cicloadición.
- 4.2 Reacciones de cicloadición bipolar.
- 4.3 Cicloadiciones [2+2].
- 4.4 Reacciones de cicloadición fotoquímica.
- 4.5 Transposiciones sigmatrópicas [3,3].
- 4.6 Transposiciones sigmatrópicas [2,3].
- 4.7 . Reacciones de eliminación térmica.

UNIDAD V SUSTITUCIÓN ELECTROFÍLICA AROMÁTICA Y ALIFÁTICA.

- 5.1 Sustitución electrofílica aromática.
- 5.2 Mecanismo del ion arenio.
- 5.3 Orientación y reactividad en anillos bencénicos monosustituidos.
- 5.4 Orientación en anillos de benceno con más de u sustituyente.
- 5.5 Mecanismo de la sustitución electrofílica bimolecular.
- 5.6 Mecanismo de la sustitución electrofílica unimolecular.
- 5.7 Efecto del grupo saliente.

UNIDAD VI SÍNTESIS.

- 6.1 Grupos protectores.
- 6.2 Grupos sintéticos equivalentes.

- 6.3 Análisis y planeo de síntesis.
- 6.4 Ejemplos sintéticos.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

El curso es de carácter teórico y los temas se desarrollarán en el salón de clase por exposición del profesor y por la investigación y exposición, a su vez, de temas asignados a los alumnos, así como la discusión de lecturas recomendadas.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

Para la calificación del curso se considerarán varios aspectos:

Primero, examen escrito dividido en dos partes: manejo de conceptos teóricos y resolución de problemas; segundo, presentación artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma; tercero, tareas (resolución de problemas), las cuales se entregarán después de 10 días de ser asignadas, cuentan como derecho a examen.

La ponderación corresponde a: Examen 50%, Tareas 20%, Exposiciones 30%. La evaluación se hará mediante evaluaciones parciales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Carey F. A. and Sundberg R. J. (2006). *Advanced Organic Chemistry*. 6th ed. Boston, MA: Kluwer Academic Publisher.
2. Clayden, J.; Greeves, N.; Warren, S.; and Wothers P. (2001). *Organic Chemistry*. New York: Oxford Sons.
3. Corey E. J. and Cheng X. M. (1995). *The Logic of Chemical Synthesis*. New York: John Wiley & Sons.
4. Grossman, R. B. (2003). *The Art of Writing Reasonable Organic Reaction Mechanisms*. 2nd ed. New York: Springer.
5. March J. Smith M. B. (2001). *Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms and structure*. 5th ed. New York: John Wiley & Sons.
6. Solomons T. W.G. and Fryhle C. B. (2004). *Organic Chemistry*. 8th ed. New York: International Wiley.
7. Warren, S. and Wyatt, P. (2008). *Organic Synthesis: The Disconnection Approach*. 2nd ed. John Wiley and Sons.
8. Zweifel, G. S. and Nantz, M. H. (2006). *Modern Organic Synthesis: An Introduction*. New York: W. H. Freeman and Co.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Química organometálica		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Ángel Andrés Ramos Organillo. Dr. Francisco Martínez Martínez Martínez, Dr. Armando Pineda Contreras, Dr. Julio Hernández Díaz.		

PRESENTACIÓN

Uno de los temas más importantes en el área química es la organometálica, por la variedad de aplicaciones tanto en síntesis como en la industria y recientemente de compuestos organometálicos con aplicaciones biológicas, conocida como biorganometálica. Esta asignatura permite al alumno profundizar y continuar con el análisis de la química de los compuestos con enlaces M-C (M, metal) según el grupo donde M esté clasificado en la tabla periódica. Esta asignatura está orientada hacia la adquisición de conocimientos relacionados con: a) la importancia de los compuestos organometálicos, b) la síntesis y caracterización de éstos y c) la aplicación de los mismos.

PROPÓSITO DEL CURSO

Comprender y aplicar los conceptos fundamentales de la química organometálica, mecanismos de reacción, síntesis de compuestos organometálicos.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

UNIDAD I. GENERALIDADES DE LOS COMPUESTOS ORGANOMETÁLICOS.

- 1.1. Clasificación.
- 1.2. Nomenclatura.
- 1.3. Características.

UNIDAD II. COMPUESTOS ORGANOMETÁLICOS DE LOS ELEMENTOS PRINCIPALES.

- 2.1. Energía, polaridad y reactividad del enlace metal-carbono.
- 2.2. Compuestos organometálicos con metales alcalinos.
- 2.3. Compuestos organometálicos del grupo 2 y 12.
- 2.5. Compuestos organometálicos del grupo 13.
- 2.6. Compuestos organometálicos del grupo 14.

- 2.7 Compuestos organometálicos del grupo 15.
- 2.8 Compuestos organometálicos del grupo 16.
- 2.9 Compuestos organometálicos del grupo 11.

UNIDAD III. COMPUESTOS ORGANOMETÁLICOS DE LOS ELEMENTOS DE TRANSICIÓN.

- 3.1 La regla de los 18 electrones de valencia.
- 3.3 Naturaleza del enlace.
- 3.4 Clasificación de ligantes y teorías de enlace.
- 3.5 Compuestos organometálicos con ligantes sigma pi-donadores.
- 3.6 Compuestos organometálicos con ligantes sigma, Pi-donadores/Pi-aceptores.

UNIDAD IV. CARBONILOS METÁLICOS.

- 4.1 Preparación, estructura, propiedades y tipo de enlace.
- 4.2 Reacciones principales

UNIDAD V. COMPLEJOS CON LIGANTES CÍCLICOS π -CnHn. $C_3R_3^+$, C_4H_4 , $C_5H_5^-$. METALOCENOS.

UNIDAD VI. COMPUESTOS CON HETEROCICLOS.

UNIDAD VII. PROCESOS FUNDAMENTALES EN REACCIONES DE COMPLEJOS ORGANOMETÁLICOS.

UNIDAD VIII. CATÁLISIS ORGANOMETÁLICA.

UNIDAD IX. BIOORGANOMETÁLICA.

UNIDAD X. TÉCNICAS EXPERIMENTALES EN QUÍMICA ORGANOMETÁLICA.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

La parte teórica del curso será desarrollada por el profesor en el salón de clase y la participación activa de los alumnos. Para mostrar la relación estructura-actividad se hará uso de los programas correspondientes de cálculo. La revisión bibliográfica de parte del alumno será trascendental, con el desarrollo y discusión de artículos frente al grupo.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

Para la calificación del curso se considerarán varios aspectos:

Primero, examen escrito dividido en dos partes: manejo de conceptos teóricos y resolución de problemas; segundo, presentación artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma; tercero,

tareas (resolución de problemas), las cuales se entregarán después de 10 días de ser asignadas, cuentan como derecho a examen.

La calificación del curso considera la presentación de artículos sobre los temas relevantes del programa (20%), de la participación del alumno en clase (10%), desarrollo y presentación de un tema relevante del programa (10%) y del examen (60%).

BIBLIOGRAFÍA

1. Cornils, B., W. A. Hermann, (2002) *Applied Homogeneous Catalysis with Organometallic Compounds: A Comprehensive Handbook*. 2a. ed. Weinheim: Wiley-VCH.
2. Crabtree R. H. y Peris E. F. (1997). *Química Organometálica de los Metales de Transición*. Ed. Publicaciones de la Universitat Jaume.
3. Crabtree, R. H., (2001). *The Organometallic Chemistry of the Transition Metals*. 3a. ed Nueva York: Wiley.
4. Elschenbroich, C. & Salzer, A. (1992) *Organometallics: a concise introduction*. 2a.Ed. Weinheim, Alemania: VCH,
5. Hegedus, L. S., (1994) *Transition Metals in the Synthesis of Complex Organic Molecules*. Mill Valley CA, University Science Books.
6. Powell, P. (1988). *Principles of Organometallic Chemistry*. 2nd Ed. Chapman and Hall.
7. Pruchnik, F. P., (1990) *Organometallic Chemistry of the Transition Elements*. Nueva York: Plenum.
8. Salzer, C. Elsenbroich. (1992). *Organometallics*. 2nd. Ed. VHC.
9. Sigel, A.; Sigel, H; Sigel, R.K.O (Editors) (2010). *Organometallics in environment and toxicology. Metal ions in life sciences*. Cambridge: RSC Publishing.
10. A hypertext guide to *Organometallic Chemistry*, OMHTB, <http://www.ilpi.com/organomet/>

DATOS GENERALES:

Nombre:	Síntesis orgánica		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Ángel Andrés Ramos-Organillo, Dr. Armando Pineda Contreras, Dr. Julio Hernández Díaz, Dr. Francisco Javier Martínez Martínez		

PRESENTACIÓN

La química orgánica como tal es un área muy extensa, para su estudio es necesario dividirla en diferentes áreas. Entre ellas, una de las más importantes es la síntesis de compuestos. La síntesis es la aplicación de una o más reacciones a la preparación de un compuesto en particular, puede tener uno o varios pasos de transformación. La selección de una reacción o una serie de reacciones implica hacer un juicio acerca de la reacción más pertinente de las disponibles.

En este curso se presentan temas especiales de síntesis para completar la formación del alumno en esta área. El curso está orientado hacia la importancia de los conocimientos relacionados con: a) la importancia de las estrategias de síntesis, b) la síntesis y caracterización de compuestos y c) la aplicación de las estrategias.

PROPÓSITOS DEL CURSO.

1. Introducir al alumno en el análisis de las estrategias de síntesis y mecanismos de reacción.
2. Diseñar estrategias sintéticas para preparar compuestos a partir de materias primas asequibles.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO**UNIDAD I INTRODUCCIÓN.**

- 1.1 Síntesis total, parcial, formal, por relevo, biomimética, asimétrica, estereoselectiva, estereoespecífica, regioselectiva, quimioselectiva.
- 1.2 Equivalente sintético.
- 1.3 Desconexión.
- 1.4 Simbología Sintética.

UNIDAD II. EFECTOS ESTRUCTURALES SOBRE LA ESTABILIDAD Y LA REACTIVIDAD.

- 2.2. Estabilidad termodinámica.
- 2.3. Cinética química.
- 2.4. Relación general entre estabilidad termodinámica y velocidades de reacción.
- 2.5. Efectos electrónicos de los sustituyentes sobre los intermediarios de reacción.
- 2.6. Efecto isotópico cinético.
- 2.7. Relación energía libre para efectos del sustituyente.
- 2.8. Catálisis.
- 2.9. Efecto del disolvente.

UNIDAD III. FORMACIÓN DE ENLACES SIGMA C-C A PARTIR DE COMPUESTOS ORGANOMETÁLICOS.

UNIDAD IV. FORMACIÓN DE DOS ENLACES SIGMA C-C.

UNIDAD V. FORMACIÓN DE DOBLE ENLACE, C=C.

UNIDAD VI. GRUPOS PROTECTORES.

UNIDAD VII. METALES DE TRANSICIÓN EN SÍNTESIS ORGÁNICA

- 7.1. Intermediarios organocuprados.
- 7.2. Reacciones que involucran compuestos Organopaladio.
- 7.3. Otros metales de transición en síntesis.
- 7.4. Reacción de metátesis de olefinas.
- 7.5. Compuestos organometálicos con enlaces.

UNIDAD VIII. OXIDACIÓN DE ALCOHOLES A ALDEHÍDOS, CETONAS O ÁCIDOS CARBOXÍLICOS.

- 8.1. Adición de oxígeno a dobles enlaces C=C.
- 8.2. Oxidación alílica.
- 8.3. Rompimiento oxidativo de dobles enlaces C=C.
- 8.4. Oxidación de cetonas y aldehídos.
- 8.5. Oxidación selectiva, rompimiento de grupos funcionales.
- 8.6. Oxidación de carbonos no funcionalizados.

UNIDAD IX SÍNTESIS MULTIPASOS.

- 9.1. Introducción.
- 9.2. Análisis sintético y planeación.
- 9.3. Síntesis ilustrativa.
- 9.4. Síntesis en fase sólida.
- 9.5. Síntesis combinatoria.

9.6 Aplicación de la síntesis orgánica en la obtención de productos naturales.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

La parte teórica del curso será desarrollada en el salón de clase. Para actualizar al alumno de los avances en Síntesis Orgánica, se hará una revisión de artículos actuales que serán discutidos frente al grupo en forma de presentación oral o mesa de discusión.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

Para la calificación del curso se considerarán varios aspectos:

Primero, examen escrito dividido en dos partes: manejo de conceptos teóricos y resolución de problemas; segundo, presentación artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma; tercero, tareas (resolución de problemas), las cuales se entregarán después de 10 días de ser asignadas, cuentan como derecho a examen.

La ponderación corresponde a: Examen 50%, Tareas 20%, Exposiciones 30%

BIBLIOGRAFÍA

1. Anslyn, E. V.; Dougherty, D. A. (2006) *Modern physical organic chemistry*. University Science.
2. Breslow, Ronald, (2010) *Mecanismos de reacciones orgánicas*. Ed. Reverté.
3. Carey F.A., and Sundberg, R.J. (2007) *Advanced Organic Chemistry, Part A: Structure and Mechanisms, Part B: Reactions and Synthesis*. 5th Edition. N.Y.: Plenum Press.
4. Carey, F. A. (2008) *Organic chemistry*. McGraw-Hill Higher Education.
5. Ege, Sayhan (2000) *Química orgánica: estructura y reactividad*. Ed. Reverté.
6. Garner, Charles M. (1997) *Techniques And Experiments For Advanced Organic Laboratory*. John Wiley & Sons, Inc.
7. Groutas, W. C. (2002) *Mecanismos de reacción en química orgánica*. McGraw-Hill Interamericana.
8. Mislow K. (2002) *Introduction to stereochemistry*. Courier Dover Publications.
9. North, M. (1998) *Principles and Applications of Stereochemistry*. CRC Press.
10. Smith, M. B. (2002). *Organic Synthesis*. 2nd Edition. N. Y.: Mc Graw Hill.
11. Smith, M.; Smith, M. B.; March, J. (2007) *March's advanced organic chemistry: reactions, mechanisms, and structure*. Wiley-Interscience.
12. Sykes, P. (2010) *Investigación de mecanismos de reacción en química orgánica*. Ed. Reverté.

13. Vollhardt, K. Peter & Schore E. (2007) *Organic chemistry : structure and function* (5a Ed). Neil. W.H. Freeman and Company.
14. Wittcoff, H. A.; & Reuben B. G. (2000) *Productos químicos orgánicos industriales*. Limusa Noriega Editores.

ASIGNATURAS OPTATIVAS

Área procesos

DATOS GENERALES:

Nombre:	Álgebra lineal*		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	64 horas bajo la conducción de un académico; 64 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Ramón Antonio Félix Cuadras y Dr. Tonatiuh Domínguez Reyes, M en C. Marco Antonio Pérez González. * materia compartida con la Maestría en Ingeniería		

PRESENTACIÓN DEL CURSO

La solución de sistemas de ecuaciones lineales es uno de los fundamentos para afrontar el modelado matemático formal, los lineamientos clásicos dictan que en la ciencia básica los sistemas físicos son modelados de tal forma que la dinámica del problema se despreja y se obtienen muy buenas aproximaciones con modelos estáticos. Muchos de estos modelos son sistemas de ecuaciones lineales. En este sentido el Álgebra Lineal se encarga de definir estructuras numéricas y métodos que entre otras aplicaciones existentes, son usados para la solución de tales sistemas.

PROPÓSITO DEL CURSO

El estudiante desarrollará las habilidades y destrezas para aplicar los conceptos, técnicas y métodos del Algebra Lineal en la solución de problemas de la ingeniería y el modelado de sistemas físicos.

CONTENIDO TEMÁTICO**UNIDAD I. MATRICES.**

- 1.1 Matrices especiales.
- 1.2 Operaciones entre matrices.
- 1.3 Matrices particionadas.
- 1.4 Polinomios de matrices.
- 1.5 Matrices elementales.
- 1.6 Propiedades de matrices.

UNIDAD II. SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES.

- 2.1 Algoritmo de Gauss.
- 2.2 Algoritmo de Gauss-Jordan.
- 2.3 Sistemas de forma triangular y escalonada.
- 2.4 Factorización LU.

UNIDAD III. ESPACIOS VECTORIALES.

- 3.1 Espacios y subespacios vectoriales.
- 3.2 Dependencia e independencia lineal.
- 3.3 Bases y dimensión.
- 3.4 Ecuaciones lineales y espacios vectoriales.

UNIDAD IV. ESPACIOS VECTORIALES CON PRODUCTO INTERNO.

- 4.1 Producto interno.
- 4.2 Desigualdad de Cauchy-Schwarz.
- 4.3 Ortogonalidad.
- 4.4 Bases ortonormales y procedimiento de Gram-Schmidt.
- 4.5 Proyecciones.
- 4.6 Espacios vectoriales normados.

UNIDAD V. DETERMINANTES.

- 5.1 Permutaciones.
- 5.2 Propiedades de los determinantes.
- 5.3 Menores y cofactores.
- 5.4 Adjunta y regla de Cramer.
- 5.5 Matrices particionadas y determinantes.

UNIDAD VI. VALORES Y VECTORES PROPIOS.

- 6.1 Polinomio característico.
- 6.2 Teorema de Cayley-Hamilton.
- 6.3 Cálculo de valores y vectores propios.
- 6.4 Diagonalización de matrices.
- 6.5 Polinomio mínimo.

UNIDAD VII. TRANSFORMACIONES LINEALES.

- 7.1 Núcleo e imagen de una transformación lineal.
- 7.2 Transformaciones lineales singulares y no singulares.
- 7.3 Isomorfismos.
- 7.4 Algebra de transformaciones lineales.
- 7.5 Representación matricial de una transformación lineal.
- 7.6 Cambio de base de transformaciones lineales.
- 7.7 Diagonalización de transformaciones lineales.

UNIDAD VIII. FORMAS CANÓNICAS.

- 8.1 Forma triangular.
- 8.2 Invarianza.
- 8.3 Descomposiciones en suma directa invariante.
- 8.4 Descomposición primaria.
- 8.5 Forma canónica de Jordan.
- 8.6 Transformaciones nilpotentes.

