



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías  
H. Consejo de Centro

DICTAMEN Núm. CONS-CUCEI/CE-CH/004/2012

## H. CONSEJO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERIAS P R E S E N T E.

A esta Comisión Conjunta de Educación y Hacienda, ha sido turnado por el Dr. César Monzón, Rector del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, en el que se propone la creación del Programa de Doctorado en Ciencias en Química, a partir del ciclo escolar 2013 "A", en virtud de los siguientes:

### RESULTANDOS

1. Que a raíz de la aprobación por el H. Consejo General Universitario del Reglamento General de Posgrado (Dictamen No. I/2004/184-Bis en sesión extraordinaria del H. Consejo General Universitario de fecha 29 de junio de 2004 y publicado en la Gaceta Universitaria Núm. 352 de fecha 12 de julio de 2004), la Coordinación General Académica a través de la Unidad para el Desarrollo de la Investigación y el Posgrado inició con el proyecto denominado "Transición hacia programas de posgrados de calidad en la Universidad de Guadalajara". Este proyecto tiene como objetivo principal que la Universidad cuente con una oferta de programas de posgrado que estén dentro del Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) o que tengan posibilidades de incorporarse en corto tiempo. Una de las acciones principales de este proyecto es el proceso de autoevaluación de cada posgrado y la reestructuración del dictamen para que cumpla con lo establecido por el Reglamento General de Posgrado
2. Que el H. Consejo General Universitario ha modificado el Reglamento General de Posgrado mediante dictámenes: No. I/2004/372 aprobado por el H. Consejo General Universitario en sesión del 16 de diciembre de 2004. Publicado en la Gaceta Universitaria No. 374 de fecha 10 de enero de 2005. Dictamen No. I/2008/199, aprobado por el H. Consejo General Universitario en sesión del 29 de agosto de 2008. Dictamen No. IV/2009/205 aprobado por el H. Consejo General Universitario en sesión del 30 de octubre de 2009
3. Que se reunieron 12 expertos en el área de la Química, que cuentan con nombramiento de profesor con perfil deseable y son miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), adscritos al Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías y realizan investigación en las áreas de la Química siguientes: a) Fisicoquímica, b) Química de Polímeros, c) Química Inorgánica y ambiental, y d) Bioquímica y Productos Naturales, con el objetivo de analizar la pertinencia de proponer la creación de un programa de Doctorado en Ciencias en Química. Dicho programa estaría sustentado, por la infraestructura física y humana actualmente disponible en el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, previéndose además la incorporación de otros profesores interesados en participar en dicho programa, los cuales



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías  
H. Consejo de Centro

deberán ser académicos de la Universidad de Guadalajara. En dicha reunión se expresó el compromiso de que los profesores participantes buscarían, el incremento de la infraestructura de investigación para la realización de las tesis de los estudiantes mediante financiamientos externos. Así mismo, dichos expertos concluyeron que existe una demanda actual de dichos estudios en la región, a un nivel tal que se hace justificable la apertura del mencionado programa académico.

4. Que el Doctorado en Ciencias en Química, al igual que cualquier posgrado de calidad en el ámbito nacional, colabora socialmente a través de la formación de personal capacitado, transmitiendo a sus estudiantes los conocimientos y actitudes que le permitan colaborar activamente en el mejoramiento de la sociedad, ya sea como docentes de alto nivel, como investigadores, o como personal industrial especializado.
5. Que son objetivos del programa de Doctorado en Ciencias en Química:
  - a) La formación de egresados que beneficien a la sociedad en general, como formadores de recursos humanos especializados en el área de la química.
  - b) La formación de recursos humanos que coadyuven en el desarrollo del país, debido a que el egresado del programa de doctorado será capaz de crear y desarrollar nuevos productos o materiales, y tendrá la habilidad de optimizar procesos de transformación existentes.
  - c) Responder a las exigencias actuales de desarrollo de la industria nacional, debido a que los doctores en ciencias podrán incorporarse como investigadores en alguno de los grupos de investigación reconocidos nacional e internacionalmente
  - d) Promover el desarrollo de tecnología propia, ya que los egresados podrán laborar en grupos de investigación y desarrollo de diversas industrias
16. Que el egresado del Doctorado en Ciencias en Química deberá tener conocimientos, habilidades y actitudes que le permitan ubicarse como un profesional en alguna de las áreas de la Química que ofrece el posgrado, demostrando su capacidad para:
  - i) Colaborar eficientemente en el desarrollo de proyectos de investigación en el área química.
  - ii) Realizar el trabajo involucrado en un proyecto científico en forma independiente e innovadora, fundamentándose en criterios de eficiencia, respecto al tiempo y a los materiales, de honestidad, de ética, de previsión de problemas potenciales y, de respeto a su entorno y a sus compañeros de trabajo.
  - iii) Proponer proyectos de investigación con las características exigidas por las diferentes entidades financiadoras, sustentando científica y financieramente su viabilidad.
  - iv) Decidir y actuar de manera independiente, fundamentándose en un conocimiento científico firme, en la aplicación estricta de la metodología científica y, en la habilidad para intercambiar información con especialistas de otras áreas.
  - v) Dirigir las actividades de investigación del personal subalterno a él asignado.



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías  
H. Consejo de Centro

- vi) Gestionar nuevos apoyos financieros y administrar adecuadamente los disponibles, buscando, en lo posible, el uso optimizado de recursos humanos y materiales.
- vii) Transferir eficientemente el conocimiento generado, sea en forma oral o escrita, a un público masivo o en comunicación privada, mediante la última tecnología vigente o mediante los métodos tradicionales, a un público especializado o a un auditorio general; en resumen, ser un portavoz científico adaptable a cualquier situación potencialmente probable.

17. Que el Doctorado en Ciencias en Química es un programa orientado a la investigación de modalidad escolarizada.

18. Que los programas de posgrado de la Universidad de Guadalajara y los Centros Universitarios podrán solicitar a la Comisión de Educación del H. Consejo General Universitario ser sede, y se autorizará la apertura siempre y cuando cumplan con los requisitos y criterios del Reglamento General de Posgrado.

En virtud de los resultados antes expuestos, estas Comisiones Conjuntas de Educación y Hacienda, encuentran elementos justificativos que acreditan la existencia de las necesidades referidas y

## CONSIDERANDOS

- I. Que la Universidad de Guadalajara, es una institución de educación superior reconocida oficialmente por el Gobierno de la República, habiendo sido creada en virtud del Decreto No. 2721 de H. Congreso del Estado de Jalisco, de fecha 07 de septiembre de 1925, lo que posibilitó la promulgación de la Primera Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara, el día 25 del mismo mes y año.
- II. Que la Universidad de Guadalajara es un organismo descentralizado del Gobierno del Estado, con autonomía, personalidad jurídica y patrimonio propio, de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 1º de su Ley Orgánica, promulgada por el ejecutivo local el día 15 de enero de 1994, en ejecución del Decreto No. 15319 del H. Congreso del Estado de Jalisco.
- III. Que como lo señalan las fracciones I, II y IV del artículo 5º de la Ley Orgánica de la Universidad, en vigor, son fines de esta Casa de Estudios, la formación y actualización de los técnicos, bachilleres, técnicos profesionales, profesionistas, graduados y demás recursos humanos que requiere el desarrollo socioeconómico del Estado; organizar, realizar, fomentar y difundir la investigación científica, tecnológica y humanística; y coadyuvar con las autoridades educativas competentes en la orientación y promoción de la educación superior, así como en el desarrollo de la ciencia y la tecnología.
- IV. Que es atribución de la Universidad, realizar programas de docencia, investigación y difusión de la cultura, de acuerdo con los principios y orientaciones previstos en el Artículo



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías  
H. Consejo de Centro

3º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como la de establecer las aportaciones de cooperación y recuperación por los servicios que presta, tal y como se estipula en las fracciones III y XII del artículo 6º de la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara.

- V. Que conforme lo dispone la fracción VII del artículo 21º de la Ley Orgánica citada son obligaciones de los alumnos cooperar mediante sus aportaciones económicas, al mejoramiento de la Universidad, para que ésta pueda cumplir con mayor amplitud su misión.
- VI. Que de acuerdo con el artículo 22 de su Ley Orgánica, la Universidad de Guadalajara adoptará el modelo de Red para organizar sus actividades académicas y administrativas.
- VII. Que es atribución del Consejo General Universitario conforme lo establece el artículo 31 fracción VI de la Ley Orgánica y el artículo 39 fracción I del Estatuto General, crear, suprimir o modificar carreras y programas de posgrado y promover iniciativas y estrategias para poner en marcha nuevas carreras y posgrados.
- VIII. Que como lo establece el artículo 35 fracción X de la Ley Orgánica y el artículo 95 fracción IV del Estatuto General, es atribución del Rector General promover todo lo que contribuya al mejoramiento académico, administrativo y patrimonial de la Universidad así como proponer ante el Consejo General Universitario proyectos para la creación, modificación o supresión de planes y programas académicos.
- IX. Que conforme lo previsto en el artículo 27 de la Ley Orgánica el H. Consejo General Universitario, funcionará en pleno o por comisiones.
- X. Que es atribución de la Comisión de Educación, conocer y dictaminar acerca de las propuestas de los Consejeros, el Rector General, o de los Titulares de los Centros, Divisiones y Escuelas, así como proponer las medidas necesarias para el mejoramiento de los sistemas educativos, los criterios de innovaciones pedagógicas, la administración académica y las reformas de las que estén en vigor, conforme lo establece el artículo 85 fracciones I y III del Estatuto General
- XI. Que de conformidad al artículo 86 en su fracción IV del Estatuto General, es atribución de la Comisión de Hacienda, proponer al Consejo General Universitario el proyecto de aranceles y contribuciones de la Universidad de Guadalajara.
- XII. Que de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento General de Posgrado en sus artículos 1º, 3º, 7, 8, 10, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 y 28 le compete a dicho reglamento normar la presentación, aprobación y modificación de los planes de estudio así como sus disposiciones generales.