UNIDAD IX. FUNCIONES LINEALES Y BASE DUAL.

- 9.1 Base dual.

- 9.2 Espacio segundo dual.
- 9.3 Aniquiladores.
- 9.4 Transpuesta de una transformación dual.

UNIDAD X. FORMAS BILINEALES, CUADRÁTICAS Y HERMÍTICAS.

- 10.1 Formas bilineales.
- 10.2 Formas bilineales y matrices.
- 10.3 Formas bilineales alternadas.
- 10.4 Formas bilineales simétricas.
- 10.5 Formas cuadráticas.
- 10.6 Formas bilineales simétricas reales.
- 10.7 Ley de inercia.
- 10.8 Formas hermíticas.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

El desarrollo del curso se sugiere a través de las técnicas:

- a) Exposición del profesor y alumnos.
- b) Discusión dirigida.
- c) Trabajo colaborativo.
- d) Elaboración de tareas y ejercicios variados.
- e) Dinámicas grupales.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

Para la calificación del curso se considera: examen escrito; presentación de artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma; tareas: resolución de problemas las cuales se entregarán después de 10 días de asignadas, cuentan como derecho a examen. La ponderación corresponde a: Examen 50%, Tareas 20%, Exposiciones 30%.

BIBLIOGRAFÍA

- 1. Noble B. and J. W. Daniel (1997). *Applied Linear Algebra*. Prentice-Hall.
- 2. Lipschutz S. (1992). *Álgebra Lineal*. McGraw-Hill.
- 3. Strang G. (1990). *Linear Algebra and its applications*. Hart Brace Jovanovich.
- 4. Zegarra A., L. (2001). *Algebra Lineal*. Santiago, Chile: Mc Graw-Hill Interamericana.
- 5. Hitt Espinosa, F. (2002). *Álgebra lineal*. México: Pearson Educación de México.
- 6. Rojo, J. (2001). *Álgebra lineal*. España: McGraw-Hill/Interamericana de España.
- 7. Leon, S. (2006). *Linear algebra with applications*. 7ª ed. New Jersey, EE.UU.: Pearson Education.

8. Pérez López, C. (1999). *Análisis matemático y álgebra lineal con MATLAB*. España: RA-MA.
9. Nakos, G., Joyner, D. & González Pozo, V. (1999). *Algebra lineal con aplicaciones*. México: International Thomson Editores.
10. Noble, B., Daniel, J. & Gonzalez Pozo, V. (1991). *Álgebra lineal aplicada*. 3ª ed.. México: Prentice-Hall.
11. Lay, D. (2001). *Algebra lineal y sus aplicaciones*. 2ª ed. México: Pearson Educación.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Biorreactores		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Vrani Ibarra Junquera, Dr. Juan Alberto Osuna Castro, Dra. Pilar Escalante Minakata.		

PRESENTACIÓN

Esta asignatura sentará las bases del diseño de biorreactores tomando como punto de referencia los datos y toda la información cinética, y dimensionará las formas de operación para cada tipo de biorreactor. Se estudiará de manera detallada el modelado y comportamiento dinámico de los biorreactores. Además los modelos dinámicos resultantes se simularán usando MatLab.

PROPÓSITO DEL CURSO

El propósito consiste en dar una interpretación física de las dimensiones de un biorreactor y tipo de éste en que se debe llevar a cabo un bioproceso y así establecer cómo opera. Además de aprender a modelar y realizar simulaciones numéricas de los biorreactores.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

- UNIDAD I INTRODUCCIÓN: GENERALIDADES
 - 1.1 Modelado matemático.
 - 1.2 Balances de materia en estado no estacionario.
 - 1.3 Crecimiento microbiano.
 - 1.4 Esterilización y sanitización.
- UNIDAD II CULTIVO POR LOTES
 - 2.1 Métodos para determinar el crecimiento.
 - 2.2 Ecuación de Monod.
 - 2.3 Modelos clásicos.
 - 2.4 Inhibición por sustrato.
 - 2.5 Inhibición por producto.
- UNIDAD III CULTIVO EN LOTE-ALIMENTADO
 - 3.1 Flujo constante.
 - 3.2 Flujo exponencial.
 - 3.3 Comparación entre tipos de cultivos.

- 3.4 Aplicaciones.
- UNIDAD IV CULTIVO CONTINUO
 - 4.1 Clasificaciones.
 - 4.2 El quimiostato.
 - 4.3 Productividad.
 - 4.4 Limitaciones.
 - 4.5 Recirculación.
 - 4.6 Aplicaciones.
- UNIDAD V SELECCIÓN Y DISEÑO DE FERMENTADORES
 - 5.1 Características de los fermentadores.
 - 5.2 Transferencia de oxígeno.
 - 5.3 Fermentadores de laboratorio.
 - 5.4 Fermentadores piloto.
 - 5.5 Fermentadores industriales.
 - 5.6 Diseño básico.
 - 5.7 Dimensiones geométricas.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

La actividad académica se llevará a cabo en forma de seminarios. Se dará una exposición oral por parte de los estudiantes interaccionando con el profesor, para situar y discutir el tema. Los temas deberán ser investigados por los alumnos, que estructurarán el trabajo a partir de la lectura, análisis, reflexión y discusión de los libros y los artículos científicos de investigación. Se facilitará la retroalimentación cognoscitiva durante las exposiciones.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

La calificación del curso considerará la presentación de seminario (50%), de ser posible generarán una propuesta experimental, la cual puede ser en el laboratorio, planta piloto o simulada (con el empleo de tecnología virtual) (20%) y examen (30 %) por cada dos unidades del contenido programático.

De la presentación del seminario se calificará: dominio del tema (25%), material convenientemente organizado (25%), actualizaciones sobre el tema (20%), resumen entregado en tiempo y forma (20%), aclaraciones pertinentes y actitud receptiva a los asistentes (10%).

BIBLIOGRAFÍA

1. Asenjo, J. A. (1994). *Bioreactor System Design (Biotechnology and Bioprocessing)*. Publisher CRC.
2. Cinar, A.; Parulekar, S. J.; Ündey, C.; Birol, G. (2006). *Producing Biomolecular Substances with Fermenters, Bioreactors, and Biomolecular Synthesizers*. Illinois, USA: Ed. CRC.

3. Korovessi, E. y Linninger, A. A. (2005). *Batch Fermentation: modeling, Monitoring and Control*. USA: Marcel Dekker, Inc.
4. Nielsen, J.; Villadsen, J.; Lidén, G. (2005). *Bioreaction Engineering Principles*. 2nd Edition. New York, USA: Ed. Springer.
5. Shuler, M.L.; Kargi, F. (2001). *Bioprocess Engineering: Basic Concepts*. 2nd Edition. Englewood Cliffs, NJ, USA: Ed. Prentice Hall PTR.
6. Tannock GW (editor). (2005). *Probiotics and Prebiotics: Scientific Aspects*. Caister Academic Press.
7. Diaz E (editor). (2008). *Microbial Biodegradation: Genomics and Molecular Biology*. 1st ed. Caister Academic Press.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Cinética y catálisis		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Valentín Ibarra Galván, Dr. Jorge González González.		

PRESENTACIÓN.

Esta asignatura sentará las bases fundamentales de la cinética heterogénea y su aplicación a los procesos químicos.

PROPÓSITO DEL CURSO

Al finalizar el curso el alumno será capaz de plantear, desarrollar y resolver los modelos matemáticos que explican los fenómenos de la cinética heterogénea.

CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

- UNIDAD I LEYES DE LA VELOCIDAD Y ESTEQUIOMETRÍA, CINÉTICA DE LAS REACCIONES
- 1.1 Definiciones básicas.
 - 1.2 Ecuación de balance de materia.
 - 1.3 Reacciones con cambio de fases.
 - 1.4 Reacciones acopladas en reactores en lote.
 - 1.5 Reacciones acopladas en reactores continuos.
 - 1.6 Isotermas de adsorción.
 - 1.7 Mecanismos de reacción.
 - 1.8 Reacciones enzimáticas catalizadas.
- UNIDAD II TEORÍAS Y ANÁLISIS DE DATOS DE VELOCIDAD
- 2.1 Introducción.
 - 2.2 La distribución de Boltzman y la función de partición.
 - 2.3 Función partición de átomos y moléculas.
 - 2.4 Moléculas en equilibrio.
 - 2.5 Teoría de la coalición.
 - 2.6 Activación de moléculas reaccionantes por coalición.
 - 2.7 Teoría del estado de transición.
 - 2.8 Teoría de estado de transición en superficies de reacción.
 - 2.9 Método diferencial.
 - 2.10 Método integral.

- 2.11 Método de velocidad inicial.
- 2.12 Método de vida media.
- 2.13 Análisis por mínimos cuadrados.

UNIDAD III CINÉTICA QUÍMICA HETEROGENEA

- 3.1 Introducción.
- 3.2 Difusión en superficies.
- 3.3 Geometría de la muestra.
- 3.4 Cinética mixta.
- 3.5 Dependencia de la temperatura.

UNIDAD IV CATÁLISIS

- 4.1 Que es catálisis.
- 4.2 Catálisis entre átomos, moléculas, enzimas y superficies sólidas.
- 4.3 Catálisis homogénea.
- 4.4 Biocatálisis.
- 4.5 Catálisis heterogénea.
- 4.6 Catálisis y química verde.
- 4.7 Pasos de una reacción catalítica.
- 4.8 Reacción superficial.
- 4.9 Isotermas de absorción.
- 4.10 Desorción.

UNIDAD V CATALIZADORES SÓLIDOS

- 5.1 Requisitos de un buen catalizador.
- 5.2 Estructura de metales, óxidos y sulfuros y sus superficies.
- 5.3 Características de partículas pequeñas y materiales porosos.
- 5.4 Soportes de catalizador.
- 5.5 Preparación de catálisis soportada.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

Se emplean los lineamientos didácticos tradicionales mediante la exposición oral del catedrático quien promoverá la participación de los alumnos en clase, facilitando así la retroalimentación cognoscitiva; además el catedrático se apoyará de todos los equipos auxiliares para facilitar sus exposiciones como son: pintarrón, proyector de acetatos y diapositivas, proyector de cuerpos opacos, DVD, sala de computación, etc.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

La calificación del curso se considerarán varios aspectos:

Primero, examen escrito dividido en dos partes: manejo de conceptos teóricos y resolución de problemas; segundo, presentación artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma; tercero,

tareas (resolución de problemas), las cuales se entregarán después de 10 días de ser asignadas, cuentan como derecho a examen.

La ponderación corresponde a: Examen 50%, Tareas 20%, Exposiciones 30%. Se consideran las tres evaluaciones parciales, programadas durante el semestre.

BIBLIOGRAFÍA

1. Masel, Richard I. (2001.). *"Chemical Kinetics and Catalysis"*. Wiley-Interscience, New York.
2. Rutger A. Santen, R.A.; Van Leuwen, P. W. N. M.; Moulijn J. A. (2000) *Catalysis: An Integrated Approach*. Elsevier.
3. Wilkinson, F. (1991) *Chemical Kinetics and Reaction Mechanism*. Ed. Van Nostrand
4. Chorkendorff, I. y Niemantsverdriet, J.W. (2007) *Concepts of modern catalysis and kinetics*. Wiley-VCH Verlag, Alemania.
5. Ma, Z. & Zaera, F. (2006), *Heterogeneous Catalysis by Metals in Encyclopedia of Inorganic Chemistry*. John Wiley.
6. Ugustine, R. L.(1995) *Heterogeneous Catalysis For The Synthetic*. Marcel Dekker, Inc.
7. González Ureña, A. (2001) *Cinética Química*. España: Ed.Síntesis
8. Logan,S.R., (2000) *Fundamentos de Cinética Química*. España: AddisonWesley Iberoamericana.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Control no lineal*		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	64 horas bajo la conducción de un académico; 64 horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	D. en C. Ramón Antonio Félix Cuadras, D. en C. Bernardo Rincón Márquez y D. en C. Jorge Gudiño Lau. * materia compartida con la Maestría en Ingeniería		

PRESENTACIÓN

Esta materia proporciona al estudiante los conocimientos sobre el diseño de controladores no lineales para sistemas dinámicos. Hay muchos problemas de control, dependiendo del objetivo del diseño de control. Las tareas de estabilización, seguimiento y rechazo/atenuación de perturbaciones o combinaciones de ellos dan origen a una gran cantidad de problemas de control. En cada situación, se puede tener una realimentación del estado, donde todas las variables son medibles, o una realimentación de salida, donde sólo una parte de las variables puede ser medida. En una aplicación de control, suele haber varios objetivos o restricciones de control, como el ajuste a ciertos requerimientos en los fenómenos transitorios, o restricciones en la señal de control, etc.

PROPÓSITO DEL CURSO

Al finalizar el curso el alumno tendrá la habilidad de combinar las técnicas de control no lineal para resolver problemas de control con diversos objetivos y restricciones, así como analizar la estabilidad y robustez de los sistemas dinámicos retroalimentados.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

UNIDAD 1. ANÁLISIS DE SISTEMAS EN LAZO CERRADO.

- 1.1 .Estabilidad absoluta.
- 1.2. Teorema de la pequeña ganancia.
- 1.3. Pasividad.
- 1.4. Fenómenos en sistemas no lineales.

UNIDAD 2. CONTROL REALIMENTADO.

- 2.1. Problemas de control.
- 2.2. Diseño vía linealización.

2.3 Ganancia variable.

UNIDAD 3. LINEALIZACIÓN EXACTA POR RETROALIMENTACIÓN.

3.1. Linealización entrada-estado.

3.2. Linealización entrada-salida.

3.3. Enfoque basado en geometría diferencial.

UNIDAD 4. DISEÑO BASADO EN LYAPUNOV

4.1. Rediseño de Lyapunov.

4.2. Backstepping.

4.3. Control PI no lineal.

UNIDAD 5. TÉCNICAS AVANZADAS DE CONTROL.

5.1. Control por bloques.

5.2. Modos deslizantes.

5.3. Control adaptable.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

El desarrollo del curso se sugiere a través de las técnicas:

- a) Exposición del profesor y alumnos.
- b) Discusión dirigida
- c) Trabajo colaborativo
- d) Elaboración de tareas y ejercicios variados
- e) Dinámicas grupales

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

Tareas y proyectos	40 %
Exámenes	60 %

BIBLIOGRAFÍA

1. Astolfi A-, Karagiannis D. and Ortega R. (2008) *Nonlinear and Adaptive Control with Applications*. New York: Springer Verlag.
2. Astrom K. J. and Wittenmark B. (2008) *Adaptive Control*. 2nd. Edition. USA: Dover Publications.
3. Gulder J., Shi J. and V. Utkin Sliding Mode Control in Electro-Mechanical Systems. 2nd. Edition. USA: CRC.
4. Haddad W. M. and Chellaboina V. (2008) *Nonlinear Dynamical Systems and Control: A Lyapunov-Based Approach*. New Jersey: Princestone University Press
5. Isidori A., (1995) *Nonlinear Control Systems*. (3ª ed). Springer Verlag.
6. Khalil, H., (1996) *Nonlinear Systems*. USA: Prentice Hall Inc.
7. Marino R. and Tomei P. (1995) *Nonlinear Control Design*. Prentice Hall.

8. Narendra K. S. and Annaswamy A. M. (2005) *Stable Adaptive Systems*. USA: Dover Publications.
9. Nijmeijer, N. and Vander Schaft, A. (1990) *Dynamical Control Systems*. Springer Verlag.
10. Sastry S. (1999) *Nonlinear systems: analysis, stability, and control*. New York: Springer Verlag.
11. Sepulchre R., Jankovic A. and Kokotovic P., (1997) *Constructive Nonlinear Control*. Springer Verlag.
12. Utkin V. (1992) *Sliding Modes in Control and Optimization*. New York: Springer Verlag
13. Vidyasagar M. (2002). *Nonlinear Systems Analysis*. . 2nd. Edition. USA: SIAM: Society for Industrial and Applied Mathematics.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Control inteligente*		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	64 horas bajo la conducción de un académico; 64 horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	M. en C. Efraín Hernández Sánchez, M. en I. Saida Miriam Charre Ibarra, D. en C. Bernardo Rincón Márquez y D. en C. Ramón Antonio Félix Cuadras. * materia compartida con la Maestría en Ingeniería		

PRESENTACIÓN

Una de las mayores limitaciones que las técnicas de control automático tanto clásicas como modernas presentan, es el requisito de contar con un modelo matemático del proceso o planta a ser controlado. Este requisito puede resultar poco práctico por el alto costo de su obtención ó su difícil implementación, ó quizás porque es imposible obtener dicho modelo. Esta situación ha retardado el desarrollo de sistemas autónomos, que puedan operar sin intervención humana en un ambiente incierto y variable.

Inspirada por la eficiencia y flexibilidad de los seres vivos para adquirir, procesar y transmitir información, la comunidad científica ha creado herramientas que permitan reproducir, de una forma aún limitada, estas capacidades. Surge entonces la Inteligencia computacional, cuyos principales componentes son: las Redes Neuronales Artificiales, la Lógica Difusa y la Computación Evolutiva. Desde la década de los setenta del siglo pasado, los investigadores en el área de control automático se interesaron en las Redes Neuronales Artificiales y la Lógica Difusa, como una posible alternativa para desarrollar sistemas autónomos, creando así una nueva disciplina: el Control Inteligente.

PROPÓSITO DEL CURSO

Al finalizar el curso, el alumno, usando técnicas de control con lógica difusa y redes neuronales, será capaz de diseñar controladores para plantas o procesos dinámicos tanto lineales como no lineales.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO**UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN**

- 1.1 Paradigmas de la Inteligencia Artificial.
- 1.2 Ejemplos de aplicación.