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías  
H. Consejo de Centro

XIII. Que de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento General de Planes de Estudio en su artículo 20 los planes de estudio de organizaran por áreas de formación.

Por lo anteriormente expuesto y con fundamento en los artículos 1º, 5º fracciones I y II, 6º fracción III y XII, 21º fracción VII y último párrafo, 27º, 31º fracción VI y 35º fracciones I y X de la Ley Orgánica, 39º fracción II, IV, 84º fracción I, II, 85º fracción I, IV, V, y 86º fracción IV del Estatuto General de la Universidad de Guadalajara, nos permitimos proponer los siguientes:

## RESOLUTIVOS

**PRIMERO.** Se aprueba proponer al H. Consejo General Universitario, la creación del programa académico del Doctorado en Ciencias en Química, de la Red Universitaria, con sede en el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, a partir del ciclo escolar 2013"A".

**SEGUNDO.** El plan de estudios del Doctorado en Ciencias en Química, comprende la siguiente estructura y unidades de enseñanza, de modalidad escolarizada con orientación a la investigación:

Áreas de Formación	Créditos	%
Área de Formación Básica Particular	30	17
Área de Formación Especializante	60	33
Área de Formación Optativa Abierta	40	22
Tesis doctoral	50	28
<b>TOTAL</b>	<b>180</b>	<b>100</b>

### ÁREA DE FORMACIÓN BÁSICA PARTICULAR

MATERIAS	CLAVE	TIPO	HORAS PROFESOR	HORAS ACTIVIDADES INDEPENDIENTES	HORAS TOTALES	CRÉD	PRQ
Termodinámica Química Avanzada	QM539	C	85	91	176	11	
Química Cuántica y Estadística	QM561	C	85	91	176	11	
Cinética Química Avanzada	QM547	C	85	91	176	11	
Síntesis de Polímeros	QM544	C	68	60	128	8	
Reacciones de Policondensación	QM572	C	85	91	176	11	
Química Orgánica Avanzada I	QM537	C	85	91	176	11	
Bioquímica Avanzada	QM538	C	85	91	176	11	



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías  
H. Consejo de Centro

Biocatálisis	QM574	C	85	91	176	11	
Química Inorgánica	QM536	C	85	91	176	11	
Química del Estado Sólido	QM575	C	85	91	176	11	
Química Farmacéutica y de Productos Naturales	QM573	C	85	91	176	11	
Química del Agua	QM571	C	85	91	176	11	
Matemáticas Aplicadas a Química	QM549	C	68	60	128	8	

## ÁREA DE FORMACIÓN ESPECIALIZANTE

MATERIAS	CLAVE	TIPO	HORAS PROFESOR	HORAS ACTIVIDADES INDEPENDIENTES	HORAS TOTALES	CRÉD	PRQ
Seminario de Avance de Proyecto de Investigación I	QM581	S	32	128	160	10	Seminario de Investigación en Química I
Seminario de Avance de Proyecto de Investigación II	QM582	S	32	128	160	10	Seminario I
Seminario de Avance de Proyecto de Investigación III	QM583	S	32	128	160	10	Seminario II
Seminario de Avance de Proyecto de Investigación IV	QM584	S	32	128	160	10	Seminario III
Seminario de Avance de Proyecto de Investigación V	QM585	S	32	128	160	10	Seminario IV
Seminario de Avance de Proyecto de Investigación VI	QM586	S	32	128	160	10	Seminario V

## ÁREA DE FORMACIÓN OPTATIVA ABIERTA

MATERIAS	CLAVE	TIPO	HORAS PROFESOR	HORAS ACTIVIDADES INDEPENDIENTES	HORAS TOTALES	CRÉD	PRQ
Termoquímica Avanzada	QM593	C	68	60	128	8	



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías  
H. Consejo de Centro

Técnicas Calorimétricas	QM594	C	68	60	128	8	
Química Computacional	QM592	C	68	60	128	8	
Análisis de Superficies y Películas Delgadas	QM548	C	68	60	128	8	
Reología	FO185	C	68	60	128	8	
Ciencia de los Polímeros	FO172	C	68	60	128	8	
Métodos de Caracterización de Polímeros	QM552	C	68	60	128	8	
Estructura y Propiedades de los Materiales	QM540	C	68	60	128	8	
Propiedades de Polímeros	FO184	C	68	60	128	8	
Espectroscopía y Métodos de Separación	QM551	C	68	60	128	8	
Síntesis Orgánica Avanzada	QM564	C	68	60	128	8	
Química Orgánica Avanzada II	QM542	C	68	60	128	8	
Espectroscopía para Análisis Orgánico Estructural	QM598	C	68	60	128	8	
Química Organometálica Avanzada	QM543	C	68	60	128	8	
Cristalografía Química y Mineralogía	QMS41	C	68	60	128	8	
Preparación y Caracterización de Materiales en Estado Sólido	QM550	C	68	60	128	8	
Métodos Numéricos en Ingeniería Química	FO181	C	68	60	128	8	
Matemáticas	FO158	C	85	91	176	11	



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías  
H. Consejo de Centro

Avanzadas en Ingeniería Química I							
Alimentos Funcionales	QM591	C	68	60	128	8	
Bioquímica del Metabolismo de Bacterias y Arqueobacterias	QM562	C	68	60	128	8	
Química Avanzada de los Productos Naturales	QM597	C	68	60	128	8	
Quimiometría: Planeación y Optimización de Experimentos	QM595	C	68	60	128	8	
Seminario de Investigación en Química I	QM600	S	48	64	112	7	
Seminario de Investigación en Química II	QM601	S	48	64	112	7	Seminario de Investigación I
Seminario de Investigación en Química III	QM602	S	48	64	112	7	Seminario de Investigación II
Seminario de Investigación en Química IV	QM603	S	48	64	112	7	Seminario de Investigación III
Seminario de Investigación en Química V	QM604	S	48	64	112	7	Seminario de Investigación IV
Seminario de Investigación en Química VI	QM605	S	48	64	112	7	Seminario de Investigación V
Temas Selectos en Química Orgánica	QM606	C	68	60	128	8	
Temas Selectos en Polímeros	QM607	C	68	60	128	8	
Temas Selectos en Electroquímica	QM608	C	68	60	128	8	
Temas Selectos en Bioquímica	QM609	C	68	60	128	8	
Temas Selectos en	QM610	C	68	60	128	8	





# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías  
H. Consejo de Centro

Fisicoquímica							
Temas selectos en Química del Agua	QM611	C	68	60	128	8	
Temas Selectos en Química Farmacéutica	QM612	C	68	60	128	8	
Temas Selectos en Caracterización de Polímeros	QM613	C	68	60	128	8	
Temas Selectos en Química Inorgánica	QM614	C	68	60	128	8	
Temas Selectos en Química Teórica	QM615	C	68	60	128	8	

**TERCERO.** El ingreso, selección y admisión de alumnos de posgrado se sujetarán a lo establecido en el Reglamento General de Ingreso de Alumnos a la Universidad de Guadalajara y el Reglamento General de Posgrado.

**CUARTO.** La duración prevista para cursar los estudios del Doctorado en Ciencias en Química será de 7 (siete) semestres

**QUINTO.** Para otorgar los créditos correspondientes al trabajo de tesis el alumno deberá presentar el documento de la tesis autorizado por el comité revisor que designe la Junta Académica.

**SEXTO.** Para obtener el grado de Doctor en Ciencias en Química, además de los establecidos por la normatividad universitaria, deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Cumplir con la totalidad de los créditos señalados en el plan de estudios;
- Contar con la aceptación, o la publicación de un artículo científico incluyendo resultados de su tesis de doctorado, en una revista indexada en el Journal Citation Reports (JCR) o en otro índice avalado por la Junta Académica.
- Presentar la tesis y aprobar su defensa ante un jurado designado por la Junta Académica de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento General de Posgrado.
- Obtener un puntaje al menos de 450 puntos en el examen TOEFL o su equivalente, mediante el documento de acreditación correspondiente.

**SÉPTIMO.** Los certificados se expedirán como Doctorado en Ciencias en Química. El título y la cédula profesional se expedirán como: Doctor(a) en Ciencias en Química.

**OCTAVO.** Serán válidos en cualquiera de las Áreas de Formación, otros cursos que tomen los estudiantes en éste y otros programas del mismo nivel de estudios y de diversas modalidades



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías  
H. Consejo de Centro

educativas, de éste y de otros Centros Universitarios de la Universidad de Guadalajara y en otras instituciones de educación superior nacionales o extranjeras con aprobación de la Junta Académica.

**NOVENO.** Los alumnos aportarán por concepto de matrícula escolares, el equivalente a 3 (tres) salarios mínimos mensuales vigentes en la zona metropolitana de Guadalajara.

**DÉCIMO.** El costo de operación e implementación de este programa educativo, será con cargo al techo presupuestal que tiene autorizado el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. Los recursos generados por concepto de las cuotas de inscripción y recuperación, más los que se gestionen con instancias financiadoras externas para éste propósito, serán canalizados a este programa de doctorado.

**DÉCIMO PRIMERO.** Facúltese al Rector del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías para que ejecute el presente dictamen en los términos que le conceden la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara en su Título Quinto, Capítulo III artículo 54 en sus Fracciones III y VI; así como en el Estatuto General de la Universidad de Guadalajara en su Título Cuarto, Capítulo II, Artículo 120 en sus fracciones XI y XV.

**ATENTAMENTE**

"Piensa y Trabaja"

Guadalajara, Jalisco, 18 de julio de 2012

  
Dr. Cesar Octavio Monzón

Presidente

Comisión de Educación

  
Mtro. Alonso Castillo Pérez

  
Mtro. José Luis Díaz González

  
MCCA. María Teresa Reyes Blanco

  
Est. Pedro Alejandro Pérez Mercado

Comisión de Hacienda

  
Dr. Carlos Pelayo Ortiz

  
Mtra. Amalia Reyes Larrea

  
Mtra. María Patricia Ventura Nuñez

  
Est. Víctor Hugo Valadez García

  
Mtro. Sergio Fernando Limones Pimentel

Secretario

Proyecto de  
Creación de  
Doctorado en  
Ciencias en  
Química

## ÍNDICE

I.	PROYECTO DE CREACIÓN DE PROGRAMA DE DOCTORADO	1
II.	ANEXO 1. Minutas de reuniones para creación de programa	26
III.	ANEXO 2. Programas de las materias.	46
	a. Termodinámica Química Avanzada	47
	b. Química Cuántica y Estadística	51
	c. Bioquímica del Metabolismo de Bacterias y Arqueobacterias	54
	d. Cinética Química Avanzada	59
	e. Química Orgánica Avanzada I	62
	f. Química Orgánica Avanzada II	68
	g. Síntesis Orgánica Avanzada	72
	h. Métodos de caracterización de polímeros	76
	i. Síntesis de polímeros	79
	j. Estructura y propiedades de los materiales	82
	k. Cristalografía Química y Mineralogía	85
	l. Espectroscopía y métodos de separación	89
	m. Preparación y Caracterización de Materiales en Estado Sólido	92
	n. Química Organometálica Avanzada	95
	o. Seminarios de Investigación en Química	98
	p. Bioquímica Avanzada	99
	q. Química Inorgánica	101
	r. Química del Agua	104
	s. Química del Estado Sólido	107
	t. Reacciones de Policondensación	110
	u. Biocatálisis	113
	v. Espectroscopia para análisis orgánico Estructural	118
	w. Química Avanzada de los Productos Naturales	121
	x. Reología	123
	y. Ciencia de los polímeros	126
	z. Propiedades de los polímeros	129
	aa. Métodos Numéricos Ingeniería Química	134
	bb. Matemáticas Avanzadas en Ingeniería Química I	136
	cc. Temas Selectos en Química Inorgánicametálica	140
	dd. Alimentos Funcionales	144
	ee. QUIMIOMETRÍA: Planeación y optimización de experimentos	148
	ff. Matemáticas Aplicadas a Química	151
	gg. Termoquímica Avanzada	155
	hh. Técnicas Calorimétricas	159



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías  
División de Ciencias Básicas / Departamento de Química

NO. CUCEI/DCB/DQ/261/11

**DR. ARTURO CHAVEZ CHAVEZ**  
**DIRECTOR DE LA DIVISION DE CIENCIAS BASICAS**  
**PRESENTE.-**

Por este conducto le informo que en la reunión del Colegio Departamental realizada el día 19 de octubre de 2011, se aprobó la propuesta de la creación del Doctorado en Ciencias en Química en referencia al Reglamento General de Posgrados de la Universidad de Guadalajara, a partir del Calendario Escolar 2012/B. El plan propuesto concuerda con lo especificado en el Plan de Desarrollo Institucional Vision 2030. Se anexa copia de la propuesta presentada en al reunión del Colegio Departamental.

Se le solicita de la manera mas atenta dicha propuesta sea presentada en el próximo Consejo de División para su aprobación y la gestión correspondiente ante el Consejo de Centro del CUCEI y del Consejo General Universitario.

Sin más por el momento reciba un cordial saludo y las atenciones de mi más alta estima.

**ATENTAMENTE**  
**"PIENSA Y TRABAJA"**  
**Guadalajara, Jal., a 19 de octubre de 2011**

**Dr. Maximiliano Barcena Soto**  
**Presidente**

**M en C. Margarita Iñiguez Garcia**  
**Secretario**

CUCEI UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
DIVISION DE CIENCIAS BÁSICAS  
10/11  
**RECIBIDO**  
FIRMA HORA



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías  
División de Ciencias Básicas / Departamento de Química

## El Colegio Departamental

M. EN C. OFELIA GÚTRON ROBLES  
PRESIDENTE DE ACADEMIA DE QUÍMICA ORGÁNICA

MTRA. JAZMIN DEL ROCIO SOLTERO SANCHEZ  
PRESIDENTE DE LA ACADEMIA DE FISCOQUÍMICA.

MTRA. ESPERANZA GONZALEZ QUEZADA  
PRESIDENTE DE LA ACADEMIA DE QUÍMICA CUALITATIVA Y  
CUANTITATIVA

MASI. M.A. DE JESUS MEDINA LEDESMA  
JEFE DE LABORATORIO DE ANÁLISIS EXTERNOS

DRA. VERONICA MARIA RODRIGUEZ BETANCOURT  
JEFE DE LABORATORIO DE CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

M. EN C. MARGARITA INIGUEZ GARCÍA.  
JEFE DE LABORATORIO DE QUÍMICA GENERAL

DR. ARMANDO CASTAÑEDA CASTAÑEDA  
JEFE DE LABORATORIO DE SÍNTESIS ORGÁNICA.

DR. EULOGIO OROZCO GUAREÑO  
JEFE DEL LABORATORIO DE FISCOQUÍMICA

MTRA. ALICIA BLANCO AQUINO  
PRESIDENTE DE ACADEMIA DE QUÍMICA GENERAL

MTRO. GABRIEL PALACIOS HUERTA  
PRESIDENTE DE LA ACADEMIA DE INSTRUMENTACIÓN  
ANALÍTICA.

Q. ANGELA RAMONA CASILLAS LOPEZ  
PRESIDENTE DE LA ACADEMIA DE ANÁLISIS INDUSTRIALES Y  
BROMATOLÓGICOS.

MTRO. SAUL GALLEGOS CASTILLO  
JEFE DE LABORATORIO DE ANÁLISIS INDUSTRIALES Y ESPECIALES.

MTRO. ELOY SANCHEZ RAMOS.  
JEFE DE LABORATORIO DE QUÍMICA ORGÁNICA

MTRA. MARTHA ELENA LOPEZ MARTÍN DEL CAMPO.  
JEFE DE LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO CUANTITATIVO

DR. NORBERTO CASILLAS SANTANA  
JEFE DE LABORATORIO DE ELECTROQUÍMICA Y CORROSIÓN

DR. PEDRO FAUSTINO ZAPATE DEL VALLE  
JEFE DEL LABORATORIO DE GEOQUÍMICA

DR. VICTOR SOTO GARCIA  
JEFE DE LABORATORIO DE QUÍMICA DEL ESTADO SÓLIDO

MTRA. ESPERANZA GONZÁLEZ QUEZADA  
JEFE DEL LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO CUALITATIVO

DR. LUIS JAVIER GONZALEZ ORTIZ  
JEFE DE LABORATORIO DE CARACTERIZACION DE POLIMEROS

# Propuesta

Universidad de Guadalajara  
Centro Universitario de  
Ciencias Exactas e Ingenierías

Propuesta de creación del programa

**Doctorado en Ciencias  
en Química**



## **I. CENTRO UNIVERSITARIO QUE LO IMPARTIRÁ**

El programa de doctorado propuesto será impartido en el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, que es integrante de la Red Universitaria de la Universidad de Guadalajara que, en el campo de las ciencias exactas y las ingenierías, satisface las necesidades de formación de profesionales, de investigación, de extensión y vinculación; y contribuye al desarrollo sustentable e incluyente de la sociedad.

## **II. NOMBRE Y ORIENTACIÓN DEL PROGRAMA**

Se propone la creación del **DOCTORADO EN CIENCIAS EN QUÍMICA**, el cual estará principalmente orientado hacia la investigación y se impartirá en la modalidad escolarizada.

## **III. FUNDAMENTACIÓN DEL PROGRAMA**

Al inicio del año 2008, se empezaron a vislumbrar signos de una crisis económica a nivel global, la cual, como en su momento nos percatamos, se agudizó en los Estados Unidos y en Europa en ese año.<sup>1</sup> Entre los principales factores causantes de la crisis estarían: la sobre valoración de productos, la crisis alimentaria, la elevada inflación, la recesión en todo el mundo y, los altos precios de las materias primas. En 2010, se dieron los primeros pasos para la recuperación, principalmente con la creación de empleos.<sup>2</sup>

Este entorno macro-económico ha afectado a nuestro país, en donde, para la promoción de su crecimiento económico, es necesario fomentar e invertir en educación e investigación encaminándose a crear las bases para el desarrollo de tecnología propia, mucha de la cual se basa en las Ciencias Básicas, tales como la Física, las Matemáticas y la Química; en ese contexto, es de suma importancia apoyar el desarrollo de estas áreas a niveles de excelencia.<sup>3</sup> Aunque es claro que la inversión de recursos en materia de educación e investigación impulsa el desarrollo de la tecnología y contribuye a la formación de recursos humanos especializados, la inversión gubernamental en ese rubro no ha sido la adecuada.