UNIDAD 2. CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LÓGICA DIFUSA

- 2.1 Operaciones con conjuntos clásicos.
- 2.2 Conjuntos difusos.
 - 2.2.1 La función característica.
 - 2.2.2 La función de pertenencia.
 - 2.2.3 Variables lingüísticas.
 - 2.2.4 Propiedades de los conjuntos difusos.
 - 2.2.5 Operaciones con conjuntos difusos.
- 2.3 Relaciones difusas.
- 2.4 Razonamiento aproximado.
 - 2.4.1 Propositiones difusas
 - 2.4.2 Reglas de inferencia.
 - 2.4.3 Significado de las reglas difusas.
- 2.5 Conjunto de reglas.
 - 2.5.1 Propiedades de un conjunto de reglas.

UNIDAD 3. CONTROLADOR DIFUSO

- 3.1 Estructura de un controlador difuso.
- 3.2 Base de reglas.
- 3.3 Selección del conjunto de términos.
- 3.4 Selección de los factores de escala.
- 3.5 Mecanismo de inferencia.
- 3.6 Selección del método de desfusificación.
 - 3.6.1 Centro de área / gravedad.
 - 3.6.2 Las alturas.
 - 3.6.3 Máximos.
 - 3.6.4 Comparación de los métodos de desfusificación.

UNIDAD 4. DISEÑO DE CONTROLADORES DIFUSOS.

- 4.1 Control PID difuso tipo Mamdani.
- 4.2 Control no lineal difuso tipo Takagi - Sugeno.

UNIDAD 5. CONCEPTOS BÁSICOS DE REDES NEURONALES.

- 5.1 Redes neuronales biológicas.
- 5.2 Redes neuronales artificiales.
- 5.3 Modelo de una neurona.
- 5.4 Funciones de activación.
- 5.5 Retroalimentación.
- 5.6 Arquitecturas neuronales.
- 5.7 Representación del conocimiento.
- 5.8 Redes neuronales e inteligencia artificial.
- 5.9 El proceso de aprendizaje.
 - 5.9.1 Tipos de aprendizaje.
 - 5.9.2 Tareas de aprendizaje.
 - 5.9.3 El control con redes neuronales.

5.9.3 Naturaleza estadística del proceso de aprendizaje.

UNIDAD 6. DISEÑO DE REDES NEURONALES.

- 6.1 El perceptrón de una sola capa.
- 6.2 El perceptrón multicapa.
- 6.3 Algoritmos de propagación.
- 6.4 Curvas de aprendizaje.
- 6.5 Técnicas de aprendizaje.
- 6.6 Redes neuronales de base radial.
- 6.7 Estimación de los parámetros de regularización.
- 6.8 Estrategias de aprendizaje.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

El desarrollo del curso se sugiere a través de las técnicas:

- a) Exposición del profesor y alumnos.
- b) Discusión dirigida.
- c) Trabajo colaborativo.
- d) Elaboración de tareas y ejercicios variados.
- e) Dinámicas grupales.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

- Tareas y proyectos 30%
- Exámenes: 70%

BIBLIOGRAFÍA

1. Driankov, D., Hellendoorn, H, and Reinfrank, M. (1996) An introduction to fuzzy control. USA: Springer-Verlag.
2. Ha/Nguyen/Rye/Durrant-Whyte : Ha,Q.P., Nguyen, Q.H., Rye, D.C. and Durrant-Whyte, H.F. "Fuzzy Sliding-Mode Controllers with Applications". IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 48, pp. 38-46, No. 1. February 2001.
3. Haykin S. (2008) Neural Networks and Learning Machines. New Jersey: Prentice Hall.
4. Haykin, S. (1999). Neural Networks: (2ª Ed.). USA: Prentice Hall.
5. Norgaard M., Ravn O., Poulsen N.K. and Hansen L.K. (2008) Neural Networks for Modelling and Control of Dynamic Systems. New York: Springer Verlag.
6. Palm/Driankov/Hellendoorn : Palm, R., Driankov, D. and Hellendoorn, H. "Model Based Fuzzy Control - Fuzzy Gain Schedulers and Sliding Mode Fuzzy Controllers". Springer Verlag Berlin Heidelberg. 1997
7. Passino/Yurkovich : Passino, K.M. and Yurkovich, S. "Fuzzy Control". Addison Wesley Longman. 1998.

8. Tanaka, Sugeno : Tanaka, K. and Sugeno, M., "Stability Analysis of Fuzzy Systems Using Lyapunov's Direct Method", Proc. of NAFIPS'90 Conference, Toronto (1990), pp. 133-136.
9. Tanaka/Sugeno : Tanaka, K and Sugeno, H.O. "Fuzzy Control Systems Design and Analysis. A linear Matrix Inequality Approach". John Wiley and Sons, Inc., 2001.
10. Tanaka/Sugeno1992 : Tanaka, K and Sugeno, M. "Stability Analysis and Design of Fuzzy Control System". Fuzzy Sets Syst., vol. 45, pp. 133-156. 1992.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Dinámica de fluidos computacional*		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	64 horas bajo la conducción de un académico; 64 horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	D. en I. Carlos Escobar del Pozo, M. I. José Manuel Garibay		
	* materia compartida con la Maestría en Ingeniería		

PRESENTACIÓN

Las ecuaciones generales de conservación en Mecánica de Fluidos pocas ocasiones tienen solución analítica, por lo que es necesario obtener soluciones numéricas. En el presente curso se abordan los conceptos y características de los métodos numéricos básicos para resolver ecuaciones diferenciales parciales, dando bases sólidas en el desarrollo y aplicación de algoritmos numéricos y modelos físicos.

PROPÓSITO DEL CURSO

Que el alumno sea capaz de distinguir y aplicar los diferentes métodos numéricos para resolver ecuaciones diferenciales parciales con aplicaciones de Mecánicas de Fluidos y Transferencia de Calor. Así también obtendrá las habilidades para desarrollar el algoritmo numérico en algún lenguaje de programación para obtener las soluciones sin necesidad de paquetes computacionales comerciales.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

UNIDAD 1. ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES

- 1.1 Características generales de las ecuaciones diferenciales parciales
- 1.2 Clasificación de los fenómenos físicos
- 1.3 Clasificación de las ecuaciones diferenciales parciales
 - 1.3.1 Ecuaciones diferenciales parabólicas
 - 1.3.2 Ecuaciones diferenciales elípticas
 - 1.3.3 Ecuaciones diferenciales hiperbólicas
- 1.4 Valores iniciales y condiciones en la frontera

UNIDAD 2. ECUACIONES DIFERENCIALES ELÍPTICAS

- 2.1 Características generales
- 2.2 Método de diferencias finitas
 - 2.2.1 Solución ecuación de Laplace
 - 2.2.2. Solución ecuación de Poisson
- 2.3 Orden, consistencia y convergencia

- 2.4 Discretización de las condiciones en la frontera e iniciales
- 2.5 Métodos iterativos
- 2.6 Métodos de alto orden
- 2.7 Método de volumen de control.
- 2.8 Ecuaciones no lineales

UNIDAD 3. ECUACIONES DIFERENCIALES PARABÓLICAS

- 3.1 Características generales
- 3.2 Método de diferencias finitas
- 3.3 Consistencia, orden, estabilidad y convergencia
- 3.4 Métodos implícitos
- 3.5 Discretización de las condiciones en la frontera e iniciales
- 3.6 Ecuaciones no lineales
- 3.7 Soluciones asintóticas para métodos de propagación

UNIDAD 4. ECUACIONES DIFERENCIALES HIPERBÓLICAS

- 4.1 Características generales
- 4.2 Método de diferencias finitas
- 4.3 Métodos del tipo Lax-Wendroff
- 4.4 Método Upwind
- 4.5 Ecuaciones no lineales

UNIDAD 5. MÉTODO DE ELEMENTO FINITO

- 5.1 Introducción
- 5.2 Métodos Rayleigh-Ritz y Galerkin

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

El desarrollo del curso se sugiere a través de las técnicas:

- Exposición del profesor y alumnos.
- Discusión dirigida
- Trabajo colaborativo
- Elaboración de tareas y ejercicios variados
- Dinámicas grupales

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

- Proyectos 50 %
- Exámenes 20 %
- Tareas 20 %
- Participación 10 %

BIBLIOGRAFÍA

1. Atkinson, K. E. (1997). The numerical solution of integral equations of the second kind. Cambridge: Cambridge University Press,

2. Chapra, S. C. y Canale, R. P. (2008). Numerical methods for engineers (6a. ed.). USA: McGraw-Hill Science.
3. Ferziger, J. H. y Peric, M. (2001) Computational methods for fluid dynamics (3a. ed.). Berlin: Springer.
4. Griffiths, D. V. y Smith, I. M. (2006). Numerical methods for engineers (2a. ed.). USA: Chapman & Hall, CRC.
5. Hirsch, C. (2007) Numerical computation of internal and external flows (2a. ed.). Oxford: Butterworth-Heinemann.
6. Hoffman, J. D. (2001). Numerical methods for engineers and scientists. Nueva York: Macel Dekker.
7. Klive A. y Fletcher, C. A. (2005). Computational techniques for fluid dynamics (2a. ed.). Nueva York: Springer Verlag.
8. LeVeque, R. J. (1992). Numerical methods for conservation laws, Lectures in Mathematics. Basel: Birkhauser Verlag.
9. Lomax, H., Pulliam, T. H., y Zingg, D. W. (2004). Fundamentals of computational fluid dynamics (Scientific Computation). Alemania: Springer.
10. Tu, J., Yeoh, G. H. y Liu, C. (2007). Computational fluid dynamics: a practical approach. USA: Butterworth-Heinemann.
11. Tveito, A., y Winther, R. (1998). Introduction to partial differential equations: a computational approach. Nueva York: Springer.
12. Wendt, J. F. (2008). Computational fluid dynamics: an introduction (3ª. ed.). USA: Springer.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Instrumentación virtual*		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	64 horas bajo la conducción de un académico; 64 horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	M. en I. Saida Miriam Charre Ibarra y M. en I. José Rodolfo Madrigal Sánchez		

* materia compartida con la Maestría en Ingeniería

PRESENTACIÓN

La necesidad de procesos de control más versátiles, obliga a formar profesionales con capacidad de diseño y construcción de sistemas de automatización modernos, empleando nuevas herramientas, y una de ellas es la instrumentación virtual. El concepto de instrumentación virtual nace a partir del uso del computador personal (PC) como "instrumento" de medición de señales tales como temperatura, presión, caudal, etc. Es decir, el PC comienza a ser utilizado para realizar mediciones de fenómenos físicos representados en señales de corriente (Ej. 4-20mA) y/o voltaje (Ej. 0-5Vdc). Sin embargo, el concepto de "instrumentación virtual" va más allá de la simple medición de corriente o voltaje, sino que también involucra el procesamiento, análisis, almacenamiento, distribución y despliegue de los datos e información relacionados con la medición de una o varias señales específicas. Es decir, el instrumento virtual no se conforma con la adquisición de la señal, sino que también involucra la interfaz hombre-máquina, las funciones de análisis y procesamiento de señales, las rutinas de almacenamiento de datos y la comunicación con otros equipos. Un instrumento virtual puede realizar las tres funciones básicas de un instrumento convencional: adquisición, análisis y presentación de datos. Sin embargo, el instrumento virtual permite personalizar el instrumento, y agregarle más funcionalidad sin incurrir en costos adicionales.

PROPÓSITO DEL CURSO

Al finalizar el curso el alumno será capaz de diseñar y aplicar instrumentos virtuales en el control automático de procesos.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN

- 1.1 Estudio de señales
 - 1.1.1 Señales digitales
 - 1.1.2 Señales analógicas

- 1.2 Digitalización de señales
- 1.3 Instrumentación convencional y sistemas electrónicos de instrumentación y control basados en la computadora
- 1.4 La instrumentación virtual

UNIDAD 2. BUSES DE COMUNICACIONES PARA INSTRUMENTACIÓN

- 2.1 Arquitectura ISA
- 2.2 Arquitectura PCI
- 2.3 Puerto USB
- 2.4 Puerto PCMCIA
- 2.5 Arquitectura CompactPCI (cPCI)
- 2.6 Arquitectura PC/104
- 2.7 Puerto serial y puerto paralelo
- 2.8 IEEE-488 GPIB
- 2.9 Bus VXI
- 2.10 Otras arquitecturas y buses

UNIDAD 3. HARDWARE PARA INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL

- 3.1 Computadoras industriales
- 3.2 Puertos de comunicaciones
- 3.3 Sensores y DAQs
- 3.4 Tarjetas de adquisición de datos
- 3.5 Dispositivos adicionales

UNIDAD 4. SOFTWARE PARA INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL

- 4.1 LabView
- 4.2 LabWindows CVI
- 4.3 Matlab Simulink
- 4.4 Otros software para adquisición y procesamiento de datos
- 4.5 Aplicaciones de instrumentación virtual

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

El desarrollo del curso se sugiere a través de las técnicas:

- Exposición del profesor y alumnos.
- Discusión dirigida
- Trabajo colaborativo
- Elaboración de tareas y ejercicios variados
- Dinámicas grupales

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

- Tareas y proyectos 30 %
- Prácticas 30 %
- Exámenes 40 %

BIBLIOGRAFÍA

1. Ashish Tewari (2002).Modern Control Design With Matlab and Simulink. John Wiley & Sons Inc.
2. Bishop, R. (2007) Learning With Labview 8. Prentice Hall.
3. Bishop, R. (2007) LabVIEW 8 Student Edition. Prentice Hall
4. Necsulescu D. (2000) Applied Virtual Instrumentation. WIT Press.
5. Hanselman, D., Littlefield, B.(2009) Mastering Matlab 8. Prentice Hall.
6. Jon Conway, J., Watts, S. (2003) A Software Engineering Approach to LabVIEW (Virtual Instrumentation Series). Prentice Hall.
7. Manuel, A., Biel, D., Olivé, J., Prat, J., y Sánchez, F. (2002) Instrumentación Virtual: Adquisición, Procesado y Análisis de Señales. Alfaomega-Edicions UPC.
8. Pallás, R. (2008) Sensores y Acondicionadores de Señal. Alfaomega Marcombo.
9. Shahid, F. (2001) Advanced Topics in LabWindows / CVI (National Instruments Virtual Instrumentation Series). Prentice Hall PTR.
10. Wolf, S. y Smith, R. (1994) Sistemas Digitales de Control de Procesos. Editorial Control S.R.L. Argentina.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Programación científica en FORTRAN		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Zeferino Gómez Sandoval, Dr. Carlos Escobar del Pozo.		

PRESENTACIÓN

Este curso está diseñado para proporcionar al alumno un panorama general de la programación científica usando el lenguaje FORTRAN77 y FORTRAN95. Los UNIDADES propuestos en este curso son suficientes para que los alumnos escriban programas estructurados completos. La mayor parte del curso es de naturaleza práctica y requiere de la amplia participación de los alumnos en la elaboración de códigos que resuelvan problemas de interés.

PROPÓSITO DEL CURSO

El propósito fundamental de este curso es que los estudiantes sean capaces de planear, escribir y ejecutar programas científicos de interés.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

UNIDAD I FUNDAMENTOS DE FORTRAN

- 1.1 Tipos de Datos.
- 1.2 Tipos de Variables.
- 1.3 Operadores.
- 1.4 Estructura de un programa.

UNIDAD II ESTRUCTURAS DE CONTROL

- 2.1 Estructuras Condicionales (IF, CASE) .
- 2.2 Estructuras Cíclicas (DO, WHILE).
- 2.3 Formación de Módulos (Subprogramas, Funciones, Transferencia de Datos) .

UNIDAD III ENTRADAS Y SALIDAS

- 3.1 Unidades Input y Output.
- 3.2 Formatos.

UNIDAD IV PROCESAMIENTO DE ARCHIVOS

- 4.1 Las Declaraciones OPEN, CLOSE e INQUIRE.
- 4.2 Ejercicios.

UNIDAD V MISCELANEA

5.1 Otras Declaraciones de Control.

5.2 Ejercicios.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

La actividad académica se llevará a cabo en forma de exposiciones por parte del profesor y de los estudiantes, haciendo énfasis en la discusión detallada de los temas expuestos. Los alumnos elaborarán programas que resuelvan problemas específicos de interés. Se facilitará la retroalimentación cognoscitiva durante las exposiciones de los programas elaborados.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

La calificación del curso considerará lo siguiente: Examen 50%, Tareas, exposiciones y Trabajos de Investigación 20%, Programas elaborados 30%.

Los aspectos a evaluar en las exposiciones son: Dominio del tema 20%, Organización del material 10%.

BIBLIOGRAFÍA

1. Brainerd W. S.; Goldberg, C.H.; Adams, J. C. (1990). *Programmers's guide to Fortran 90*. USA: McGraw-Hill.
2. Brian, D. H.; Edward, A. (1996) *Fortran 90 for Scientists and Engineers*. USA: Elsevier Ltd.
3. Chivers and Sleightholme (1995). *Introducing Fortran 90*. London: Springer-Verlag.
4. Metcalf, M. and Reid, John (1999) *Fortran 90/95 Explained*. 2nd Edition. Oxford: Oxford University Press.
5. Nyhoff, L. and Leestma, S. (1988) *Fortran 77 for Engineers and Scientists*. 2nd Edition. USA: Ed. Mac Millan Publishing Company.
6. Chivers, I. And Jane Sleightholme (1995) *Introducing Fortran 90* . London: Springer.
7. Dormand, J. R. (1996) *Numerical Methods For Differential Equations: A Computational Approach*. CRC Press.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Simulación de procesos químicos		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Valentín Ibarra Galván, Dr. Vrani Ibarra Junquera.		

PRESENTACIÓN.

Esta asignatura sentará las bases fundamentales requeridas para estructurar modelos matemáticos; así como la aplicación de la simulación matemática en los procesos químicos.

PROPÓSITO DEL CURSO

Al finalizar el curso el alumno será capaz de plantear, desarrollar y resolver los modelos matemáticos que se aplican a los principales procesos químicos.

CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

UNIDAD I: "MÉTODOS INFORMÁTICOS APLICADOS AL MODELADO EN INGENIERÍA Y DISEÑO DE PROCESOS QUÍMICOS".