La Universidad de Guadalajara, como una institución de educación superior cuenta con un Plan Institucional de Desarrollo visión 2030, donde se establece en su política "Impulsar el desarrollo de las entidades de la Red para atender la demanda educativa en las regiones del Estado de Jalisco en las distintas modalidades".<sup>4</sup> En ese documento, se establece que las actividades de investigación son una vía eficaz para mejorar el índice de competitividad del Estado, y que la vinculación entre investigadores nacionales e internacionales, puede coadyuvar a satisfacer las necesidades prioritarias, que le permitan un desarrollo social y económico sustentable. Consecuentemente, las actividades de investigación deberían ampliarse y diversificarse en función de las necesidades del entorno y las posibilidades institucionales.

Actualmente, gracias a la plataforma de trabajo que se ha conjuntado en la Maestría en Ciencias en Química (MCQ; Maestría perteneciente al Padrón Nacional de Posgrados de Calidad desde el 2001 –PNPC-), se dispone de la infraestructura física (ver descripción en el apartado 9 del presente documento) y del personal capacitado de alto nivel (ver perfiles curriculares de la planta académica disponible en la sección 8) requerido para ofertar en forma paralela a dicha Maestría, un Doctorado en Ciencias en Química, capaz de formar recursos humanos de alto nivel en esta área, lo que minimizaría en gran medida los costos de apertura del Doctorado para la institución.

Así mismo, es oportuno mencionar que, una cantidad importante de estudiantes egresados de la MCQ, ha expresado su interés por continuar sus estudios en un Doctorado con orientaciones académicas e intereses de investigación afines a los desarrollados en su Maestría, siendo por ello, el Doctorado propuesto una opción acorde a esos intereses. En tales circunstancias, se considera que este momento es adecuado para solicitar la apertura del Doctorado en Ciencias en Química que describiremos ampliamente en los apartados siguientes.

#### **IV. ESTUDIO DE PERTINENCIA Y FACTIBILIDAD**

La MCQ fue creada en 1995, perteneciendo desde 2001 a los padrones de excelencia de CONACYT (actualmente es posgrado inscrito al PNPC), habiendo formado en su historia, más de un centenar de Maestros en Ciencias (actualmente la MCQ cuenta con 32 estudiantes activos). Sin embargo, la demanda actual ha crecido, al grado de que una parte importante de los egresados han tenido que emigrar a diferentes programas de Doctorado nacionales e internacionales, ante la ausencia de un programa de doctorado local. En tales condiciones, y ante la posibilidad de ofrecer una educación de calidad a nivel doctorado con la infraestructura física y humana disponible en la MCQ, consideramos oportuno, solicitar la creación del Doctorado en Ciencias en Química, con lo cual colaboraríamos al desarrollo regional y nacional mediante la formación de recursos humanos de alto nivel y, mediante la generación de productos científicos y tecnológicos de calidad.

Así, un objetivo primordial que sustenta la presente propuesta, es incentivar la formación de Doctores en Ciencias en Química, que cuenten con la capacidad de aplicar los conocimientos y habilidades adquiridas, tanto en un contexto académico, como en el desarrollo de tecnología; a través de proyectos de investigación teóricos y/o aplicados.

Los egresados del Doctorado en Ciencias en Químicas, podrán colaborar socialmente como formadores de recursos humanos especializados en el área de la química, pero también, podrán desenvolverse como científicos especializados en las ciencias químicas, generando conocimientos originales e innovadores, demostrando su capacidad para crear y desarrollar nuevos productos o materiales, así como para optimizar procesos de transformación existentes. Estos egresados podrán

incorporarse como investigadores en alguno de los grupos de investigación reconocidos nacional e internacionalmente que se encuentran en instituciones tales como: Universidad de Guanajuato, Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Instituto Politécnico Nacional (IPN), Facultad de Química de la UNAM, o también abriendo nuevas líneas de investigación en el área de Química en Universidades estatales de la región occidente (e.g. Universidades de Colima, Aguascalientes, Zacatecas etc.). Así mismo, podrán laborar en grupos de investigación y desarrollo de diversas industrias (e.g. Comex, Sigma Alimentos, Grupo IRSA, Merck & Co., Pfizer, Glaxo, AstraZeneca etc.). Además, los egresados estarán capacitados para realizar consultorías industriales de carácter privado.

Con base en lo anterior, es posible afirmar que, la apertura de un Doctorado en Ciencia en Química en las áreas del conocimiento propuestas en el presente programa, permitirá coadyuvar a satisfacer los requerimientos de personal de alto nivel que tienen tanto los núcleos de investigación de corte público, como los centros de investigación públicos y privados operando actualmente en la industria química nacional.

Desde el punto institucional, la apertura del Doctorado en Ciencias en Química, permitirá ampliar la oferta académica institucional, con el evidente incremento en la proyección social de la institución. Además, le permitirá a los investigadores del área química que actualmente se encuentran laborando en la institución, estar en una mejor posición para mantener, o incluso incrementar su producción científica, lo que impactará directamente en indicadores institucionales tales como: a) número de programas que pertenecen al Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) (la intención es solicitar, lo más pronto posible, el ingreso al programa), b) incrementar el número de miembros del SNI, c) aumentar el nivel de los investigadores del SNI, d) aumentar en número de publicaciones indexadas, e) incrementar en el número de patentes y desarrollos tecnológicos, f) realizar proyectos de investigación con financiamiento externo (gubernamental o privado) y, g) incrementar el monto de recursos externos conseguidos.

Por otra parte, es necesario enfatizar que el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías cuenta con el número de profesores y la infraestructura de investigación requerida para crear un programa de Doctorado en Química, tomando como núcleo base, la infraestructura física y humana disponible en la Maestría en Ciencias en Química, donde se conjuntan profesores adscritos al Departamento de Química (14), pero también profesores adscritos a los Departamentos de Ingeniería Química (3), Madera Celulosa y Papel (1), Farmacobiología (1) e Ingeniería de Proyectos (1) del CUCEI, así como al Departamento de Fisiología del CUCS (1). La totalidad los profesores son Doctores, y prácticamente todos son miembros del Sistema Nacional de Investigadores con nivel I o superior. Además, se cuenta con el apoyo colaborativo de un investigador SNI III adscrito al Centro de Investigaciones

Biomédicas de Occidente (CIBO), quién ha colaborado con la Maestría en Ciencias en Química mediante codirección de tesis durante más de una década.

Además, se cuenta con la infraestructura especializada para el desarrollo de proyectos de investigación en Química, ya que el programa de doctorado estará respaldado por un conjunto de laboratorios pertenecientes a los Departamentos de la Universidad de Guadalajara antes mencionados y al Centro de Investigaciones Biomédicas de Occidente, CIBO.

## **V. OBJETIVOS DEL PROGRAMA**

- a) Formar recursos humanos de alto nivel capaces de generar conocimientos científicos y tecnológicos que contribuyan al desarrollo sustentable de la región de occidente y del país.
- b) Formar recursos humanos de alto nivel capaces de aplicar el conocimiento en forma original e innovadora en las áreas de la Química siguientes: a) Físicoquímica, b) Química de Polímeros, c) Química Inorgánica y Ambiental, d) Bioquímica y Productos Naturales.
- c) Colaborar en el desarrollo regional mediante la vinculación con el sector productivo y social, fomentando la participación de estudiantes y profesores en proyectos de investigación con financiamiento externo.
- d) Fortalecer las actividades de investigación y la productividad científica de los profesores adscritos al posgrado, incentivando su permanencia en el Sistema Nacional de Investigadores y su incremento de nivel en dicho sistema.

## **VI. CRITERIOS ADICIONALES DE SELECCIÓN DE ALUMNOS**

No existen criterios adicionales para el ingreso, sólo los considerados en apartado siguiente. Como requisito adicional para el egreso se establece que el alumno deberá haber obtenido un puntaje en el examen TOEFL al menos de 450 puntos, mediante el documento de acreditación correspondiente.

## **VII. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ALUMNOS**

### **A) PERFIL DE INGRESO**

Como requisito de ingreso al programa de Doctorado en Ciencias en Química se considerarán los siguientes criterios:

1. Acreditar la obtención del Título (o tener el acta de titulación) de una Maestría que sea reconocida nacional o internacionalmente que a juicio de la Junta Académica del Doctorado, esté relacionada con alguna de la líneas de investigación vigentes en el Doctorado (en el caso de Maestrías nacionales,

- que hayan estado en el PNPC, o que la Maestría goce de un reconocimiento equivalente).
2. Acreditar un promedio global de Maestría igual o superior a ochenta.
  3. Aprobar un examen de selección que conste de:
    - a. Un examen de conocimientos generales en: Termodinámica Química, Matemáticas, Química Orgánica, Química Inorgánica y Bioquímica.
    - b. Un examen de Inglés (lectura y comprensión).
    - c. Un examen de razonamiento lógico matemático y lógico analítico.
  4. Aprobar un conjunto de entrevistas personalizadas con al menos cinco profesores miembros de la planta académica del Doctorado (definidos por la Junta Académica con una vigencia de 1 año).
  5. Presentar un resumen curricular con documentos probatorios relevantes, en el que se incluyan tres cartas de recomendación de investigadores, preferentemente de miembros del Sistema Nacional.
  6. Contar con una carta de aceptación de algún miembro de la planta académica vigente en el doctorado, quién, por esa vía externará su compromiso de dirigir su proyecto de tesis.

## **B) PERFIL DE EGRESO**

El egresado del Doctorado en Ciencias en Química deberá tener conocimientos, habilidades y actitudes que le permitan ubicarse como un investigador profesional en alguna de las áreas de la Química que ofrece el posgrado, demostrando su capacidad para:

- i) Realizar el trabajo involucrado en un proyecto científico en forma independiente e innovadora, fundamentándose en criterios de eficiencia, respecto al tiempo y a los materiales, de honestidad, de ética, de previsión de problemas potenciales y, de respeto a su entorno y a sus compañeros de trabajo.
- ii) Proponer proyectos de investigación con las características exigidas por las diferentes entidades financiadoras, sustentando científica y financieramente su viabilidad.
- iii) Decidir y actuar de manera independiente, fundamentándose en un conocimiento científico firme, en la aplicación estricta de la metodología científica y, en la habilidad para intercambiar información con especialistas de otras áreas.
- iv) Dirigir las actividades de investigación del personal subalterno a él asignado.
- v) Gestionar nuevos apoyos financieros y administrar adecuadamente los disponibles, buscando, en lo posible, el uso optimizado de recursos humanos y materiales.
- vi) Transferir eficientemente el conocimiento generado, sea en forma oral o escrita, a un público masivo o en comunicación privada, mediante la última tecnología vigente o mediante los métodos tradicionales, a un público especializado o a un auditorio general; en resumen, ser un portavoz científico adaptable a cualquier situación potencialmente probable.

### **c) REQUISITOS DE EGRESO**

Para que un alumno del Doctorado en Ciencias en Química egrese será requerido que:

- 1) Cumpla con al menos 229 créditos, distribuidos de acuerdo a las siguientes áreas:
  - a) Área de formación básica particular: 49 créditos (5 asignaturas de entre las siguientes: a) Termodinámica Química Avanzada, b) Matemáticas Aplicadas a la Química, c) Química Cuántica y Estadística, d) Cinética Química Avanzada, e) Química Orgánica Avanzada I, f) Síntesis de Polímeros, g) Reacciones de Policondensación, h) Química Inorgánica, j) Química del Estado Sólido, k) Química del Agua, l) Bioquímica Avanzada, m) Biocatálisis, n) Química Farmacéutica y de Productos Naturales
  - b) Área de formación especializante: 90 créditos (Seminarios de Avance de Proyecto de investigación I, II, III, IV, V y VI).
  - c) Área de formación optativa abierta: 90 créditos (usualmente, Seminarios de Investigación en Química I, II, III, IV, V y VI, dos materias de temas selectos y otras cuatro materias a elegir de un listado de 32 materias)
- 2) Tenga aceptado, o haya publicado un artículo científico incluyendo resultados de su tesis de doctorado, en una revista indexada en el Journal Citation Reports (JCR) o en otro índice avalado por la Junta Académica.
- 3) Haya realizado un trabajo de investigación y presentado por escrito un documento de tesis, el cual deberá defender y aprobar ante un jurado designado por la Junta Académica del Doctorado.

### **VIII. METODOLOGÍA DEL DISEÑO CURRICULAR**

En el diseño curricular del programa de Doctorado en Ciencias en Química, el colegio departamental a través del Jefe de Departamento de Química, convocó a reuniones para que participaran doce expertos del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías y que realizan investigación en alguna de las áreas de la Química siguientes: a) Físicoquímica, b) Química de Polímeros, c) Química Inorgánica y Ambiental, y d) Bioquímica y Productos naturales. Así mismo, fueron consultados por medios electrónicos, telefónicos o como comunicación personal, algunos expertos no adscritos al CUCEI. (se incluyen minutas de reuniones, ver Anexo 1)

En una serie de reuniones con los profesores implicados en la propuesta de Doctorado en Ciencias en Química, se fue configurando la currícula del programa propuesto. A continuación, serán presentadas únicamente las decisiones principales que fueron tomadas.

I) Número total de créditos.

Criterios a cumplir:

- Que la propuesta esté dentro del intervalo de créditos requeridos en el Reglamento General de Posgrados para un Doctorado después de Maestría<sup>5</sup>, es decir, 150 créditos después de Maestría, entendiendo que por cada hora efectiva de actividad de aprendizaje se asignarán 0.0625 créditos.
- Que el programa esté dentro del intervalo de créditos aceptables por el Conacyt para un Doctorado con orientación a la investigación, y que aspira a pertenecer al PNPC con nivel consolidado<sup>6</sup>. Dado que en los anexos de la convocatoria de ingreso y reingreso al PNPC vigente no existe un límite para dicho intervalo, fueron consultados los números de créditos totales en varios doctorados pertenecientes al PNPC en áreas de Química, Química Aplicada e Ingeniería Química, encontrando los resultados que se muestran en la tabla siguiente:

No.	Doctorado/Universidad o Instituto de investigación base	Número total de créditos	Área del conocimiento principal
1	Doctorado en Ingeniería Química/Universidad de Guadalajara	225	Ingeniería Química
2	Posgrado en Ciencias en IQ/Universidad Autónoma de San Luis Potosí	180	Ingeniería Química
3	Doctorado en Ciencias Químicas/Universidad de Colima	210	Química Ambiental y Procesamiento de materiales
4	Doctor en ciencias/ Universidad Autónoma Metropolitana	363	Fisicoquímica
5	Doctorado en Ciencias Químicas/Universidad Autónoma del Estado de México	260	Química Farmacéutica

Con base en lo anterior, se decidió que el Doctorado debería tener un número de créditos de 229.

II) Distribución de los créditos por áreas de formación

Criterios a cumplir:

- Que las áreas de formación se clasifiquen atendiendo a las indicaciones del Reglamento General de Planes de Estudio de la Universidad de Guadalajara,

es decir, los créditos serán distribuidos en las áreas de formación siguientes:  
a) Básica particular, b) Especializante y, c) Optativa abierta.

- Que se conceda la importancia en créditos adecuada al proyecto de investigación, el cual se irá acreditando mediante un conjunto de seis materias denominadas: Seminarios de Avance de Proyecto de investigación; una por cada semestre de duración nominal del programa de Doctorado.
- Que se mantenga un balance entre asignaturas del área de formación Básica particular y de Optativa abierta, similar al que opera en la MCQ.

Con base en los criterios anteriores, fueron decididos los créditos para las áreas de formación siguientes: a) Área de formación básica particular: 49 créditos, b) Área de formación especializante: 90 créditos, c) Área de formación optativa abierta: 90 créditos. La suma total de créditos será de 229.

III) Número de materias de cada área de formación a ser cursadas:

Criterios a cumplir:

- Que en las áreas de formación Básico particular y Optativa abierta, sean cursadas asignaturas equivalentes en número de créditos a las existentes en la Maestría en Ciencias en Química (MCQ).
- Que en el área de formación Optativa abierta, puedan ser cursadas asignaturas de Doctorados PNPC vigentes en el CUCEI.
- Que los alumnos cursen cada semestre una materia denominada: Seminario de Investigación en Química X (X: I, II, III, IV, V, VI), la cual será seriada con la inmediata anterior; dado que en la MCQ se tienen los Seminarios de Investigación en Química I, II y III, con un número de créditos asignado de siete (7), el resto de los Seminarios de investigación (IV, V y VI), también tendrán ese mismo número de créditos. Al igual que en la MCQ, dichos seminarios serán considerados dentro del área de formación optativa abierta.

Con base en lo anterior, se establece que el alumno deberá acreditar el número de asignaturas siguientes: a) Área de formación básica particular: 5 asignaturas, b) Área de formación especializante: 6 Seminarios de Avance de Proyecto de investigación, c) Área de formación optativa abierta: 6 Seminarios de Investigación en Química y 6 asignaturas a elegir de un listado de 32 materias.

IV) Selección del listado de materias:

Criterios a cumplir:

- Que se incluyan todas las asignaturas de la MCQ que sean acordes a las líneas de investigación que se pretenden desarrollar en el programa de Doctorado propuesto, es decir, a) Físicoquímica, b) Química de Polímeros, c) Química Inorgánica y Ambiental, e) Bioquímica y Productos Naturales.



- Que se incluyan todas las asignaturas de los Posgrados de la Universidad de Guadalajara que sean acordes con las líneas de investigación que se pretenden desarrollar en el programa de Doctorado propuesto.
- Que se incluyan todas las asignaturas que los expertos, en cada una de las áreas del posgrado, consideren pertinentes incluir; fueron consultados al menos dos profesores por cada una de las áreas involucradas.
- Se preverá que tanto en las asignaturas del área de formación básica particular, como en las del área de formación optativa abierta, exista un número suficiente de materias que garantice que el alumno pueda adquirir una formación orientada al área de la química que desee desarrollar en su tema de tesis, es decir, en las áreas: a) Fisicoquímica, b) Química de Polímeros, c) Química Inorgánica y Ambiental, e) Bioquímica y Productos Naturales. Se evitará en lo posible, que se deban cursar asignaturas que no sean de utilidad en el proyecto de investigación del estudiante.

Con base en lo anterior, se propone el listado de asignaturas que será descrito en el apartado IX (Estructura del Plan de Estudios).

#### V) Contenidos de las diferentes asignaturas.

##### Criterios a cumplir:

- Que las asignaturas del Doctorado que sean impartidas actualmente en la MCQ, tendrán el mismo contenido temático, duración del curso y número de créditos.
- Que las asignaturas del Doctorado que sean impartidas actualmente en el Posgrado afín, tendrán el mismo contenido temático, duración del curso y número de créditos.
- Que el contenido temático de las nuevas asignaturas que estén orientadas a cada una de las áreas de la Química, sean desarrolladas por mutuo acuerdo entre El Jefe del Departamento de Química, el coordinador de la Maestría en Ciencias en Química, el coordinador del programa de Doctorado (una vez que sea designado por el jefe de departamento), para dar seguimiento y continuidad al proceso de elaboración de la propuesta del Doctorado y al menos dos profesores miembros de la planta académica que desarrollen investigación en el área de la Química en la que se esté trabajando.
- Que los cursos nuevos del área de formación Básica particular tengan, en lo posible, 11 créditos.
- Que los cursos nuevos del área de formación Optativa abierta tengan, en lo posible, 8 créditos.
- Que la orientación de los nuevos cursos, en lo que respecta a la metodología de enseñanza y evaluación sea similar a la operante en la MCQ.