- 1.1. Evolución Histórica.
- 1.2. Métodos numéricos como herramienta para el modelado de procesos en ingeniería química.
- 1.3. Modelos "No Convencionales".
- 1.4. Sistemas de Gerenciamiento de Información.
- 1.5. Paradigmas Informáticos.
- 1.6. La tarea de síntesis de procesos químicos.
 - 1.6.1. Síntesis de la red de intercambiadores.
 - 1.6.2. Síntesis de sistemas de separación.
- 1.7. Etapas en la ingeniería de procesos.

UNIDAD II: "SIMULACIÓN DE PROCESOS QUÍMICOS".

- 2.1. Clasificación de los métodos de simulación.
- 2.2. Simuladores de procesos químicos complejos.
 - 2.2.1. Simuladores de procesos en estado estacionario modulares secuenciales vs. Simuladores globales.
- 2.3 Simulación de evaporadores flash.
 - 2.3.1. Separadores líquido-líquido.

2.3.2. Temperatura de burbuja.

2.3.3. Temperatura de rocío.

UNIDAD III: MODELADO DE EQUIPOS DE SEPARACIÓN MULTICOMPONENTES EN CASCADAS CONTRACORRIENTE MÚLTIPLE ETAPA.

3.1. Métodos de resolución aproximados.

3.2. Métodos etapa a etapa .

3.3. Métodos de resolución matriciales (semirigurosos).

3.4. Métodos rigurosos de resolución simultanea.

3.4.1. Sistema de ecuaciones.

3.4.2. Estructura del jacobiano.

3.4.3. Procedimiento numérico de resolución.

3.4.4. Opciones estructurales.

3.5. Métodos jerárquicos con dos niveles de iteración (inside-out).

3.6. Métodos de relajación.

3.7. Múltiples soluciones en equipos de separación multicomponente múltiple etapa.

UNIDAD IV: SIMULACIÓN DINÁMICA DE EQUIPOS DE PROCESOS ELEMENTALES Y DE SEPARACIÓN MÚLTIPLE ETAPA EN CONTRACORRIENTE.

4.1. Simulación dinámica de equipos sencillos de proceso.

4.2. Modelo para la simulación dinámica de un separador flash.

4.3. Modelo para sistemas de separación múltiple-etapa multicomponente en contracorriente.

4.3.1. Sistema de ecuaciones del modelo.

4.3.2 . Procedimientos de cálculo.

4.4. Ejemplos de aplicaciones específicas.

4.5. Destilación batch.

UNIDAD V: CONTROL DE PROCESOS. SISTEMAS DE CONTROL TÍPICOS Y UTILIDAD DE LOS SIMULADORES DINÁMICOS".

5.1. Nociones básicas sobre control de procesos.

5.1.1. Modelado matemático.

5.1.2. Estructuras utilizadas en control de procesos.

5.1.3. Ajuste de los controladores clásicos.

5.2. Nociones básicas sobre algoritmos de control avanzado.

5.2.1. Control por realimentación de estados.

5.2.2. Control óptimo.

5.2.3. Linealización global exacta de sistemas no lineales.

5.2.4. Otras estructuras de control avanzado.

5.3. Simulación numérica de los procesos controlados.

5.3.1. Estructuras típicas utilizadas en los simuladores dinámicos.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

Se emplean los lineamientos didácticos tradicionales mediante la exposición oral del catedrático quien promoverá la participación de los alumnos en clase, facilitando así la retroalimentación cognoscitiva; además el catedrático se apoyará de todos los equipos auxiliares para facilitar sus exposiciones como son: pintarrón, proyector de acetatos y diapositivas, proyector de cuerpos opacos, DVD, sala de computación, etc. .

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

Para la calificación del curso se considerarán varios aspectos:

Primero, examen escrito dividido en dos partes: manejo de conceptos teóricos y resolución de problemas; segundo, presentación artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma; tercero, tareas (resolución de problemas), las cuales se entregarán después de 10 días de ser asignadas, cuentan como derecho a examen.

Se consideran las tres evaluaciones parciales, programadas durante el semestre y la calificación de cada una de ellas se obtendrán de la siguiente manera: Ejercicios, 10%; Discusión de artículos, 25%; Investigaciones bibliográfica, 20%; Participación en clase, 5%; Examen, 40%.

BIBLIOGRAFÍA

1. García-García F. (1997) *Numerical Simulations in the Environmental and Earth Science*. 2nd ed. Cambridge University Press.
2. Ingham, J. (2007). *Chemical engineering dynamics: an introduction to modeling and computer simulation*. VERLAG CHEMIE, GMBH.
3. Jiménez-Gutiérrez, A. (2000). *Diseño de procesos en ingeniería química*. Ed. Reverté.
4. Karnopp, D.C. (2000). *System Dynamics: Modeling and Simulation of Mechatronic Systems*. Wiley-Interscience.
5. Luyben, W. L. (1999). *Process modeling, simulation and Control for Chemical Engineers*. 2nd Edition. McGraw-Hill.
6. Pegden, C. D. (1995). *Introduction To Simulation Using Siman*. 2nd Edition. McGraw-Hill.
7. Scenna, N. J. (1999). *Modelado, Simulación y Optimización de Procesos Químicos*. Ed. UTN
8. Scott Fogler, H. (2001). *Elementos de ingeniería de las reacciones químicas*. Pearson Educación.
9. Thomas, J. U.; Ould-Bouamama, B. (2000) *Modelling and simulation in thermal and chemical engineering: a bond graph approach*. Springer.
10. Thomas F. E. & Lasdon, L. S. (2001) *Optimization of chemical processes*. 2nd Edition. McGraw-Hill.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Sistemas lineales*		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	64 horas bajo la conducción de un académico; 64 horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	D. en I. Jorge Gudiño Lau, D. en C. Ramón Antonio Félix Cuadras, D. en C. Bernardo Rincón Márquez y D. en C. Jaime Arroyo Ledesma. * materia compartida con la Maestría en Ingeniería		

PRESENTACIÓN

Un sistema físico puede tener diferentes modelos dependiendo de la respuesta buscada, incluso puede modelarse diferente para diversos puntos de operación, por ello se dice que un sistema físico es un dispositivo o colección de dispositivos que están presentes en el mundo real y que pueden representarse mediante un modelo. Por otro lado, la mayoría de los procesos que están diseñados para operar alrededor de un punto fijo se pueden representar mediante sistemas lineales. Para el diseño de sistemas de control de estos procesos es necesario el conocimiento de las bases que permiten su comprensión y desarrollo, de aquí nace la necesidad del estudio de los sistemas lineales. Aunque la mayoría de sistemas son no lineales, el enfoque lineal es ampliamente utilizado en ingeniería debido a que genera modelos simples sobre los cuales se aplican métodos matemáticos muy bien definidos y exactos; la obtención de modelos matemáticos lineales en cierto intervalo de operación se realiza por medio de una operación llamada linealización.

PROPÓSITO DEL CURSO

En este curso, los alumnos se familiarizarán con las herramientas básicas usadas para el tratamiento de sistemas lineales. El material básico para el control lineal es la teoría de sistemas lineales invariantes en el tiempo. Además se provee un extensivo tratamiento de la teoría de control retroalimentado para sistemas lineales de dimensión finita, invariantes en el tiempo y representados en el espacio de estados. Los procedimientos de diseño serán apoyados usando herramientas computacionales.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Sistemas lineales.

- 1.2 Sistemas lineales invariantes en el tiempo (LTI).
- 1.3 Linealización.
- 1.4 Sistemas discretos.

UNIDAD 2. RESPALDO MATEMÁTICO

- 2.1 Vectores y matrices
- 2.2 Bases y ortonormalización
- 2.3 Ecuaciones lineales algebraicas
- 2.4 Transformaciones de semejanza
- 2.5 Formas canónicas
- 2.6 Funciones de matrices cuadradas
- 2.7 Ecuación de Lyapunov
- 2.8 Formas cuadráticas
- 2.9 Descomposición en valores singulares
- 2.10 Normas de matrices

UNIDAD 3. ESPACIO DE ESTADOS Y REALIZACIONES

- 3.1 Solución de las ecuaciones de estado LTI
- 3.2 Ecuaciones de estado equivalente
- 3.3 Realizaciones
- 3.4 Solución de ecuaciones lineales variantes en el tiempo (LTV)
- 3.5 Ecuaciones equivalentes variantes en el tiempo
- 3.6 Realizaciones variantes en el tiempo

UNIDAD 4. ESTABILIDAD

- 4.1 Estabilidad entrada-salida de sistemas LTI
- 4.2 Estabilidad interna
- 4.3 Teorema de Lyapunov
- 4.4 Estabilidad de sistemas variantes en el tiempo

UNIDAD 5. CONTROLABILIDAD Y OBSERVABILIDAD

- 5.1 Controlabilidad
- 5.2 Observabilidad
- 5.3 Descomposición canónica
- 5.4 Condiciones en ecuaciones de la forma Jordan
- 5.5 Ecuaciones de estado discretas
- 5.6 Controlabilidad después del muestreo
- 5.7 Ecuaciones de estado de sistemas variantes en el tiempo

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

El desarrollo del curso se sugiere a través de las siguientes técnicas:
Exposición del profesor y alumnos. Discusión dirigida. Trabajo colaborativo.
Elaboración de tareas y ejercicios variados. Lluvia de ideas. Dinámicas grupales

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

Tareas y proyectos	30 %
Participación	10 %
Exámenes (escrito y práctico)	40 %
Investigación	20 %

BIBLIOGRAFÍA

1. Bay, J. S. (1999). Fundamentals of Linear State Space Systems. WCB/McGraw-Hill.
2. Bernstein, Dennis S. (2005). Matrix Mathematics: Theory, Facts, and Formulas with Application to Linear Systems Theory. Princeton University Press
3. Callier, Frank M. y Desoer, Carl A. (1994). Linear system theory. Springer Text in Electrical Engineering.
4. Chen, C.-T. (1999). Linear System Theory and Design. 3rd edn, Oxford University Press.
5. D'Azzo, J.J. y Houpis C.H. Linear Control System Analysis and Design with Matlab. Taylor & francis Ltd.
6. Ellis, George. (2000). Control System Design Guide. Academic Press.
7. Gabel, A. Robert. (2003). Signals and Linear Systems. John Wiley & Sons Inc
8. Goodwin, G., Graebe, S. & Salgado, M. (2000), Control System Design, Prentice Hall.
9. Lofti A. Zadeh. (2008). Linear System Theory: The State Space Approach. Dover Publications
10. Norman, S. Nise. (2007). Sistemas de Control para Ingeniería. Grupo editorial Patria.
11. Ogata, katsuhiko. (2005). Ingeniería de Control Moderna. Pearson/Prentice Hall.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Sistemas no lineales*		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	64 horas bajo la conducción de un académico; 64 horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	D. en C. Ramón Antonio Félix Cuadras, D. en C. Bernardo Rincón Márquez y D. en C. Jorge Gudiño Lau. * materia compartida con la Maestría en Ingeniería		

PRESENTACIÓN

Esta materia proporciona en el perfil del egresado los conocimientos básicos sobre el análisis de sistemas no lineales. Tradicionalmente se estudia a los sistemas de control desde el punto de vista de sistemas lineales, sin embargo, la mayoría de los modelos matemáticos empleados para representar a los sistemas de control que mejor se aproximan a la realidad son no lineales, por esta razón resulta importante que los estudiantes puedan analizar y resolver problemas de control desde otros puntos de vista.

PROPÓSITO DEL CURSO

Al finalizar el curso el alumno conocerá los principios básicos de los sistemas no lineales y las herramientas para su análisis. Además de desarrollar la capacidad para: reconocer fenómenos no lineales típicos, seleccionar y utilizar herramientas para analizar la estabilidad de sistemas no lineales, reconocer propiedades estructurales de sistemas no lineales.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS NO LINEALES.

- 1.1 Objetivo del análisis no lineal.
- 1.2 Antecedentes históricos.
- 1.3 Puntos de equilibrio.
- 1.4 Fenómenos en sistemas no lineales.

UNIDAD 2. FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS.

- 2.1. Matemáticas preliminares.
- 2.2. Existencia y unicidad.
- 2.3. Dependencia continua del tiempo respecto a las condiciones iniciales.
- 2.4. Diferenciabilidad de la solución y ecuaciones de sensibilidad.

2.5. El Principio de Comparación.

UNIDAD 3. ESTABILIDAD DE SISTEMAS NO LINEALES.

- 3.1 Definiciones de estabilidad.
- 3.2 Estabilidad global
- 3.3 Estabilidad asintótica.
- 3.4 Estabilidad estructural.
- 3.5 La función de Lyapunov como criterio para la estabilidad.
- 3.6 Sistemas autónomos
- 3.7 Puntos de equilibrio
- 3.8 El teorema de estabilidad de Lyapunov.
- 3.9 El principio de invariancia.
- 3.10 Región de atracción.
- 3.11 Sistemas lineales y linealización.
- 3.12 Teorema de la variedad central.
- 3.13 Región de atracción.
- 3.14 Teoremas de invariancia

UNIDAD 4. ESTABILIDAD DE SISTEMAS PERTURBADOS

- 4.1 Perturbaciones desvanecientes.
- 4.2 Perturbaciones no desvanecientes.
- 4.3 Estabilidad entrada-estado.
- 4.4 El método de comparación.

UNIDAD 5. ESTABILIDAD ENTRADA-SALIDA.

- 5.1 Sistemas como operadores.
- 5.2 Estabilidad L.
- 5.3 Estabilidad L de modelos de estado.
- 5.4 Ganancia L2.
- 5.5 Estabilidad entrada-estado.

UNIDAD 6. OSCILACIONES NO LINEALES.

- 6.1 Sistemas de segundo orden.
- 6.2 Ciclos límite.
- 6.3 Estabilidad de soluciones periódicas.
- 6.4 Método de función descriptiva
- 6.5 Método de Tumpkin.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

El desarrollo del curso se sugiere a través de las técnicas:

Exposición del profesor y alumnos.

Discusión dirigida

Trabajo colaborativo

Elaboración de tareas y ejercicios variados

Dinámicas grupales

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

Tareas y proyectos 40 %

Exámenes 60 %

BIBLIOGRAFÍA

1. Alberto Isidori. (1995) Nonlinear Control Systems. (3^a ed). New York: Springer Verlag.
2. Astolfi A-, Karagiannis D. and Ortega R. (2008) Nonlinear and Adaptive Control with Applications. New York: Springer Verlag.
3. Astrom K. J. and Wittenmark B. (2008) Adaptive Control. 2nd. Edition. USA: Dover Publications.
4. Gulder J., Shi J. and V. Utkin Sliding Mode Control in Electro-Mechanical Systems. 2nd. Edition. USA: CRC.
5. Haddad W. M. and Chellaboina V. (2008) Nonlinear Dynamical Systems and Control: A Lyapunov-Based Approach. New Jersey: Princestone University Press
6. Khalil, Hassan K. (1996) Nonlinear Systems. USA: Prentice Hall Inc.
7. Narendra K. S. and Annaswamy A. M. (2005) Stable Adaptive Systems. USA: Dover Publications.
8. Nijmeijer, N., Vander Schaft, A. (1990) Dynamical Control Systems. New York: Springer Verlag.
9. Sastry S. (1999) Nonlinear systems: analysis, stability, and control. New York: Springer Verlag.
10. Utkin V. (1992) Sliding Modes in Control and Optimization. New York: Springer Verlag
11. Vidyasagar M. (2002). Nonlinear Systems Analysis. . 2nd. Edition. USA: SIAM: Society for Industrial and Applied Mathematics.

ASIGNATURAS OPTATIVAS

Área química biológica

DATOS GENERALES:

Nombre:	Bioinformática		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Elpidio Peña Beltrán, Dra. Laura L. Valdez Velázquez.		

PRESENTACIÓN

Esta asignatura utiliza la tecnología de la información para analizar, organizar y distribuir información biológica con la finalidad de responder preguntas relacionadas con la biología.

PROPÓSITO DEL CURSO

Consiste en que el alumno aprenderá los conceptos y herramientas generales de la bioinformática y sus crecientes recursos. Explorará y establecerá áreas interdisciplinarias que permitan usar, ajustar y diseñar métodos computacionales para la resolución de problemas en biología estructural y funcional, y promoverá la valoración de estrategias bioinformáticas como enfoques auxiliares, complementarios o imprescindibles.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

UNIDAD I INTRODUCCIÓN

- 1.1 Unidades funcionales: Procesador, memoria y periferia, lenguaje de máquina.
- 1.2 Ensamblador y esquema de funcionamiento.
- 1.3 Arquitecturas: Microprocesadores RISC y CISC.
- 1.4 Redes y comunicaciones.
- 1.5 Sistemas operativos.

UNIDAD II TEORÍA DE LA INFORMACIÓN

- 2.1 Orden y azar.
- 2.2 Concepto y requerimientos de la información.
- 2.3 Algoritmos.
- 2.4 Sistemas de transmisión de la información.
- 2.5 Métodos de análisis.
- 2.6 Sistemas de codificación.

- 2.7 Métodos de almacenamiento y de compresión- descompresión de información.
- 2.8 Corrección de errores.
- 2.9 Fuentes y canales básicos de información.
- 2.10 Fuentes simples y de Harkov.
- 2.11 Canales continuos.
- UNIDAD III HERRAMIENTA MATEMÁTICA
 - 3.1 Álgebra.
 - 3.2 Análisis matemático.
 - 3.3 Matemáticas discreta y Cálculo Numérico.
 - 3.4 Topología y Geometría Analítica.
 - 3.5 Teoría del caos.
 - 3.6 Iteraciones y fractales.
 - 3.7 Sistemas complejos.
 - 3.8 Atractores.
 - 3.9 Análisis Matemático con varias variables.
 - 3.10 Ecuaciones diferenciales.
 - 3.11 Transformadas de Fourier.
- UNIDAD IV SISTEMAS DE PROGRAMACIÓN
 - 4.1 Informática y SO Unix/Linux.
 - 4.2 Sistema de Ficheros.
 - 4.3 Gestión de procesos.
 - 4.4 Órdenes avanzadas.
 - 4.5 Intérprete de órdenes y configuración del usuario.
 - 4.6 Introducción a Perl.
 - 4.7 Identificación de patrones en Perl.
 - 4.8 Aspectos avanzados de Perl.
 - 4.9 Conceptos generales de bases de datos relacionales.
 - 4.10 Sistemas de gestión de bases de datos.
 - 4.11 Modelos de datos.
 - 4.12 Diseño de bases de datos relacionales.
 - 4.13 Arquitectura de sistemas de gestión de bases de datos.
 - 4.14 Supercomputación y complejidad.
- UNIDAD V CORRELACIÓN CON TÉCNICAS DE BIOLOGÍA MOLECULAR Y BIOMEDICINA
 - 5.1 Genómica y secuenciación.
 - 5.2 Genómica funcional.
 - 5.3 Proteómica.
 - 5.4 Estructura de proteínas por difracción de rayos X.
 - 5.5 Estructura de proteínas por RMN.
- UNIDAD VI ANÁLISIS DE SECUENCIAS
 - 6.1 Bases de datos en biología molecular y biomedicina.

- 6.2 Sistemas de acceso a bases de datos.
- 6.3 Bases de datos de bibliografía.
- 6.4 Metástasis.
- 6.5 Comparación de secuencias: alineamientos.
- 6.6 Búsquedas por similitud de secuencia.
- 6.7 Patrones de secuencias y perfiles.
- 6.8 Análisis de familias de proteínas.
- 6.9 Filogenia molecular.
- 6.10 Identificación y modelado de genes.
- 6.11 Análisis y comparación de genomas.
- 6.12 Análisis de variación poblacional.

UNIDAD VII ANÁLISIS DE ESTRUCTURA

- 7.1 Visualización de estructura de proteínas.
- 7.2 Comparación sistemática de estructura de proteínas.
- 7.3 Predicción de estructura secundaria de proteínas.
- 7.4 Predicción de estructura por homología de secuencia.
- 7.5 Predicción de estructura por "threading".
- 7.6 Simulación y dinámica molecular.
- 7.7 Interacciones entre proteínas.
- 7.8 Interacciones entre proteínas y moléculas pequeñas.
- 7.9 Predicción de la estructura de ácidos nucleicos.

UNIDAD VIII NUEVAS METODOLOGÍAS

- 8.1 Análisis de datos de expresión génica (DNA arrays).
- 8.2 Análisis de datos de proteómica.
- 8.3 Tratamiento y simulación de redes metabólicas.
- 8.4 Redes de interacción.
- 8.5 Dinámica de sistemas complejos en biología.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

La actividad académica se llevará a cabo en forma de seminarios. Se dará una exposición oral por parte de los estudiantes interaccionando con el profesor, para situar y discutir el tema. Los temas deberán ser investigados por los estudiantes, que estructurarán el trabajo a partir de la lectura, análisis, reflexión y discusión de los libros y los artículos de investigación. Se facilitará la retroalimentación cognoscitiva durante las exposiciones.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

Para la calificación del curso se considera: examen escrito; presentación de artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma. La calificación considerará la presentación de los seminarios (50%) y examen (50%) por cada dos unidades del contenido

programático. De la presentación de los seminarios, equivalente al 50% se calificará: dominio del tema (20%), material convenientemente organizado (20%), actualizaciones sobre el tema (10%).

BIBLIOGRAFÍA

1. Bishop, M.J. (1994). *Guide to Human Genome Computing*. Estados Unidos: Academic Press.
2. Bressoud D. y Wagon S. (1999). *Computational Number Theory*. Estados Unidos: Key College Publishing.
3. Carrano F. y Savitch W. (2003). *Data Structures and Abstractions with Java*. Estados Unidos: Prentice Hall.
4. Graham R., Knuth D. Y Patashnik O. (1994). *Concrete Mathematics: A Foundation for Computer Science*. 2nd Edition. Estados Unidos: Addison-Wesley.
5. Koblitz N. (1999). *Algebraic Aspects of Cryptography*. Estados Unidos: Springer-Verlag.
6. Mateus P. y Sernada C. S. (2004). *Matemática Discreta*. Barcelona, España: DMIST.
7. Parry-Smith D, y Attwood T (2002). *Introducción a la Bioinformática*. Estados Unidos: Prentice-Hall.
8. Prichard J. y Carrano F. (2004). *Data Abstraction and Problem Solving with Java: Walls and Mirrors*. Updated Edition. Estados Unidos: Addison Wesley
9. Smith, D.W. (1994). *Biocomputing. Informatics and Genome Projects*. Estados Unidos: Academic Press.
10. Swindell, S.R., Miller R.R y Myers G.S.A. (1997). *Internet for the Molecular Biologist*. Norfolk, UK: Horizon Scientific Press.
11. Trigo AV. (2003). *Introducción a la informática*. España: Anaya Multimedia.
12. Waterman, M.S. (1995). *Introduction to Computational Biology, Maps, sequences and genomes*. Estados Unidos: Chapman & Hall.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Biología molecular avanzada		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dra. Laura Leticia Valdez Velázquez, Dr. Iván Delgado Enciso, Dr. Elpidio Peña Beltrán.		

PRESENTACIÓN

Esta asignatura proporciona los conocimientos para entender los mecanismos moleculares de expresión y regulación génica en organismos procariotes y eucariotes.

PROPÓSITO DEL CURSO

Consiste en que el alumno integre los conocimientos de los fundamentos de los mecanismos moleculares por el cual se constituye, expresa, regula, se modifica post-transduccionalmente un genoma, así como conocer las técnicas para su manipulación y aplicación en un proceso *in vitro*.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

- UNIDAD I GENERALIDADES DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR
 - 1.1 Estructura de ADN.
 - 1.2 El ADN dúplex, estructuras alternativas, superenrollamiento.
 - 1.3 Estructura de ARN.
 - 1.4 Estructura de proteínas.
 - 1.5 Relación Proteína-Acido nucléico.
- UNIDAD II MECANISMOS MOLECULARES DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR DE REPLICACIÓN
 - 2.1 Replicación en células procariotes.
 - 2.2 Replicación en células eucariotes.
 - 2.3 Regulación de la replicación.
 - 2.4 Reparación del ADN.
- UNIDAD III TRANSCRIPCIÓN DEL ADN, SÍNTESIS DE ARN.
 - 3.1 Transcripción en células procariotes.
 - 3.2 Transcripción en células eucariotes.
 - 3.3 Regulación de la transcripción en procariotes y eucariotes.
 - 3.4 Maduración del ARN, procesamiento posttranscripcional.

UNIDAD IV TRADUCCIÓN

- 4.1 Síntesis de proteínas en procariotes y eucariotes.
- 4.2 Interpretando el código genético.
- 4.3 Control traduccional.
- 4.4 Procesamientos postraduccionales.

UNIDAD V TÉCNICAS EN BIOLOGÍA MOLECULAR

- 5.1 Aislamiento, purificación y fraccionamiento de proteínas.
- 5.2 Aislamiento, purificación y fraccionamiento de ácidos nucleicos.
- 5.3 Cuantificación de las concentraciones de proteínas y ácidos nucleicos mediante espectrometría.
- 5.4 Hibridación de ácidos nucleicos.
- 5.5 Tecnología del ADN recombinante.
- 5.6 Clonación del ADN.
- 5.7 Amplificación enzimática de ADN por RCP.
- 5.8 Secuenciación de ADN.
- 5.9 Uso de Anticuerpos.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

La actividad académica se llevará a cabo en forma de seminarios. Se dará una exposición oral por parte de los estudiantes interaccionando con el profesor, para situar y discutir el tema. Los temas deberán ser investigados por los estudiantes, que estructurarán el trabajo a partir de la lectura, análisis, reflexión y discusión de los libros y los artículos de investigación. Se facilitará la retroalimentación cognoscitiva durante las exposiciones.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

Para la calificación del curso se considerará: examen escrito; presentación de artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma. La calificación del curso considerará la presentación de los seminarios (50%) y examen (50 %) por cada dos unidades del contenido programático. De la presentación de los seminarios, se calificará: dominio del tema (20%), material convenientemente organizado (20%), actualizaciones sobre el tema (10%).

BIBLIOGRAFÍA

1. Alberts B. (2002). *Molecular Biology of the Cell*. 4th ed. Editorial Garland.
2. Claros, M.G.; Avila, C.; Gallardo F. y Cánovas, F.M. (2001). *Manual para el diseño experimental y el análisis de datos en Bioquímica. Biología Molecular*. Septem ediciones.
3. Karp, G. (2001). *Biología Celular y Molecular*. Mc Graw-Hill Interamericana
4. Kornberg y T. Baker. (1992.) *DNA Replication*. 2nd ed. W. H. Freeman.

5. Lewin, B.(2001). *Genes VII*. Editorial Marbán.
6. Lodish H. y Darnell, J. (2002). *Biología Celular y Molecular*. 4ª Edición. Scientific American Books.
7. Luque, J. y Herráez, A. (2001). *Texto ilustrado de Biología Molecular e Ingeniería Genética*. Editorial Harcourt.
8. Mathews, C.K. Van Holde, K.E. y Ahern, K.G. (2002). *Bioquímica*. 3ª Edición. Addison Wesley - Pearson Educación.
9. Nelson, D.L., Cox, M.M. (2009). *Lehninger, Principios de Bioquímica*. 5ª edición. Barcelona, España: Ed. Omega.
14. Stryer, L.; Berg, J. M. y Tymoczko J. L. (2007). *Bioquímica*. 6ª edición. España: Editorial Reverté.
10. Voet, D. y Voet, J.G. (2003). *Biochemistry*. 3ª Edition. Wiley & Sons.
11. Voet, D.; Pratt, C.; y Voet, J.G. (1998). *Fundamentals of Biochemistry*. Wiley & Sons.
12. Watson J. D. (2004). *Molecular Biology of the Gene*. 5th ed. Ed. Benjamin Cummings.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Bioquímica avanzada		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Elpidio Peña Beltrán, Dra. Laura L. Valdez Velázquez, Dra. Ana Lilia Peraza.		

PRESENTACIÓN

Esta asignatura proporciona los conocimientos para entender el modo de acción y estructura de proteínas catalizadoras, reguladoras y enlazantes.

PROPÓSITO DEL CURSO

Consiste en que el alumno integre herramientas y métodos de análisis empleados por los bioquímicos para examinar con detenimiento los problemas biológicos.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

- UNIDAD I GENERALIDADES DE BIOQUÍMICA
 - 1.1 Modelos de reacción; equilibrio y cinética simple.
 - 1.2 Análisis de experimentos sobre cinética y equilibrio.
 - 1.3 Energía libre, entropía, entalpía y ciclos.
 - 1.4 Fuerzas, efecto hidrofóbico, efecto quelato.
 - 1.5 Dinámica y estructura molecular.
- UNIDAD II BIOMOLÉCULAS
 - 2.1 Propiedades físicas de la proteínas y los ácidos nucleicos.
 - 2.2 Principios y práctica de la purificación de proteínas.
 - 2.3 Organización de la subunidad y el dominio; cálculo del peso molecular.
 - 2.4 Interacciones macromoleculares: especificidad, afinidad y aspectos energéticos.
- UNIDAD III ENZIMAS
 - 3.1 Clasificación y nomenclatura.
 - 3.2 Catálisis enzimática: cinética.
 - 3.2.1 Velocidad de reacción: ecuación de Michaelis-Menten.
 - 3.2.2 Estado estacionario.
 - 3.2.3 Actividad específica.

- 3.2.4 Obtención y análisis de datos cinéticos.
 - 3.3 Mecanismo de reacciones catalizadas por enzimas.
 - 3.4 Actividad in situ (zimograma).
 - 3.4.1 Actividad: efecto de pH y/o temperatura.
 - 3.5 Inhibición e intermedios.
 - 3.6 Especificidad de la catálisis: aspectos energéticos y consecuencias.
- UNIDAD IV PROCESOS VECTORIALES ACOPLADOS
- 4.1 Procesos vectoriales acoplados: síntesis de ATP.
 - 4.2 Procesos vectoriales acoplados: bombas.
 - 4.3 Procesos vectoriales acoplados: fosforilación oxidativa (OxPhos); de la morfología a la enzimología.
 - 4.4 Procesos vectoriales acoplados: procesividad.
 - 4.5 Procesos vectoriales acoplados: motores; polímeros – orígenes y consecuencias de la polaridad estructural y termodinámica.
 - 4.6 Procesos vectoriales acoplados: motores; polaridad estructural y termodinámica.
 - 4.7 Procesos vectoriales acoplados: plegamiento de proteínas

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

La actividad académica se llevará a cabo en forma de seminarios. Se dará una exposición oral por parte de los estudiantes interaccionando con el profesor, para situar y discutir el tema. Los temas deberán ser investigados por los estudiantes, que estructurarán el trabajo a partir de la lectura, análisis, reflexión y discusión de los libros y los artículos de investigación. Se facilitará la retroalimentación cognoscitiva durante las exposiciones.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

Para la calificación del curso se considera: examen escrito; presentación de artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma. La calificación del curso considerará la presentación de los seminarios (50%) y examen (50 %) por cada dos unidades del contenido programático. De la presentación de los seminarios, se calificará: dominio del tema (20%), material convenientemente organizado (20%), actualizaciones sobre el tema (10%).

BIBLIOGRAFÍA

1. Champe C. (2008). *Bioquímica*. (4ª edición). Ed. Lippincott
2. Hicks Gómez, J. J. (2007). *Bioquímica*. (2ª edición). Editorial McGraw-Hill.
3. Mathews, C.K. Van Holde, K.E. y Ahern, K.G. (2002). *Bioquímica*. (3ª edición). Addison Wesley - Pearson Educación S.A.

4. Mckee, T. y Mckee, J.R. (2003). *Bioquímica. La base molecular de la vida*. 3ª edición. Editorial Mac Graw-Hill.
5. Nelson, D.L., Cox, M.M. (2009). *Lehninger: Principios de Bioquímica*. 5ª edición. Barcelona, España: Ed. Omega.
6. Stryer, L.; Berg, J. M. y Tymoczko J. L. (2007). *Bioquímica*. 6ª edición. Editorial Reverté.
7. Voet D. y Voet, P. (2007). *Bioquímica*. 2ª Edición. Ed. Panamericana.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Biotecnología de proteínas		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Juan Alberto Osuna Castro, Dra. Norma Alejandra Mancilla Margalli.		

PRESENTACIÓN

Esta asignatura proporcionará los fundamentos teóricos y destrezas experimentales de la sobreexpresión de proteínas en sistemas de expresión heterólogos, extracción, cuantificación, purificación y caracterización funcional (actividad), fisicoquímica, estructural y bioquímica de dichas macromoléculas nativas y/o recombinantes. El estudiante también se familiarizará con las bases de la ingeniería de proteínas tendientes a modificar su estructura molecular y acercarse al entendimiento de su relación estructura-función.

PROPÓSITO DEL CURSO

El propósito consiste en dotar al alumno de un dominio conceptual y técnico de los métodos bioquímicos y biotecnológicos convencionales, modernos y recientes de producción, estudios y caracterización de proteínas y enzimas. Esto le permitirá al estudiante ejecutar su trabajo experimental de tesis con mayor eficiencia.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

- UNIDAD I ESTRUCTURA Y PURIFICACIÓN DE PROTEÍNAS
 - 1.1 Tipos de estructuras.
 - 1.2 Modificaciones postraduccionales.
 - 1.3 Plegamiento y estabilidad.
 - 1.4 Extracción y precipitación fraccionada.
 - 1.5 Cuantificación de proteínas.
 - 1.6 Purificación por cromatografía: intercambio iónico, filtración en gel, afinidad, hidrofóbica y HPLC fase inversa.
 - 1.7 Electroforesis unidimensional nativa y desnaturizante.
- UNIDAD II SISTEMAS DE EXPRESIÓN HETERÓLOGOS
 - 2.1 Microbianos: *Escherichia coli* y levaduras.
 - 2.2 Plantas.
 - 2.3 Animales y células animales.

- 2.4 Cuerpos de inclusión.
- 2.5 Plegamiento in vitro de proteínas.
- 2.6 Etiquetas para purificación e identificación rápida.
- 2.7 Fusión de proteínas.
- 2.8 Ingeniería de proteínas: estudios de relación estructura-función.
- 2.9 Ejemplos de casos.

UNIDAD III CARACTERIZACIÓN MOLECULAR-ESTRUCTURAL

- 3.1 Dispersión dinámica de luz.
- 3.2 Dicroísmo circular.
- 3.3 Calorimetría diferencial de barrido.
- 3.4 Ultracentrifugación.
- 3.5 Electroforesis de segunda dimensión: nativa y desnaturalizante.
- 3.6 Tinción de glicoproteínas y desglicosilación enzimática.
- 3.7 Inmunoquímica: Western blot y ELISA.
- 3.8 Secuenciación.
- 3.9 Peso molecular por MS.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

El profesor dará los lineamientos teóricos esenciales de los puntos temáticos en las sesiones frente al grupo. Esta actividad deberá complementarse por los estudiantes a través de investigación bibliográfica, interpretación y análisis de artículos de investigación.

Se dará una exposición oral por parte de los estudiantes interaccionando con el profesor, para situar y discutir el tema. Los temas deberán ser investigados por los estudiantes, que estructurarán el trabajo a partir de la lectura, análisis, reflexión y discusión de los libros y los artículos de investigación. Se facilitará la retroalimentación cognoscitiva durante las exposiciones.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

Para la calificación del curso se considerará la presentación de los seminarios teóricos y de los de trabajo experimental en el laboratorio (40%), discusión de artículos en clase (10%) y examen (50%) por cada unidad del contenido programático. De la presentación de los seminarios, equivalente al 50% se calificará: dominio del tema (20%), material convenientemente organizado (20%), actualizaciones sobre el tema (10%).

BIBLIOGRAFÍA

1. Cutler, P. (2004). *Protein Purification Protocols. Methods in Molecular Biology. Volumen 244*. Totowa, New Jersey: Ed., Humana Press, Inc.
2. Lutz, S., Bornscheuer, U. (2009). *Protein Engineering Handbook. Volumen I*. Weinheim: Ed. Wiley-VCH.