Con base en lo anterior, se proponen los contenidos temáticos de las diferentes asignaturas que son descritos en el Anexo 2.

## VI) El proyecto de investigación

Criterios a cumplir (en concordancia con lo estipulado por CONACYT):

- Que el alumno de doctorado publique un artículo o tenga aceptado un artículo en una revista internacional indizada.
- Que el Conacyt establece que las revistas del Journal Citation Reports son adecuadas para ser contabilizadas en la producción científica de profesores SNI.

Se propone como un requisito para la obtención del grado, que el alumno sea coautor de un artículo publicado o aceptado en una revista internacional indexada incluida en el Journal Citation Reports, en el que estén incluidos los resultados reportados en su proyecto de tesis.

## VII) El dominio de una lengua extranjera

Criterios a cumplir:

- Que el idioma establecido para las actividades científicas sea el inglés (sin demeritar la importancia de otras lenguas).
- Que el estudiante pueda leer con fluidez textos científicos en inglés. Así mismo, es importante que tenga un nivel aceptable en la escritura en ese idioma. Sin embargo, aunque es relegada la necesidad de entablar una conversación formal en dicho idioma, la incapacidad para realizar dicha actividad no conlleva a un perjuicio grave en su desarrollo durante el doctorado.
- Que el examen TOEFL cuente con un reconocimiento internacional, por ello, sería recomendable establecer el nivel de requerimiento del idioma inglés considerando ese examen como mecanismo de medición.
- Que el puntaje mínimo requerido en el examen TOEFL, sea de 450 puntos.

## VIII) Duración del programa

Criterios a cumplir:

- El periodo de tiempo considerado para el programa de doctorado es acorde a los estipulado por CONACYT para evaluar la eficiencia terminal, siendo de 48 meses y concediendo un plazo adicional de seis meses para la obtención del grado.
- En el reglamento general de posgrados está establecido que: “el plazo máximo para obtener el grado correspondiente a un programa de Doctorado cursado, será de doce meses, una vez concluido el tiempo de duración del mismo establecido en el dictamen”.

## IX) Trayectoria curricular recomendada

### Criterios a cumplir:

- Que el programa académico del doctorado permita al estudiante un adecuado balance entre el trabajo relacionado con las asignaturas (y sus trabajos extraclase) y lo correspondiente al proyecto de investigación. En dicho balance deben ser consideradas los criterios a la eficiencia terminal que establece el Conacyt para mantenerse en el PNPC, así como el nivel de productividad exigido a los estudiantes y a los profesores; lo que, en última instancia determinará el número de horas que, como mínimo, debe dedicar el estudiante para realizar su investigación.
- Que se debe mantener un nivel de flexibilidad que permita al estudiante, en conjunto con su director de tesis, decidir su trayectoria académica específica.
- Se establece, como una guía flexible, un criterio general que describa la trayectoria ideal de un estudiante en el posgrado.

Con base en lo anterior, se establece una guía curricular, donde se proponen los lineamientos relativos a la trayectoria académica, y que se describen a continuación:

#### 1<sup>er</sup> semestre.

a) Acreditar al menos dos materias del área de formación Básica particular (incluyendo aquellas cursadas en un su programa de maestría previo que puedan ser revalidadas y/o acreditadas en su equivalencia).

b) Acreditar al menos dos materias del área de formación Optativa abierta (incluyendo las que puedan ser revalidadas y/o acreditada su equivalencia)

c) Acreditar un Seminario de Investigación en Química, el cual se adicionará a los seminarios de investigación que pueda revalidar y/o acreditar su equivalencia.

d) Tener identificado el alcance y características generales del proyecto de investigación y haber iniciado la experimentación correspondiente.

#### 2° semestre.

a) Al finalizar el semestre deberá tener acreditadas al menos cuatro asignaturas del área de formación Básica particular y 4 asignaturas del área Optativa abierta.

b) Acreditar en este semestre un Seminario de Investigación en Química y un Seminario de avance de proyecto de investigación.

c) Tener un avance en la parte experimental de su proyecto de investigación de al menos 20%.

#### 3<sup>er</sup> semestre.

a) Acreditar en este periodo un Seminario de Investigación en Química y un Seminario de avance de proyecto de investigación.

b) Tener un avance en la parte experimental de su proyecto de investigación de al menos 35%.

c) Presentar el examen predoctoral.

4° semestre.

a) En el caso de no haber acreditado los seis Seminarios de Investigación en Química requeridos, acreditar en este semestre un Seminario de investigación en Química.

b) Acreditar un Seminario de avance de proyecto de investigación.

c) Tener un avance en la parte experimental de su proyecto de investigación de al menos 50%.

5° semestre

a) En el caso de no haber acreditado los seis Seminarios de Investigación en Química requeridos, acreditar en este semestre un Seminario de investigación en Química.

b) Acreditar un Seminario de avance de proyecto de investigación.

c) Tener un avance en la parte experimental de su proyecto de investigación de al menos 70%.

6° semestre

a) En el caso de no haber acreditado los seis Seminarios de Investigación en Química requeridos, acreditar en este semestre un Seminario de investigación en Química.

b) Acreditar un Seminario de avance de proyecto de investigación.

c) Tener un avance en la parte experimental de su proyecto de investigación de al menos 90%.

d) Solicitar la publicación de un artículo científico en una revista listada en el Journal Citation Reports.

7° semestre

a) Acreditar un Seminario de avance de proyecto de investigación.

b) Finalizar la parte experimental de su proyecto de investigación.

c) Escribir el documento de tesis.

d) Presentar y aprobar el examen de grado.

e) Tener aceptado o haber publicado un artículo científico en una revista listada en el Journal Citation Reports.

f) Demostrar mediante el documento correspondiente el haber obtenido un puntaje superior a 450 puntos en el examen TOEFL.

g) Haber realizado en tiempo y forma todos los trámites administrativos requeridos para obtener el grado.

## **IX. ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS**

El plan de estudios del programa de doctorado, contiene áreas determinadas, con un valor de créditos asignados a cada materia y un valor global de acuerdo a los requerimientos establecidos por área para ser cubiertos por los alumnos y se organiza conforme a la siguiente estructura:

Áreas de Formación	Créditos	%
Área de Formación Básica Particular	49	21.4
Área de Formación Especializante	90	39.3
Área de Formación Optativa Abierta	90	39.3
<b>TOTAL</b>	<b>229</b>	<b>100.0</b>

La lista de asignaturas correspondiente a cada área se describe a continuación:

#### ÁREA DE FORMACIÓN BÁSICA PARTICULAR

MATERIAS	CLAVE	TIPO	HORAS PROFESOR	HORAS ACTIVIDADES INDEPENDIENTES	HORAS TOTALES	CRÉD	PRQ
Termodinámica Química Avanzada	QM539	C	85	91	176	11	
Química Cuántica y Estadística	QM561	C	85	91	176	11	
Cinética Química Avanzada	QM547	C	85	91	176	11	
Síntesis de Polímeros	QM544	C	68	60	128	8	
Reacciones de Policondensación	QM572	C	85	91	176	11	
Química Orgánica Avanzada I	QM537	C	85	91	176	11	
Bioquímica Avanzada	QM538	C	85	91	176	11	
Biocatálisis	QM574	C	85	91	176	11	
Química Inorgánica	QM536	C	85	91	176	11	
Química del Estado Sólido	QM575	C	85	91	176	11	
Química Farmacéutica y de Productos Naturales	QM573	C	85	91	176	11	
Química del Agua	QM571	C	85	91	176	11	
Matemáticas Aplicadas a Química	QM549	C	68	60	128	8	

#### ÁREA DE FORMACIÓN ESPECIALIZANTE

MATERIAS	CLAVE	TIPO	HORAS PROFESOR	HORAS ACTIVIDADES INDEPENDIENTES	HORAS TOTALES	CRÉD	PRQ
Seminario de Avance de Proyecto de Investigación I	QM581	CL	32	208	240	15	Seminario de Investigación en

							Química I
Seminario de Avance de Proyecto de Investigación II	QM582	CL	32	208	240	15	Seminario I
Seminario de Avance de Proyecto de Investigación III	QM583	CL	32	208	240	15	Seminario II
Seminario de Avance de Proyecto de Investigación IV	QM584	CL	32	208	240	15	Seminario III
Seminario de Avance de Proyecto de Investigación V	QM585	CL	32	208	240	15	Seminario IV
Seminario de Avance de Proyecto de Investigación VI	QM586	CL	32	208	240	15	Seminario V

#### ÁREA DE FORMACIÓN OPTATIVA ABIERTA

MATERIAS	CLAVE	TIPO	HORAS PROFESOR	HORAS ACTIVIDADES INDEPENDIENTES	HORAS TOTALES	CRÉD	PRQ
Termoquímica Avanzada	QM593	C	68	60	128	8	
Técnicas Calorimétricas	QM594	C	68	60	128	8	
Química Computacional	QM592	C	68	60	128	8	
Análisis de Superficies y Películas Delgadas	QM548	C	68	60	128	8	
Reología	FO185	C	68	60	128	8	
Ciencia de los Polímeros	FO172	C	68	60	128	8	
Métodos de Caracterización de Polímeros	QM552	C	68	60	128	8	
Estructura y Propiedades de los Materiales	QM540	C	68	60	128	8	
Propiedades de Polímeros	FO184	C	68	60	128	8	
Espectroscopía y Métodos de Separación	QM551	C	68	60	128	8	
Síntesis Orgánica Avanzada	QM564	C	68	60	128	8	
Química Orgánica Avanzada II	QM542	C	68	60	128	8	
Espectroscopía para Análisis Orgánico	QM598	C	68	60	128	8	