3. Marangoni, A.G. (2003). *Enzyme Kinetics: A Modern Approach*. Hoboken, New Jersey: Ed. John Wiley and Sons Inc.
4. Moreno, A., Mas-Oliva, J., Soriano, M., Salvador, O., Bolaños-García, M. (2000). *Turbidity as a useful optical parameter to predict protein crystallization by dynamic light scattering*. *J. Mol. Struc.* 519: 243-256.
5. Nelson, D.L., Cox, M.M. (2009). *Lehninger: Principios de Bioquímica* 5ª edición. Barcelona, España: Ed. Omega.
6. Park, S.J., Cochran, J.R. (2010). *Protein Engineering and Design*. Boca Raton, FL.: CRC Press (Taylor and Francis Co).
7. Shetty, K., Paliyath, G., Pometto, A.L. III., Levin, R.E. (2006). *Food Biotechnology*. 2nd Edition. Boca Raton, FL.: Ed., Marcel Dekker, Inc. and CRC Press (Taylor and Francis Co).
8. Simpson, R.J. (2003). *Proteins and Proteomics: A Laboratory Manual*. Cold Spring Harbor, New York: Ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press.
9. Walsh, G. (2002). *Proteins: Biochemistry and Biotechnology*. Ed., John Wiley and Sons Ltd.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Diseño de fármacos		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Francisco Javier Martínez Martínez, Dra. Ana Lilia Peraza Campos.		

PRESENTACIÓN

El descubrimiento de fármacos es un proceso muy caro y que requiere mucho tiempo, pero es necesario para mejorar la calidad de vida de las personas.

El diseño de un fármaco es una estrategia metodológica basada en la síntesis química o semisíntesis a través de una modificación estructural a un precursor de origen natural o biotecnológico.

El conocimiento y sofisticación de los diferentes métodos de síntesis nos puede llevar al diseño y preparación de cualquier fármaco.

PROPÓSITO DEL CURSO

El propósito del curso, consiste en que el alumno amplíe y actualice sus conocimientos en los diferentes métodos de diseño de fármacos, utilizando herramientas computacionales y sintéticas.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

- UNIDAD I DESCUBRIMIENTO DE LOS FÁRMACOS
 - 1.1 Historia de la química medicinal.
 - 1.2 Métodos utilizados para su descubrimiento.
- UNIDAD II ESTRATEGIAS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE FÁRMACOS
 - 2.1 Identificación de la parte activa: Farmacóforo.
 - 2.2 Modificación de grupos funcionales.
 - 2.3 Relación estructura-actividad.
 - 2.4 Estructuras privilegiadas.
 - 2.5 Modificación estructural.
- UNIDAD III MODIFICACIÓN ESTRUCTURAL PARA INCREMENTAR LA POTENCIA Y EL INDEX TERAPÉUTICO
 - 3.1 Homologación.
 - 3.2 Aumento o disminución de la cadena.

- 3.3 Transformación cadena-anillo.
- 3.4 Bioisoterismo.
- 3.5 Química combinatoria.

UNIDAD IV MODIFICACIÓN ESTRUCTURAL PARA INCREMENTAR LA BIODISPONIBILIDAD ORAL

- 4.1 Ecuación de Hammett.
- 4.2 Efecto de lipofilicidad.
- 4.3 Efecto de ionización.

UNIDAD V RELACIÓN CUANTITATIVA ESTRUCTURA-ACTIVIDAD

- 5.1 Historia.
- 5.2 Efectos estéricos: Ecuación de Taft.
- 5.3 Correlación de parámetros fisicoquímicos con actividad biológica.
 - 5.3.1 Análisis de Hanch.
 - 5.3.2 Método novo.
 - 5.3.3 Método paso a paso.
- 5.4 Docking.
- 5.5 Programas Computacionales: DRAGON y MobyDigs.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

La actividad académica se desarrollará por el profesor y con la participación activa de los alumnos realizando presentaciones plenarias cada mes. La UNIDAD V hará uso de la sala de computación donde se verán los programas DRAGON y MobyDigs.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

La calificación del curso se considerarán varios aspectos:

Primero, examen escrito dividido en dos partes: manejo de conceptos teóricos y resolución de problemas; segundo, presentación artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma; tercero, tareas (resolución de problemas), las cuales se entregarán después de 10 días de asignadas, cuentan como derecho a examen. La ponderación corresponde a: Examen 50%, Tareas 20%, Exposiciones 30%. La calificación del curso considera la presentación de cuatro seminarios. De la presentación del seminario se calificará: dominio del tema (30%), material convenientemente organizado (20%), actualizaciones sobre el tema (20%), resumen entregado en tiempo y forma (10%), aclaraciones pertinentes y actitud receptiva a los asistentes (20%).

BIBLIOGRAFÍA

1. Abraham DJ. (2003) *Burger's medicinal Chemistry and Drug Discovery*. 6th ed. New York: Wiley.

2. Cohen, N. Claude (1996). *Guidebook on Molecular Modeling in Drug Design*. Boston: Academic Press.
3. Francis, G. E., Delgado C. (2000). *Drug Targeting*. USA: Ed. Humana Press
4. Leach, A. R.; Harren J. (2007). *Structure-based Drug Discovery*. Berlin: Springer.
5. Leach, R. (2001). *Molecular Modelling: Principles and Applications*. 2nd Edition. USA: Ed. Prentice-Hall.
6. Madsen, Ulf; Krosgaard-Larsen, Povl; Liljefors, Tommy (2002). *Textbook of Drug Design and Discovery*. Washington: DC: Taylor & Francis.
7. Seethala, R. y Fernandes P.B. (2001). *Handbook of Drug Screening*. USA: Ed. Maecel Dekker.
8. Silverman, R. B. (2004), *The Organic Chemistry of Drug Desing and Drug Action*. 2nd Edition Ed. Elsevier Academic Press.
9. Talete, SRL (2006). *DRAGON for Windows (Software for Molecular Descriptor Calculations)*. Version 5.4 – <http://www.talete.mi.it>
10. Drug Design Resources, <http://www.drugdesign.org/DrugDesignWebEntries/>

DATOS GENERALES:

Nombre:	Ecotoxicología		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Elpidio Peña Beltrán, Dra. Laura L. Valdez Velázquez.		

PRESENTACIÓN

Esta asignatura analiza y estudia aplicaciones de las herramientas bioanalíticas en la evaluación de riesgo ambiental.

PROPÓSITO DEL CURSO

Consiste en que el alumno aprenderá a analizar efectos biológicos de los contaminantes sobre organismos, poblaciones y ecosistemas. Además aprenderá a incorporar los conocimientos teóricos y prácticos en el desarrollo y aplicación de metodologías estandarizadas de evaluación y diagnóstico.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

UNIDAD I GENERALIDADES

- 1.1 Fundamentos de toxicología .
- 1.2 Mecanismos de acción tóxica, toxicidad, relación dosis-respuesta, tolerancia y resistencia.
- 1.3 Efectos a nivel subcelular, celular, tejidos, órganos, individuos, poblaciones y comunidades.
- 1.4 Biodegradación, Bioacumulación, Biodisponibilidad.
- 1.5 Cambios ambientales y salud.

UNIDAD II EVALUACIÓN DE EXPOSICIÓN A TÓXICOS AMBIENTALES

- 2.1 Caracterización de riesgos. Estimación de riesgos.
- 2.2 Análisis químico-toxicológico en la evaluación de la exposición.
- 2.3 Biomarcadores y bioindicadores de exposición, efecto y susceptibilidad.
- 2.4 Evaluación de la toxicidad.
- 2.5 Índices de toxicidad, su valor en la evaluación del riesgo ecológico.
- 2.6 Uso de la información y aplicaciones al diagnóstico ambiental.
- 2.7 Efectos sobre comunidades y ecosistemas.

- 2.8 Evaluación de la exposición, respuesta, caracterización de riesgo.
- 2.9 Legislación nacional y criterios.

UNIDAD III MATERIALES PELIGROSOS

- 3.1 Marco normativo para el transporte y disposición de materiales peligrosos.
- 3.2 Métodos de reconocimiento de materiales peligrosos.
- 3.3 Instrumental de detección.
- 3.4 Operaciones para control de riesgos.
- 3.5 Emergencias toxicológicas masivas, derrames accidentales.

UNIDAD IV ECOTOXICOLOGÍA Y FAUNA SILVESTRE

- 4.1 Compuestos organoclorados y su repercusión en poblaciones de fauna silvestre.
- 4.2 Efecto por exposición a derivados de petróleo sobre aves marinas y cetáceos.
- 4.3 Toxicología del mercurio en la biota: peces, aves y mamíferos terrestres.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

La actividad académica se llevará a cabo en forma de seminarios. Se dará una exposición oral por parte de los estudiantes interaccionando con el profesor, para situar y discutir el tema. Los temas deberán ser investigados por los estudiantes, que estructurarán el trabajo a partir de la lectura, análisis, reflexión y discusión de los libros y los artículos de investigación. Se facilitará la retroalimentación cognoscitiva durante las exposiciones.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

La calificación del curso se considerarán varios aspectos:

Primero, examen escrito dividido en dos partes: manejo de conceptos teóricos y resolución de problemas; segundo, presentación artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma. La calificación del curso considerará la presentación de los seminarios (50%) y examen (50 %) por cada dos unidades del contenido programático. De la presentación de los seminarios, equivalente al 50% se calificará: dominio del tema (20%), material convenientemente organizado (20%), actualizaciones sobre el tema (10%).

BIBLIOGRAFÍA

1. Calow, P. (1993). *Handbook of Ecotoxicology*. London: Blackwell Scientific Publ.
2. Environment Canada. (2002). *Guidance Document for conducting Toxicity Reduction Evaluation (TRE) Investigations of Canadian Metal Mining*

Effluents. Environment Canada – Mining Association of Canada – ESG International Inc.

3. Forbes, V. E., y Forbes, T. L. (1994). *Ecotoxicology in theory and practice. Ecotoxicology series 2*. London: Chapman and Hall.
4. Klaassen, C. D., y Watkins III, J. B. (2001). *Manual de toxicología. La ciencia básica de los tóxicos*. 5ª edición. Ed. Interamericana-McGraw Hill.
5. Moriarty, F. (1999). *Ecotoxicology. The study of pollutants in ecosystems*. Academic Press.
6. Newman, M. C. and M. A. Unger (2003). *Fundamentals of Ecotoxicology*. 2nd Edition. New York: Lewis publishers, CRC Press.
7. Romero, D., y García-Fernández, J. A. (2003). *Guía legislativa de interés veterinario; sanidad animal y salud pública*. Ed. Murcia.
8. Ronco, A. y M. C. Díaz Báez (2004). *Interpretación y manejo de resultados. en: ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas, G. Castillo Morales, ed., estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones*. México: IMTA - Canadá IDRC.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Farmacología avanzada		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dra. Ana Lilia Peraza Campos, Dra. Ana Mirna Flores Bustamante, Dra. Norma Angélica Moy López.		

PRESENTACIÓN

Este curso se presentarán los principios básicos de la teoría de receptores, los mecanismos de acción de fármacos a nivel celular, incluyendo la transducción de señales, la caracterización y clasificación de los subtipos de receptores así como las aproximaciones moleculares para identificar, bloquear o modificar la expresión de proteínas relacionadas con la regulación de las respuestas celulares normales y/o alteradas (enfermedades). Además, se enseñarán las herramientas derivadas de la manipulación genética que resultan útiles para la investigación farmacológica, los modelos experimentales disponibles, con diferentes niveles de complejidad e integración, y se esbozarán los diferentes procedimientos y fases que llevan el descubrimiento y caracterización de las acciones farmacológicas de los principios activos.

PROPÓSITO DEL CURSO

Este curso tiene por objetivo discutir con los estudiantes las bases sobre los mecanismos de acción de los fármacos a nivel molecular y celular para que pueda relacionarlos con los efectos farmacológicos globales y con sus posibles aplicaciones clínicas, así como capacitar al estudiante para que comprenda de una manera integrada por qué, cuándo y cómo pueden utilizarse los fármacos para tratar enfermedades, considerando los principalmente las interacciones químicas, fisiológicas y patológicas

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

- UNIDAD I FARMACOLOGÍA EXPERIMENTAL
 - 1.1 Terminología en Farmacología.
 - 1.2 Evaluación experimental del efecto farmacológico.
 - 1.3 Tipos y modelos de bioensayos.
 - 1.4 Manejo de animales en los bioensayos.
 - 1.5 Aspectos generales de la regulación de fármacos.

UNIDAD II FARMACOMETRÍA

- 2.1 Relación concentración - efecto observable, gradual y cuantitativo (de efecto fijo, lineal, de efecto máximo, sigmoidal).
- 2.2 Factores que modifican el efecto de los fármacos, variabilidad biológica. Consideraciones estadísticas.
- 2.3 Cinéticas de la interacción con el receptor.
- 2.4 Sinergismo, antagonismo.
- 2.5 Potenciación, tolerancia.

UNIDAD III FARMACODINAMIA

- 3.1 Tipos de acción farmacológica.
- 3.2 Teoría de receptores o blancos moleculares.
- 3.3 Familias de receptores. Receptores clásicos.
- 3.4 Clasificación de acuerdo a su mecanismo transduccional.
- 3.5 Receptores de membrana: fosforilación de proteínas y otros eventos.
- 3.6 Receptores nucleares: hormonas esteroides.
- 3.7 Regulación fisiológica de la densidad de receptores.
- 3.8 Relación estructura- actividad biológica. Fuerzas de interacción de afinidad (pA_2) fármaco-receptor, reacciones adversas a los fármacos.

UNIDAD IV ADMINISTRACIÓN DE FÁRMACOS

- 4.1 Formulación y su importancia.
- 4.2 Vías de administración.
- 4.3 Dosificación.
- 4.4 Ventana terapéutica.

UNIDAD V FARMACOCINÉTICA

- 5.1 Sistema LADME.
- 5.2 Procesos de adsorción y distribución.
- 5.3 Metabolismo de xenobióticos, reacciones de fase I y II.
- 5.4 Inducción e inhibición.
- 5.5 Eliminación, excreción y depuración.
- 5.6 Cálculo de parámetros farmacocinéticos.

UNIDAD VI APLICACIONES FARMACOLÓGICAS POR SISTEMAS

- 6.1 Neurotransmisores, agonistas y antagonistas del sistema nervioso autónomo.
- 6.2 Fármacos y sistema cardiovascular.
- 6.3 Fármacos que afectan al sistema endócrino, mediadores y modificadores autacoides.
- 6.4 Fármacos que afectan del aparato digestivo.
- 6.5 Principios de la quimioterapia: antivirales, antibacterianos, antifúngicos, antiprotozoarios, antihelmínticos, antineoplásicos.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

La actividad académica se llevará a cabo en forma de seminario. Se dará una exposición oral por parte de los estudiantes interaccionando con el profesor, para situar y discutir el tema. Los temas deberán ser investigados por los estudiantes, que estructurarán el trabajo a partir de la lectura, análisis, reflexión y discusión de los libros y los artículos de investigación. En cada uno de los temas, el alumno elaborará un mapa conceptual que contendrá relacionados los elementos fundamentales del tema.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

La calificación del curso se considerarán varios aspectos:

Primero, examen escrito dividido en dos partes: manejo de conceptos teóricos y resolución de problemas; segundo, presentación artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma; tercero, tareas (resolución de problemas), las cuales se entregarán después de 10 días de ser asignadas, cuentan como derecho a examen. La calificación del curso considerará la presentación de seminario (50%), tareas resueltas (20 %) y examen (30 %) por cada dos unidades del contenido programático. De la presentación del seminario se calificará: dominio del tema (25%), material convenientemente organizado (25%), actualizaciones sobre el tema (20), resumen entregado en tiempo y forma (20%), aclaraciones pertinentes y actitud receptiva a los asistentes (10%).

BIBLIOGRAFÍA

1. Brody, T.M., Larner, J., Minneman, K.P., Neu, H.C. (1995). *Human pharmacology. Molecular to clinical*. 2nd Edition. USA: Mosby.
2. Grahame- Smith, D.G., Aronson, J.K., (2002) *Oxford Textbook of Clinical Pharmacology and Drug Therapy*. 3th Edition. Oxford University Press.
3. Hardman J.G., Limbird L.E., Gilman A.G. Goodman. (2001). *The Pharmacological Basis of the Therapeutics*. 10th Edition. USA: McGraw-Hill.
4. Harvey R., Champe Pamela C., Mycek M.J., Gertner S.B., Perper M.M. (2000). *Lippincott's Illustrated Review Pharmacology*. 2nd Edition. USA: Lippincott Williams & Wilkins.
5. Kalant H., Roschlau W.H. (2002). *Principios de Farmacología Médica*. 6ª ed. México: Oxford. University Press.
6. Katzung B.G. (2001). *Basic and Clinical Pharmacology*. USA: McGraw-Hill
7. Naranjo CA, Souich P, Busto UE (eds) (1992). *Métodos en Farmacología Clínica*. Organización panamericana de la salud. OMS.
8. Page C.P., Curtis M.J., Sutter M.C., Walker M.J.A., Hoffman B.B. (1998). *Farmacología Integrada*. España: Harcourt.

9. Pratt W. B., Taylor P. (1990) *Principles of Drug Actions. The Basis of Pharmacology*. New York: Churchill Livingstone.
10. Rang H. P., Dale M. M., Ritter J. M. (2008) *Pharmacology*. 5th. Edition. Edimburgo: Churchill Livingstone.
11. Tallarida, R.J. (2000) *Drug Synergism and Dose-effect Data Analysis*. New York: Taylor & Francis, Inc.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Proteómica		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Juan Alberto Osuna Castro, Dra. Norma Alejandra Mancilla Margalli.		

PRESENTACIÓN

En la era postgenómica donde la frase “un gen-una proteína” deja de ser estrictamente cierta, como se evidencia de la pobre correlación entre el nivel de ARNm y de proteínas, y de las numerosas modificaciones postraduccionales que definen y regulan la actividad de una proteína, el análisis global de la expresión de proteínas resulta esencial en el entendimiento de cualquier sistema biológico y biotecnológico.