Estructural							
Química Organometálica Avanzada	QM543	C	68	60	128	8	
Cristalografía Química y Mineralogía	QM541	C	68	60	128	8	
Preparación y Caracterización de Materiales en Estado Sólido	QM550	C	68	60	128	8	
Métodos Numéricos en Ingeniería Química	FO181	C	68	60	128	8	
Matemáticas Avanzadas en Ingeniería Química I	FO158	C	85	91	176	11	
Alimentos Funcionales	QM591	C	68	60	128	8	
Bioquímica del Metabolismo de Bacterias y Archeobacterias	QM562	C	68	60	128	8	
Química Avanzada de los Productos Naturales	QM597	C	68	60	128	8	
Quimiometría: Planeación y Optimización de Experimentos	QM595	C	68	60	128	8	
Seminario de Investigación en Química I	QM600	C	48	64	112	7	
Seminario de Investigación en Química II	QM601	C	48	64	112	7	Seminario de Investigación I
Seminario de Investigación en Química III	QM602	C	48	64	112	7	Seminario de Investigación II
Seminario de Investigación en Química IV	QM603	C	48	64	112	7	Seminario de Investigación III
Seminario de Investigación en Química V	QM604	C	48	64	112	7	Seminario de Investigación IV
Seminario de Investigación en Química VI	QM605	C	48	64	112	7	Seminario de Investigación V
Temas Selectos en Química Orgánica	QM606	C	68	60	128	8	

Temas Selectos en Polímeros	QM607	C	68	60	128	8	
Temas Selectos en Electroquímica	QM608	C	68	60	128	8	
Temas Selectos en Bioquímica	QM609	C	68	60	128	8	
Temas Selectos en Fisicoquímica	QM610	C	68	60	128	8	
Temas selectos en Química del Agua	QM611	C	68	60	128	8	
Temas Selectos en Química Farmacéutica	QM612	C	68	60	128	8	
Temas Selectos en Caracterización de Polímeros	QM613	C	68	60	128	8	
Temas Selectos en Química Inorgánica	QM614	C	68	60	128	8	
Temas Selectos en Química Teórica	QM615	C	68	60	128	8	

**PRQ=Prerrequisito; CRED=Créditos**

Con la finalidad de favorecer la movilidad estudiantil y la internacionalización de los planes de estudio, además del bloque de cursos presentados, será válido en este programa en equivalencia a cualquiera de las Áreas de Formación, cursos que a juicio y con aprobación de la Junta Académica y la validación de la Comisión de Revalidación de Estudios del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, tomen los estudiantes en otros programas de doctorado de la Universidad de Guadalajara y/o otras Instituciones de Educación Superior Nacionales y Extranjeras.

#### **X. MODALIDAD EN QUE SE IMPARTIRÁ**

El programa de Doctorado en Ciencias en Química se impartirá en la modalidad convencional escolarizada.

#### **XI. CRITERIOS PARA SU IMPLEMENTACIÓN**

La implementación del programa de Doctorado en Ciencias en Química podrá ser viable para iniciarse en el ciclo 2012 B. Será ofertado al menos un lugar como mínimo y como máximo 20 por ciclo escolar, procurando llegar a un equilibrio donde se tengan en el Doctorado 30 estudiantes vigentes. Se procurará que la permanencia de los alumnos en el posgrado sea acorde con los lineamientos relativos a la trayectoria académica descritos en la sección VIII de esta propuesta. En principio, se prevé que, al menos durante los primeros 4 semestres, el Doctorado en Ciencias en Química comparta la infraestructura docente y física, con la Maestría en Ciencias en Química.



## **XII. TRANSICIÓN ENTRE PLANES DE ESTUDIO**

Para el programa propuesto de Doctorado en Ciencias en Química no son consideradas transiciones entre los diferentes planes de estudio.

## **XIII. PLAN DE EVALUACIÓN DEL PROGRAMA**

Una vez implementado el programa de Doctorado en Ciencias en Química como oferta académica del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, en periodos de tiempo predeterminados será sometido a diferentes formas de evaluación principalmente por organismos externos, como el CONACyT, además de realizarse una autoevaluación por pares institucionales y hasta por la propia junta académica del programa. La continua evaluación del programa será condición para su operación futura y establecer los diferentes criterios de la calidad de los recursos formados, la producción científica, y la eficiencia terminal.

## **XIV. TIPO DE PROGRAMA**

El programa de Doctorado en Ciencias en Química propuesto será un programa orientado a la investigación.

## **XV. DURACIÓN DEL PROGRAMA**

El programa de Doctorado en Química está planeado para terminarse en un lapso de ocho semestres, durante los cuales se deben completar al menos 229 créditos, además de los requisitos expuestos en la sección IX.

## **XVI. PLANTA ACADÉMICA Y PERFIL DE LOS PROFESORES**

Las áreas de investigación propuestas para el programa de Doctorado en Ciencias en Química están determinadas por la preparación académica de la planta docente actual, pero previendo el fortalecimiento futuro de la misma; así mismo, es acorde con el tipo de proyectos que suelen ser concertados con otros centros de investigación del país o del extranjero o con compañías que apoyan convenios particulares de colaboración. Así, las áreas de investigación son:

- Físicoquímica
- Química de Polímeros
- Química Inorgánica y Ambiental
- Bioquímica y Productos Naturales

Las áreas antes mencionadas serán soportadas por un núcleo académico básico (NAB) con formación Nacional e Internacional. El personal docente del

programa de doctorado estará constituido por un total de 14 profesores, de los cuales la mayoría se encuentran adscritos de tiempo completo a la Universidad de Guadalajara. Además, estas líneas de Investigación se encuentran sustentadas por otros siete profesores-investigadores que colaborarán activamente para el desarrollo del posgrado. Se cuenta también, con un profesor asociado adscrito al Centro de Investigaciones Biomédicas de Occidente, con quién se ha establecido colaboración mediante codirecciones de tesis de la Maestría en Ciencias en Química durante más de 10 años (colaborador CIBO). De esta forma, se pretende que, al menos el 80 % del NAB vigente sea miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) con nivel I o superior. Por lo anterior, el programa está sustentado para iniciar actividades con el personal docente descrito a continuación:

Nombre Nivel SNI	Grado académico Universidad	Año de obtención del grado	Departamento de adscripción
<b>Área de investigación: FISCOQUÍMICA</b>			
Dr. Norberto Casillas Santana SNI II	Ingeniería Química Universidad de Guadalajara	1982	Química
	Maestría en Ciencias en Ingeniería Química Universidad de Guadalajara	1987	
	Ph. D (Doctorado) en Ingeniería Química University of Minnesota, Minneapolis, MN.	1993	
Dr. Maximiliano Bárcena Soto SNI I	Ingeniería Química Universidad de Guadalajara	1988	Química
	Maestría en Ciencias en Ingeniería Química Universidad de Guadalajara	1993	
	Doctorado en Química Humboldt Universität zu Berlin	2000	
Dr. Eulogio Orozco Guareño SNI I	Ingeniería Química Universidad de Guadalajara	1990	Química
	Maestría en Ciencias en Ingeniería Química	1993	
	Doctorado en Ciencias en Físicoquímica Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Del IPN	2003	
Dr. Roberto Flores Moreno SNI I	Químico Universidad de Guadalajara	2001	Química
	Doctor en Ciencias, especialidad de Ciencias Químicas Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav-IPN)	2006	
	Posdoctorado Auburn University, Chemistry and Biochemistry Department	2007	
<b>Área de investigación: QUÍMICA DE POLÍMEROS</b>			

Dr. Eduardo Mendizábal Mijares SNI III	Ingeniero Químico Universidad de Guadalajara	1972	Química
	Maestro en Ciencias en Ingeniería Química Universidad de California (Berkeley, EUA)	1976	
	Doctorado en Ciencias Universidad Autónoma Metropolitana (Iztapalapa)	1998	
Dr. Sergio Manuel Nuño Donlucas SNI II	Ingeniero Químico Universidad de Guadalajara	1990	Ing. Química
	Maestro en Cs. en Ingeniería Química Universidad de Guadalajara	1993	
	Doctorado en Ciencias Químicas Universidad del País Vasco (Bilbao, España)	1999	
Dr. Luis Javier González Ortiz SNI I	Ingeniero Químico Universidad de Guadalajara	1991	Química
	Maestro en Cs. en Ingeniería Química Universidad de Guadalajara	1992	
	Doctorado en Ciencias Químicas Universidad del País Vasco (San Sebastián, España)	1995	
<b>Área de investigación: QUÍMICA INORGÁNICA y AMBIENTAL</b>			
Dra. Sara Angélica Cortés Llamas SNI I	Químico Universidad de Guadalajara	2000	Química
	Doctorado en Ciencias Químicas Centro de Investigaciones Químicas UAEM	2005	
	Posdoctorado San Diego State University	2009	
Dr. Gregorio Carbajal Arizaga SNI I	Químico Universidad de Guadalajara	2000	Química
	Maestría Universidad Federal del Paraná, Brasil	2004	
	Doctorado Universidad Federal del Paraná, Brasil	2008	
	Posdoctorado en el Centro de Nanociencias y Nanotecnología de la UNAM	2009-2011	
Dr. Sergio Gómez Salazar SNI I	Ingeniería Química Universidad de Guadalajara	1987	Ing. Química
	Maestría en Ciencias en Ingeniería Química Syracuse University, NY, USA	1994	
	Doctorado en Ciencias en Ingeniería Química Syracuse University, NY, USA	2002	
	Posdoctorado en Extracción de Metales Pesados de Corrientes acuosas industriales. Syracuse University, NY, USA	2003	
<b>Área de investigación: BIOQUÍMICA y PRODUCTOS NATURALES</b>			
Dr. Fermín Paúl Pacheco	Ingeniero Agrónomo Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco	1989	Química