PROPÓSITO DEL CURSO

El alumno entenderá e interpretará las bases y fundamentos de la proteómica como una herramienta para estudiar y entender la dinámica bioquímica en sistemas biológicos y biotecnológicos.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

UNIDAD I FUNDAMENTOS DE PROTEÓMICA

- 1.1 Bioquímica de proteínas.
- 1.2 La era postgenómica.
- 1.3 Genómica vs Transcriptómica vs Proteómica.
- 1.4 Potencial de la proteómica.

UNIDAD II TÉCNICAS PROTEÓMICAS

- 2.1 Consideraciones experimentales para un análisis proteómico.
- 2.2 Extracción y manejo de proteínas.
- 2.3 Resolución de proteínas.
 - 2.3.1. Electroforesis de segunda dimensión (2D-PAGE).
 - 2.3.2. Cromatografía de líquidos y Electroforesis Capilar.
- 2.4 Digestión enzimática y modificación química de proteínas.
- 2.5 Identificación de fragmentos peptídicos por espectrometría de masas.
 - 2.5.1. Fundamentos de la espectrometría de masas.
 - 2.5.2. Ionización de péptidos (MALDI, Electrospray).

2.5.3. Analizador y detector de masas.

2.5.4. Análisis de patrón de fragmentación de péptidos.

UNIDAD III ANÁLISIS PROTEÓMICOS

3.1 Proteómica de expresión.

3.2 Mapeo celular.

3.3 Proteómica funcional.

3.4 Proteómica estructural.

3.4 Subproteómica (proteoma de organelos).

UNIDAD IV PROTEÓMICA CUANTITATIVA

4.1 Electroforesis diferencial 2D (2D-DIGE).

4.1.1. Marcaje de proteínas (químico, metabólico).

4.2 Cuantificación por relación masa/carga (m/z).

4.3 Bioinformática y análisis in silico.

4.4 Métodos estadísticos.

UNIDAD V PROTEÓMICA APLICADA

5.1 Análisis de modificaciones postraduccionales (PTM).

5.1.1. Fosfoproteóma.

5.1.2. Glicoproteóma.

5.1.3. Proteómica multiplex.

5.2 Análisis de interacción proteína-proteína.

5.3 Análisis de casos de proteómica aplicada.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

El profesor dará los lineamientos teóricos esenciales de los puntos temáticos en las sesiones frente al grupo. Esta actividad deberá complementarse por los estudiantes a través de investigación bibliográfica, interpretación y análisis de artículos de investigación.

Se dará una exposición oral por parte de los estudiantes interaccionando con el profesor, para situar y discutir el tema. Los temas deberán ser investigados por los estudiantes, que estructurarán el trabajo a partir de la lectura, análisis, reflexión y discusión de los libros y los artículos de investigación. Se facilitará la retroalimentación cognoscitiva durante las exposiciones.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

Para la calificación del curso se considerarán varios aspectos:

Primero, examen escrito dividido en dos partes: manejo de conceptos teóricos y resolución de problemas; segundo, presentación artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma; tercero, tareas (resolución de problemas), las cuales se entregarán después de 10 días de ser asignadas, cuentan como derecho a examen. La evaluación final del curso será el promedio de las siguientes actividades: examen de conocimientos (40%),

presentación de seminarios (30%), discusión de artículos en clase (15%), investigaciones y tareas (15%).

BIBLIOGRAFÍA

1. Conn, P.M. (2003). *Handbook of Proteomics Methods*. New Jersey: Ed. Humana Press.
2. Figeys, D. (2005). *Industrial Proteomics: Applications for Biotechnology and Pharmaceuticals*. New Jersey: Ed. John Wiley & Sons, Inc.
3. Finnie, C. (2006). *Plant Proteomics*. Australia: Ed. Blackwell Publishing.
4. Gary B. Smejkal & Alexander Lazareu. (2006). *Separation Methods in Proteomics*. Ed. CRC Press.
5. Kannicht, C. (2008). *Post-translational Modifications of Proteins – Tools for Functional Proteomics*. 2nd Ed. New Jersey: Ed. Humana Press.
6. Mahmoud Hamdan, M. & Righetti, P.G. (2005). *Proteomics Today: Protein Assessment and Biomarkers Using Mass Spectrometry, 2D Electrophoresis, and Microarray Technology*. Ed. Wiley-Interscience. .
7. Nedelkov D. & Nelson, R.W. (2006). *New and Emerging Proteomic Techniques*. New Jersey: Ed. Humana Press.
8. Pflieger, D. & Rossier, J. (2008). *Organelle Proteomics. Methods in Molecular Biology Volumen 432*. England: Ed. Humana Press.
9. Simpson, R. J. (2003). *Proteins and Proteomics – A Laboratory Manual*. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press.
10. Speicher, D. (2004) *Proteome Analysis – Interpreting the Genome*. Hungría: Ed. Elsevier B.V.
11. Thompson, J. D.; Schaeffer-Reiss, C. y Ueffing, M. (2008). *Functional Proteomics – Methods and Protocols*. Springer.
12. Timothy D. Veenstra & Richard D. Smith (2003). *Proteome Characterization and Proteomics. Advances in Protein Chemistry Volumen 65*. USA: Ed. Academic Press.
13. Waksman, G. 2005. *Proteomics and Protein-Protein Interactions – Biology, Chemistry, Bioinformatics, and Drug Design. Proteins Review. Volumen 3*. Singapur: Springer Science.
14. Wilkins, M. R.; Appel, R. D.; Williams, K. L. & Hochstrasser, D. F. (2008) *Proteome Research – Concepts, Technology and Applications*. 2nd Ed. Ed Springer V.B.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Química ambiental I		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Francisco Javier Barragán Vázquez, Dr. Roberto Muñiz Valencia, Dra. Silvia Guillermina Ceballos Magaña		

PRESENTACIÓN

Esta asignatura tiene como propósito principal capacitar al egresado para abordar los problemas propios del campo de la química ambiental, teniendo en consideración la caracterización, conservación, protección y prevención del medio ambiente, así como la armonización de la producción química con un desarrollo sustentable, cuidando la preservación de los recursos naturales, suelo, aire y agua.

PROPÓSITO DEL CURSO

Que el doctor en ciencias químicas, tenga los elementos teóricos y prácticos suficientes para afrontar los problemas que impliquen la química ambiental. Conocer el delicado equilibrio biótico de los recursos naturales, suelo, agua y aire; con estos conocimientos podrá aportar soluciones viables que lo preserven.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

- UNIDAD I QUÍMICA AMBIENTAL DE SUELO.
- 1.1 Nutrientes y química del suelo.
 - 1.2 Polución del suelo por agroquímicos.
 - 1.3 Procesos de difusión de contaminantes en suelo.
 - 1.4 Control y recuperación de suelos contaminados.
 - 1.5 Análisis instrumental para contaminantes en la atmósfera.
- UNIDAD II QUÍMICA AMBIENTAL DEL AGUA.
- 2.1 Propiedades del agua como sustancia poco común.
 - 2.2 Ciclo hidrológico.
 - 2.3 Características físicas y químicas del agua.
 - 2.4 Usos y calidad del agua.
 - 2.5 Contaminación del agua (origen, fuentes, clases, tipos, etc).
 - 2.6 Procesos de purificación de aguas contaminadas.
 - 2.7 Tecnología biológica aplicada al tratamiento de aguas.

- 2.8 Técnicas de análisis de aguas.
 - 2.8.1 Procedimientos básicos (Precipitación, Filtración, Secado y calcinación, desecación y peso).
 - 2.8.2 Análisis gravimétrico.
 - 2.8.3 Análisis volumétrico (precipitación y oxido-reducción).
 - 2.8.4 Análisis colorimétrico.
 - 2.8.5 Análisis instrumental para contaminantes traza.

UNIDAD III QUÍMICA AMBIENTAL DEL AIRE.

- 3.1 Atmósfera.
- 3.2 Contaminación del aire por fuentes naturales y antropogénicas.
- 3.3 Compuestos y contaminantes del aire.
- 3.4 Procesos de purificación del aire.
- 3.5 Difusión de los contaminantes en el aire.
- 3.6 Análisis instrumental para contaminantes en la atmósfera.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

Exposición por parte del profesor del temario. También el alumno realizará exposiciones de los temas a tratar. Cabe mencionar, que la actividad académica se fundamentará en la revisión de bibliografía actualizada, comentándola y evaluándola; llevando a cabo resolución de problemas reales de la región y buscando soluciones aplicables.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

Para la calificación del curso se considerarán varios aspectos:

Primero, examen escrito dividido en dos partes: manejo de conceptos teóricos y resolución de problemas; segundo, presentación artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma; tercero, tareas (resolución de problemas) las cuales se entregarán después de 10 días de ser asignadas, cuentan como derecho a examen. La calificación del curso considera la presentación y exposición de resúmenes de la revisión de literatura (20%), exposiciones (20%), resolución de problemas (20%) y de examen (40%) por medio del contenido programático.

BIBLIOGRAFÍA

1. Botkin D.B. y Keller E.A. (2000). *Environmental Science. Earth as a living Planet*. New York, USA: John Wiley and Sons.
2. Gaur R.C. (2008). *Environmental Engineering*. New Delhi, India: New Age International Publishers.
3. Glynn J. H. Y Heinke G.W. (2001). *Environmental Science and Engineering* (2nd Ed.). Mexico: Prentice Hall.

4. Kumar Anil D. Y Kumar Arnab (2009). *Environment and Ecology*. New Delhi, Indian: New Age International Publishers.
5. Odum H.T. (2000) *Heavy Metals in the Environment: Using wetlands for their removal*. Boca Raton, Fl. USA: CRC; Press
6. Seller J.B. (2001). *Handbook for restoring tidal wetlands*. Fl. USA: CRC; Press Boca Raton.
7. Williams I. (2001). *Environmental Chemistry*. New York, USA: John Wiley and Sons.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Química ambiental II		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Francisco Javier Barragán Vázquez, Dr. Roberto Muñiz Valencia, Dra. Silvia Guillermina Ceballos Magaña		

PRESENTACIÓN

Esta asignatura tiene como propósito principal preparar un profesionista investigador con capacidad para abordar los problemas propios del campo de la química ambiental, teniendo en consideración la búsqueda de fuentes alternativas de energía y procesos de transformación con un desarrollo sustentable, que se encuentre en armonía con el medio ambiente.

PROPÓSITO DEL CURSO

El propósito consiste en que el doctor en ciencias químicas, tenga los elementos teóricos y prácticos suficientes para afrontar los problemas que impliquen cambio de materia y energía; mejorando los procesos productivos mediante tecnologías limpias y reduciendo sus emisiones; optimizando el rendimiento de sus plantas productivas mediante el ahorro de materias primas y de energía, y responsabilizándose del correcto uso de sus productos. Contribuyendo con sus conocimientos en la manipulación, tratamiento y reciclaje de sustancias y productos catalogados como tóxicos y peligrosos, y con tecnologías aplicadas al tratamiento de efluentes sólidos, líquidos y gaseosos, llevados a cabo en las plantas de producción.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

UNIDAD I CONTAMINACIÓN AMBIENTAL NATURAL Y ANTROPOGÉNICA.

- 1.1 Fuentes de contaminación natural y efecto invernadero.
- 1.2 Fuentes de contaminación antropogénica.
- 1.3 Tipos de contaminación.
- 1.4 Control de la contaminación.

UNIDAD II FUENTES ALTERNATIVAS DE ENERGÍA.

- 2.1 Estado actual.
- 2.2 Hidroelectricidad.

- 2.3 Eólica.
- 2.4 Biomasa (Biocombustibles).
- 2.5 Solar.
- 2.6 Geotermal.
- 2.7 Mareomotriz.
- 2.8 Nuclear.
- 2.9 Biogás.

UNIDAD III RESIDUOS CONTAMINANTES.

- 3.1 Clasificación y disposición.
- 3.2 Tecnologías limpias.
- 3.3 Administración del medio ambiente.

UNIDAD IV ANÁLISIS DE CONTAMINANTES.

- 4.1 Técnicas instrumentales.
- 4.2 Determinación de contaminantes en aguas.
- 4.3 Determinación de contaminantes en suelos.
- 4.4 Determinación de contaminantes en aire.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

El profesor expondrá los principales conceptos y los alumnos expondrán algunos temas del programa. La actividad académica se fundamentará en la revisión de bibliografía actualizada, comentándola y evaluándola; llevando a cabo resolución de problemas reales de la región y buscando soluciones aplicables.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

Para la calificación del curso se considerarán varios aspectos:

Primero, examen escrito dividido en dos partes: manejo de conceptos teóricos y resolución de problemas; segundo, presentación artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma; tercero, tareas (resolución de problemas) las cuales se entregarán después de 10 días de ser asignadas, cuentan como derecho a examen. La calificación del curso considera la presentación y exposición de resúmenes de la revisión de literatura (20%), exposiciones (30%), resolución de problemas (10%) y de examen (40%) por medio del contenido programático.

BIBLIOGRAFÍA

1. Botkin D.B. y Keller E.A. (2000). *Environmental Science. Earth as a living Planet*. New York, USA: John Wiley and Sons.
2. Clifford M. F. y James E. R. (2001). *Hazardous Waste Compliance*. USA: Ed. by Butterworth-Heinemann, A member of the Reed Elsevier Group.
3. Frank W. (2001). *Industrial Waste Treatment Handbook*. Ed. by Butterworth-Heinemann, A member of the Reed Elsevier Group. USA.

4. Gaur R.C. (2008). *Environmental Engineering*. New Delhi, India: New Age International Publishers.
5. Glynn J. H. Y Heinke G.W. (2001). *Environmental Science and Engineering* 2nd. Ed. Mexico: Prentice Hall.
6. Kumar Anil D. Y Kumar Arnab (2009). *Environment and Ecology*. New Delhi, India: New Age International Publishers.
7. Martin W.F., Lippitt J.M. y Webb P.J. (2001). *Hazardous Waste Handbook for Health and Safety*. Ed. by Butterworth-Heinemann, A member of the Reed Elsevier Group. USA.
8. Odum H.T. (2000). *Heavy Metals in the Environment: Using wetlands for their removal*. Fl. USA: CRC; Press Boca Raton,
9. Saller J.B. (2001). *Handbook for restoring tidal wetlands*. Fl. USA: CRC; Press Boca Raton.
10. Williams I. (2001). *Environmental Chemistry*. New York, USA: John Wiley and Sons.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Química analítica avanzada		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Roberto Muñiz Valencia, Dra. Silvia Guillermina Ceballos Magaña.		

PRESENTACIÓN

Esta asignatura comprende la formación de egresados con la capacidad crítica para seleccionar, modificar, desarrollar y validar técnicas y métodos analíticos adecuados para la resolución de problemas reales, teniendo en cuenta el fundamento teórico de los métodos, el funcionamiento, uso y aplicación del instrumental.

PROPÓSITOS DEL CURSO

- 1.- Proporcionar a los alumnos los conocimientos avanzados de los métodos modernos de análisis, especialmente los basados en técnicas separativas.
- 2.- Proporcionar a los alumnos la habilidad de seleccionar, por el razonamiento inductivo y deductivo, la metodología analítica que mejor convenga a sus necesidades, desarrollar y validar métodos analíticos según la naturaleza y concentración de cada analito y matriz de interés. Por lo tanto, obtendrá los fundamentos para elegir el método más adecuado para el procesamiento de la muestra de forma eficiente y reproducible, y optimizar el uso y aplicación del equipo analítico en base al fundamento teórico de la medida.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

- UNIDAD I INTRODUCCIÓN
- 1.1 Interés.
 - 1.2 Definiciones.
 - 1.3 Campos de aplicación.
 - 1.4 Ejemplos de distintos métodos separativos.
 - 1.5 Bibliografía general.
- UNIDAD II TÉCNICAS DE SEPARACIÓN CUANTITATIVAS
- 2.1 Tipos de cromatografía y de Electroforesis. Movilidad de solutos en electroforesis.

- 2.2 Fundamentos de la retención en cromatografía. (Partición, Adsorción, Separación por tamaño, Afinidad, Intercambio Iónico.).
- 2.3 Parámetros fundamentales. (Selectividad. Eficacia, Resolución.).
- 2.4 Cromatografía de gases. (Fase móvil. Características de las fases estacionarias. Reguladores de caudal. Inyectores. Columnas. Horno. Detectores. Ejemplos de aplicación.).
- 2.5 Cromatografía de líquidos. (Características de la fase móvil. Fases Estacionarias (Tipos, características, usos. La columna en cromatografía líquida. Detectores. Cromatografía planar (CCF, HRTLC). Ejemplos de aplicación.).
- 2.6 Electroforesis. (Tipos de electroforesis. Electroforesis Capilar.).
- 2.7 Métodos cuantitativos. (Normalización interna, Patrón externo, Patrón Interno. Elección de método. Ejemplos.).

UNIDAD III SENSORES

- 3.1 Introducción a los sensores químicos.
- 3.2 Tipos de sensores.
- 3.3 Sensores ópticos: características, instrumentación, clasificación y campos de aplicación. Sensores electroquímicos: características, tipos, electrodos sólidos y campos de aplicación. Biosensores: características, clasificación y campos de aplicación. Otros tipos de sensores (térmicos, de masa, etc.).

UNIDAD IV TÉCNICAS DE PREPARACIÓN DE MUESTRAS

- 4.1 Lixiviación y extracción líquido-líquido.
- 4.2 Extracción en fase sólida.
- 4.3 Microextracción en fase sólida.

UNIDAD V VALIDACIÓN DE MÉTODOS ANALÍTICOS

- 5.1 Criterios de validación en función de la concentración de analito, de la naturaleza de la muestra y del campo de trabajo.
- 5.2 Selectividad y curvas de calibración.
- 5.3 Eficiencias de extracción y exactitud.
- 5.4 Límite de detección y cuantificación.
- 5.5 Precisión (repetibilidad y reproducibilidad).
- 5.6 Robustez.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

- 1.- Exposición por parte de los alumnos de por lo menos 2 temas relacionado con la asignatura. Dicha exposición oral debe realizarse utilizando los medios informáticos adecuados. Una vez realizada se pregunta a los alumnos sobre los contenidos expuestos y otras cuestiones relacionadas con el tema para discutir a profundidad y dominar el tema.
- 2.- Resolución de problemas analíticos, que pueden necesitar cálculo numérico, propuestos por el profesor y que deben resolverse durante las sesiones.

- 3.- Se realizan prácticas de laboratorio en grupos de 2 a 4 alumnos. Los resultados se presentan de modo escrito y oral.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

Para la calificación del curso se considerarán varios aspectos: Primero, examen escrito dividido en dos partes: manejo de conceptos teóricos y resolución de problemas; segundo, presentación artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma; tercero, tareas (resolución de problemas) las cuales se entregarán después de 10 días de ser asignadas, cuentan como derecho a examen. La ponderación corresponde a: la presentación de los temas (40%), de examen (35%), de informes de laboratorio (15%) y participación (10%). De la presentación de los temas se calificará: su dominio (30%), estructura de la exposición (30%), información presentada (20%), resumen entregado en tiempo y forma (15%), aclaraciones pertinentes y actitud receptiva a los asistentes (5%)

BIBLIOGRAFÍA

1. Cámara, C.; Fernández, P.; Martín-Esteban, A.; Pérez-Conde, C.; Vidal, M. (2004). *Toma y tratamiento de muestra*. Madrid: Ed. Síntesis.
2. Harris, Daniel C. (2007) *Análisis químico cuantitativo*. 3a. Ed. España: Reverté.
3. Harvey, D. (2002) *Química analítica moderna*. McGraw/Hill Interamericana.
4. Katz, Elena, Ed. II. Eksteen, Roy, Ed. III. Schoenmakers, Peter, Ed. IV. Miller, Neil, Ed. (1998). *Handbook of HPLC*. New York, U.S.A.: Marcel Dekker, Inc.
5. Leo M. L. Nollet. (2000) *Food analysis by HPLC*. 2nd Edition. USA: Marcel Dekker, Inc.
6. Papadoyannis, I. (1990). *HPLC in clinical chemistry*. USA: Marcel Dekker, Inc.
7. Robinson, J. F. (200) *Química Analítica Contemporánea*. Prentice Hall Hispanoamericana.
8. Skoog, D. A. y Nieman, H. (2003). *Principios de Análisis Instrumental*. 5ª edición. Madrid: Ed. McGraw Hill.
9. Skoog, D. A.; West, D.M. Holler, F. J. y Crouch, S. R.. (2001). *Química Analítica*. 7ª edición. México: Ed. McGraw Hill.
10. Snyder, L. R.; Kirkland, J. J.; Glajch, J. L. (1997). *Practical HPLC method development*. 2nd Ed. New York: Ed. John Wiley & Sons
11. Swadesh, J. (1997). *HPLC: Practical And Industrial Applications*. Boca Raton. New York: CRC Press.
12. Página web: <http://webbook.nist.gov/chemistry/>

13. Página web: <http://chromatographyonline.findanalytichem.com/>

DATOS GENERALES:

Nombre:	Química combinatoria		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dr. Francisco Javier Martínez Martínez, Dra. Laura Leticia Valdez Velázquez.		

PRESENTACIÓN

La síntesis o biosíntesis de una familia de compuestos que tienen una estructura base (bibliotecas químicas), con el propósito de descubrir o modificar moléculas, se llama Química Combinatoria.

PROPÓSITO DEL CURSO

El propósito del curso, consiste en que el alumno conozca los diferentes métodos del ensamble de bloques moleculares de construcción utilizando un soporte sólido.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

- UNIDAD I PRINCIPIOS GENERALES DE LA QUÍMICA COMBINATORIA
- 1.1 Métodos y técnicas de síntesis combinatoria.
 - 1.2 Estrategias de síntesis a través de bibliotecas combinatorias.
 - 1.3 Caracterización de bibliotecas combinatorias.
 - 1.4 Automatización de procesamiento de datos.
 - 1.5 Diseño de Bibliotecas Combinatorias.
- UNIDAD II REACCIÓN ORGÁNICAS EN FASE SÓLIDA
- 2.1 Tendencias observadas.
 - 2.2 Reacciones de sustitución electrofílica y nucleofílica.
 - 2.3 Sustitución Aromática.
 - 2.4 Rompimiento.
 - 2.5 Condensación.
 - 2.6 Cicloadición.
 - 2.7 Reacción de Grignard.
 - 2.8 Adición de Michael.
 - 2.9 Oxidación.
 - 2.10 Reducción.
 - 2.11 Sustitución.

UNIDAD III SÍNTESIS COMBINATORIA DE OLIGÓMEROS

- 3.1 Péptidos.
- 3.2 Olicarbamatos.
- 3.3 Oligoureas.
- 3.4 Oligomeros conteniendo anillos heterocíclicos.
- 3.5 Pseudopéptidos.
- 3.6 Fosfinopéptidos.

UNIDAD IV MOLÉCULAS SOPORTE EN FASE-SÓLIDA

- 4.1 Introducción.
- 4.2 Ancas de ácidos lábiles.
- 4.3 Rompimiento de ancla por nucleófilo.
- 4.4 Rompimiento de ancla por reducción.
- 4.5 Rompimiento de ancla por oxidación.
- 4.6 Rompimiento de ancla enzimáticamente.
- 4.7 Otros.

UNIDAD V BIOSÍNTESIS COMBINATORIA

- 5.1 Introducción.
- 5.2 Clonación de clusters de genes biosintéticos.
- 5.3 Nuevas drogas por Ingeniería Genética.
- 5.4 Nuevas drogas por Expresión génica.
- 5.5 Nuevas drogas por ensamble recombinante de subunidades enzimáticas.
- 5.6 Síntesis de péptidos.

UNIDAD VI TEMAS MISCELÁNEOS DE QUÍMICA COMBINATORIA

- 6.1 Bibliotecas de oligosacaridos y glicopéptidos.
- 6.2 Biosíntesis Combinatoria.
- 6.3 Receptores moleculares para Quimiosensores.
- 6.4 Aptámeros de RNA y DNA.
- 6.5 Composición elemental y análisis de los componentes de librerías.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

La actividad académica se desarrollara por el profesor y con la participación activa de los alumnos realizando presentaciones plenarias cada mes. Además del uso de programas de cómputo y revistas científicas.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

Para la calificación del curso se considerarán varios aspectos:

Primero, examen escrito dividido en dos partes: manejo de conceptos teóricos y resolución de problemas; segundo, presentación artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma. La calificación del curso considera la presentación de cuatro seminarios con valor del

30%, de su participación en clase (30%) y de examen (40%) por el total del contenido programático. De la presentación del seminario se calificará: dominio del tema (30%), material convenientemente organizado (20%), actualizaciones sobre el tema (20%), resumen entregado en tiempo y forma (10%), aclaraciones pertinentes y actitud receptiva a los asistentes (20%)

BIBLIOGRAFÍA

1. Blandon, C.M. (2002). *Pharmaceutical Chemistry*. USA: Ed. Wiley-VCH,
2. Bunin, B. A., (1998). *The Combinatorial Index*. San Diego: Academic Press.
3. Cawse, J. N. (2002) *Experimental Design for Combinatorial and High Throughput Materials Development*. John Wiley and Sons.
4. Chaiken, I. M. y Janda, K. D.(1996) *Molecular Diversity and Combinatorial Chemistry. Libraries and Drug Discovery*. American Chemical Society Press.
5. Gadamasetti, K.G. (1999). *Process Chemistry in the Pharmaceutical Industry*. USA: Ed. Marcel Dekker, Inc.
6. Jung, G. (1999). *Combinatorial Chemistry*. Germany: Ed. Wiley-VCH.
7. Lebl, M. y Leblova, Z. *Dynamic database of references in molecular diversity*. Internet <http://www.5z.com>
8. Silverman, R. B. (2004). *The Organic Chemistry of Drug Design and Drug Action* (Second Edition). USA: Ed. Elsevier Academic Press.
9. Torrence, P.F. (2000), *Biomedical Chemistry*. USA: Ed. Wiley-Interscience.

DATOS GENERALES:

Nombre:	Quimiometría		
Materia:	Optativa		
Distribución del tiempo:	60 horas bajo la conducción de un académico; 68 Horas de trabajo independiente		
Total:	128 horas	Créditos:	8
Elaborado por:	Dra. Silvia G. Ceballos Magaña. Dr. Roberto Muñiz Valencia.		

PRESENTACIÓN

Cada día es mayor el número de herramientas para la obtención y análisis de datos independientemente del área en que se desenvuelvan profesionalmente. La química siempre lleva el uso de equipos que aportan datos. Es importante para un químico que los datos sean fiables y saber cómo obtener mayor información de los mismos, así como su repercusión en nuestro trabajo.

PROPÓSITOS DEL CURSO

Proporcionar a los alumnos los conocimientos necesarios para:

- 1.- Reconocer un problema analítico, identifique sus errores y proponer su resolución en base a su estudio analítico.
- 2.- Desarrollar y validar (cualitativamente o cuantitativamente) métodos para distintas aplicaciones.
- 3.- Obtener mayor información de los datos a partir del análisis quimiométrico de los mismos.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

UNIDAD I CONCEPTOS BÁSICOS.

- 1.1 Problemas analíticos.
- 1.2 Errores en el análisis: sistemáticos y aleatorios.
- 1.3 Manejo de errores.
- 1.4 Media y desviación estándar.
- 1.5 Definición de muestra.
- 1.6 Distribución de medidas repetitivas.
- 1.7 Límites de confianza.
- 1.8 Propagación de errores.

UNIDAD II LA CALIDAD DE LAS MEDIDAS ANALITICAS

- 2.1 Muestreo.
- 2.2 Estimación y separación de la varianza usando ANOVA.

- 2.3 Estrategias de muestreo.
- 2.4 Métodos de control de calidad.
- 2.5 Ensayos de colaboración, Incertidumbre.

UNIDAD III MÉTODOS DE CALIBRACIÓN EN EL ANÁLISIS INSTRUMENTAL.

- 3.1 Gráficas de calibrado en el análisis instrumental.
- 3.2 El coeficiente de correlación momento-producto.
- 3.3 La recta de regresión de y sobre x.
- 3.4 Errores en la pendiente y ordenada en el origen de la recta de la regresión.
- 3.5 Cálculo de una concentración y su error aleatorio.
- 3.6 Límites de detección.
- 3.7 El método de adiciones estándar.
- 3.8 El uso de las rectas de regresión para comparar métodos analíticos.

UNIDAD IV VALIDACION CUANTITATIVA Y CUALITATIVA.

- 4.1 ¿Por qué se valida un método?
- 4.2 Importancia de la medida analítica.
- 4.3 Grado de validación de un método.
- 4.4 Requerimientos analíticos.
- 4.5 Validación de métodos.

UNIDAD V ANÁLISIS MULTIVARIANTE.

- 5.1 Introducción al análisis de datos.
- 5.2 Análisis inicial.
- 5.3 Análisis de componentes principales.
- 5.4 Análisis de conglomerados.
- 5.5 El análisis discriminante.
- 5.6 Análisis de los k-vecinos más próximos.
- 5.7 Redes neuronales artificiales.

LINEAMIENTOS DIDÁCTICOS

La actividad académica se va dividir en los siguientes puntos:

- 1.- Exposición del temario por parte del profesor. También, el alumno llevará a cabo exposiciones sobre temas específicos que se relacionen con lo que el profesor está impartiendo en clases.
- 2.- Resolución de problemas analíticos, que pueden necesitar cálculo numérico, propuestos por el profesor.
- 3.- Realizar un proyecto en el cual el alumno tendrá que aplicar los conceptos teóricos adquiridos a un problema específico que sea de interés y que tenga una repercusión en la región. Este proyecto se desarrollará a la par de la asignatura, teniendo que llevar a cabo un estudio global, elección de la muestra a evaluar, identificación de fuentes de error (metodológicos y sistemáticos), validación de la técnica de análisis, obtención de resultados y aplicación de la técnica quimiométrica adecuada para obtener mayor información de los mismos.

LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN

Para la calificación del curso se considerarán varios aspectos:

Primero, examen escrito dividido en dos partes: manejo de conceptos teóricos y resolución de problemas; segundo, presentación artículos o tópicos relacionados en donde se evaluará: manejo del tema, presentación del trabajo frente a grupo, discusión frente a grupo y trabajo escrito, entregado en tiempo y forma; tercero, tareas (resolución de problemas), las cuales se entregarán después de 10 días de ser asignadas, cuentan como derecho a examen.

La calificación del curso considera la presentación y exposición de artículos científicos referentes a la asignatura (20%), Proyecto (50%), y de examen (30%) por medio del contenido programático.

BIBLIOGRAFÍA

1. Beebe, K.R.; Pell, R.J. & Seasholtz, M.B. (1998). *Chemometrics: a practical guide*, Wiley.
2. Carroll, J. D., (1997). *Mathematical tools for applied multivariate analysis*. Academic Press.
3. Guías de validación EURACHEM: *Guide to a Quality in Analytical Chemistry*. www.european-accreditation.org/.../CITAC_Eurachem_Guide_6_06_02.pdf
4. Guías de validación EURACHEM: *The fitness for Purpose of Analytical Methods*, Commission EC. Council Directive 2002/657/EC, Off. J. Eur. Communities 2002, L221.
5. Mark, H.; Workman, J. (2007). *Chemometrics in spectroscopy*, Academic Press-Elsevier.
6. Massart, D.L. (1997). *Handbook of Chemometrics and Qualimetrics. Data handling in science and technology*. Elsevier.
7. Miller, J. N., Miller, J.C. (2002). *Estadística y Quimiometría para Química Analítica* (4ª edición). Madrid: Ed. Prentice Hall.
8. Otto, M. (2007). *Chemometrics: statistics and computer application in analytical chemistry*, 2nd Edition, Wiley-VCH 2007.
9. Gemperline P.J. (2006). *Practical guide to chemometrics* .2nd Edition. CRC Press.
10. Kramer, R. (1998). *Chemometric techniques for quantitative analysis*. CRC Press.
11. Brereton, R.G. (2007). *Applied chemometrics for scientists*. Wiley.
12. Ramis, G.; García, M.C. (2001) *Quimiometría*. Ed. Síntesis.
13. Brown, S.D.; Tauler, R.; Walczak, B. (2009), *Comprehensive Chemometrics: chemical and biochemical data analysis (4 volume set)*, Elsevier.
14. Vandeginste, B.G.M.; Massart, D.L. ; Buydens, S. ; De Jong, P.J; Smeyers-Verbeke, Lewi, J. (1998) *Handbook of Chemometrics and Qualimetrics: Part A & Part B*. Elsevier.

TEMAS SELECTOS

DATOS GENERALES:

Nombre: **Temas Selectos I Y II**

Materia: Optativa

PRESENTACIÓN

Esta asignatura proporciona la flexibilidad de que el alumno pueda profundizar en algún otro tema relacionado a su tema de tesis, ya que existe la diversidad de temas especializados guiados por expertos del tema. El curso podrá ser impartido por un profesor visitante con reconocimiento en cierto tema. La comisión académica del programa evaluará las propuestas sobre la impartición de esta materia.

PROPÓSITO DEL CURSO

Dotar de mayor flexibilidad y pertinencia a la formación de los estudiantes, aprovechando oportunidades, tales como: la movilidad de profesores y estudiantes, lo cual permite que el alumno integre los conocimientos básicos de la química, química-biológica o procesos con temas especializados específicos aplicados a su trabajo de tesis, o que complementen objetivos específicos de su trabajo.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Temas sugeridos de ciencias químicas, los cuales tienen como características ser disciplinares y de especialidad, relacionado con las LGAC del programa, permitiendo la colaboración en equipo.

REQUERIMIENTOS PARA PROGRAMAR CURSOS DE TEMAS SELECTOS

En cada uno de los Temas selectos que pudieran programarse. Se deberá presentar un programa específico de trabajo previamente para su autorización a la comisión del programa.

El programa a desarrollar deberá incluir los siguientes elementos:

- Duración del cursos: horas de actividades bajo la conducción del personal académico y de trabajo independiente.
- Contenidos temáticos.
- Lineamientos didácticos
- Lineamientos de evaluación
- Bibliografía

Se evaluará igualmente el perfil del personal académico propuesto para desarrollar el curso.

En la programación, la comisión deberá tomar en consideración tanto la pertinencia del curso como la factibilidad laboral, financiera y administrativa.

RECONOCIMIENTO DE CREDITOS COMO TEMAS SELECTOS I Y II

En caso de que un estudiante sea aceptado para realizar actividades académicas (cursos, entrenamientos en técnicas especializadas, estancias de investigación bajo programas específicos de trabajo que incluyan la realización de sesiones de seminarios o talleres, etc.) en instituciones diferentes a la Universidad de Colima. Podrán estas actividades ser reconocidas como créditos en Temas selectos I y II conforme a lo previsto en la normatividad de movilidad correspondiente, previa autorización de la comisión del programa.

Es importante señalar que se prevé varios cursos optativos en la diferentes áreas de formación y que los estudiantes pueden completar sus créditos optativos seleccionando cualesquier de las asignaturas que se programen. Los Temas selectos representan una opción más para los estudiantes, de los cuales pueden cursar ninguno, uno o máximo dos de estos cursos.

14 Evaluación curricular

El Doctorado se evaluará internamente y de manera continua por la Comisión del programa con la finalidad de cuidar su implementación, bajo la supervisión de la Dirección General de Posgrado, de conformidad con lo establecido al respecto en el Reglamento Escolar de Posgrado.

También externamente se realizará la evaluación con la expectativa de mantener la acreditación del PNPC, avanzando en el nivel de consolidación del programa.

En elemento clave en este proceso serán la autoevaluación del programa y su actualización con una periodicidad no mayor de 2 años y el diseño y operación del plan de mejora que además de considerar los aspectos operativos o de implementación del programa, retomará el análisis de la estructura curricular a fin de mantener la pertinencia del programa de doctorado.