Moisés SNI I	Maestría en Ciencias (Bioquímica) Centro de Investigación y Estudios Avanzados del I.P.N	1992	
	Doctorado en Ciencias Químicas (Bioquímica) Universidad Nacional Autónoma de México	1997	
Dr. Jesús Antonio Córdova López SNI II	Ingeniero Bioquímico Industrial Universidad Autónoma Metropolitana	1991	Química
	Maestría en Biotecnología Universidad Autónoma Metropolitana	1994	
	Doctorado en Ciencias de los Alimentos Université de Montpellier II	1999	
	Posdoctorado en Biotecnología de Extremófilos Universidad de California Berkeley	2005	
Dra. Ana María Puebla Pérez SNI I	Químico farmacobiólogo Universidad de Guadalajara	1980	Fármaco- biología
	Maestría en Biología Celular Universidad de Guadalajara	1990	
	Doctorado en Inmunología Universidad de Guadalajara	1999	
Dr. Fernando Antonio López Dellamary Toral SNI I	Lic. en Química UNAM	1977	Madera, Celulosa y Papel
	Maestría en Química Orgánica Instituto Tecnológico de Estudios Superiores Monterrey	1986	
	Ph. D. Doctorado en Orgánica Universidad de Washington (Seattle)	1991	
<b>PROFESORES-INVESTIGADORES COLABORADORES</b>			
Dra. Esperanza Martínez Abundis SNI III	Médico Cirujano y Partero Universidad de Guadalajara	1984	Departamento de Fisiología del CUCS
	Especialidad en Medicina Interna Universidad de Guadalajara	1988	
	Maestría en Ciencias Médicas (Medicina) Universidad de Guadalajara	1993	
	Doctorado en Ciencias de la Salud (Investigación Clínica) Universidad de Guadalajara	2000	
Dr. Ricardo Manriquez González SNI I	Químico Farmacobiólogo Universidad de Guadalajara	1993	Madera, Celulosa y Papel
	Maestro en Farmacia Universidad de Guadalajara	2000	
	Freie Universität Berlin	2007	
Dr. Luis Guillermo Guerrero Ramírez	Químico Universidad de Guadalajara	2004	Química
	Maestro en Cs. en Química Universidad de Guadalajara	2006	

SNI Cand.	Doctorado en Ciencias Químicas Universidad del País Vasco (Bilbao, España)	2009	
Dr. José Inés Escalante Vázquez SNI I	Ingeniería Química Universidad de Guadalajara	1994	Ing. Química
	Maestría en Ciencias en Ingeniería Química Universidad de Guadalajara	1997	
	Doctorado en Ciencias Naturales Universität Bayreuth, Alemania	2000	
Dra. Verónica María Rodríguez Betancourt	Ingeniería Química Universidad de Guadalajara	1994	Química
	Maestría en Ciencias en Ingeniería Química Universidad de Guadalajara	1997	
	Doctorado en Ciencias Naturales Universidad de Karlsruhe, Alemania	2003	
Dr. Marco Leopoldo García Guadarrama SNI I	Licenciatura en Ingeniería Industrial Química, Instituto Tecnológico de Chihuahua	1993	Ing. de Proyectos
	Maestría en Ciencias de los Materiales CIMAV Chihuahua	2001	
	Doctorado en Ciencia de los Materiales CIMAV Chihuahua	2005	
	Posdoctorado en Cerámicos Funcionales UNAM	2007	
Dr. Pedro Faustino Zárate del Valle SNI I	Ingeniero Geólogo I.P.N. México	1975	Química
	Maestría en Geología Aplicada París VI. Francia	1977	
	Doctorado en Geología Aplicada París VI. Francia	1979	
Dra. Ana Cristina Ramírez Anguiano SNI I	Químico Universidad de Guadalajara	2004	Química
	Doctorado en Ciencia y Tecnología de los alimentos e Ingeniería Química Universidad Autónoma de Madrid	2009	
Dr. Genaro Gabriel Ortiz SNI III	Médico Cirujano y Partero Universidad de Guadalajara	1978	Colaborador CIBO
	Maestría en Ciencias Biomédicas (Biología Celular) Universidad de Guadalajara	1988	
	Doctor en Ciencias Biomédicas UNAM	1999	

Cada Profesor-investigador tendrá la capacidad de dirigir el proyecto de tesis de tres alumnos como máximo. Es importante destacar que, se propone que el NAB pueda ser modificado en enero de cada año por la junta académica, a fin de garantizar el cumplimiento de la proporción mínima requerida del número de profesores en el SNI.

## **XVII. INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y APOYO ADMINISTRATIVO**

El Doctorado en Ciencias en Química dependerá administrativamente del Departamento de Química, de la División de Ciencias Básicas del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. Los departamentos de Química, Ingeniería Química, Farmacobiología y de Madera, Celulosa y Papel, disponen de infraestructura complementaria para desarrollar investigación de alto nivel en las áreas de investigación del posgrado. Es posible desarrollar proyectos de investigación experimentales, teóricos o teórico-experimentales, ya que, en conjunto, los profesores tienen acceso y realizan sus actividades en los laboratorios siguientes:

- a) Laboratorio de Electroquímica y Corrosión.
- b) Laboratorio de Físicoquímica.
- c) Laboratorio de Geoquímica.
- d) Laboratorio de Química Orgánica y Organometálica.
- e) Laboratorio de Química del Estado Sólido
- f) Laboratorio de Resonancia Magnética.
- g) Laboratorio de Polímeros.
- h) Laboratorio de Caracterización de Polímeros
- i) Laboratorio de Química Teórica.
- j) Laboratorio de Reología.
- k) Laboratorio de Espectroscopia.
- l) Laboratorio de Análisis Externos.
- m) Laboratorio de Química Analítica.
- n) Laboratorio de Química Ambiental
- o) Laboratorio de Productos Naturales.
- p) Laboratorio de Procesamiento de Polímeros.
- q) Laboratorio de Métodos ópticos.

En estos laboratorios se dispone de equipo menor y de materiales de vidrio; además se cuenta con diferentes equipos especializados. Entre estos se incluyen los equipos siguientes: a) Espectrofotómetros de infrarrojo y UV/Visible, b) Resonancia Magnética Nuclear, c) Espectrofotómetro de masas, d) Difractómetro de rayos X de polvos, e) Espectrómetro EPR, f) Calorímetro de Combustión de Bomba Estática, g) Sintetizador de péptidos, h) Analizador elemental, i) Equipos de Absorción Atómica, j) Equipos de caracterización electroquímica, k) Diferentes tipos de calorímetros, l) Máquina Universal de Pruebas Mecánicas, m) Analizador dinamomecánico, n) Calorímetro Diferencial de Barrido, o) Cromatógrafo de Permeación en Gel, p) Microscopios Electrónicos de Barrido y de Transmisión, q) Espectrómetro de Plasma, r) Reactores de Polimerización de varios tipos, s) Reactores de materiales Sol-gel entre otros. Adicionalmente, se tiene un laboratorio de cómputo como apoyo a las investigaciones relacionadas con modelado y Química Teórica, se cuenta con varios procesadores especiales con software de métodos cuánticos y con estaciones de trabajo especiales. Se cuenta con una biblioteca especializada y con libros, bases de datos y colecciones de revistas periódicas especializadas que respaldan las áreas de investigación de interés en este doctorado.

## XVIII. CRITERIOS DE CALIDAD

Los elementos incluidos en la presente propuesta, que pueden ser considerados como criterios de calidad para la creación del programa de Doctorado en Ciencias en Química, son los siguientes:

1. *La valoración general del documento.* En el documento son presentados, en forma ordenada y explícita, los diferentes aspectos que deben ser cubiertos por los estudiantes, por el profesorado, por el plan de estudios y por el soporte en infraestructura científica; los cuales están enfocados en cumplir con los requisitos que exige el Conacyt para pertenecer al PNPC y por el Sistema Nacional de Investigadores para que los miembros de la planta académica que pertenecen al SNI continúen en dicho sistema.
2. *La operación del programa de posgrado.* La operación del programa de posgrado está diseñada para cumplir todos los estándares de un programa de doctorado de prestigio. Se tratará de cumplir con la misión de formar recursos humanos de calidad y de realizar investigación de alto nivel. Se pretende un ingreso de alumnos permanente, así como una excelente eficiencia terminal.
3. *El plan de estudios propuesto;* El plan propuesto es innovador en el área de las ciencias químicas. El conjunto de las líneas de investigación propuestas es única en el occidente del país.
4. *La evaluación del programa que pretende llevarse a cabo interna y externamente.* Se pretende realizar una autoevaluación en forma continua, además de cumplir con todos los criterios de calidad establecidos por el Conacyt.
5. *La planta académica propuesta;* Los profesores cuentan con doctorado y la mayoría son miembros del SNI. Se pretende tener una actualización continua de la planta docente, promoviendo movilidad e intercambio y formando redes académicas
6. *Número mínimo y máximo de alumnos.* Para un programa de doctorado es deseable que haya un ingreso continuo de alumnos, pero se desea una eficiencia terminal alta.
7. *Seguimiento de la trayectoria escolar de los estudiantes y egresados;* Se implementarán diferentes mecanismos para dar seguimiento a estudiantes vigentes en el programa y a todos los egresados.
8. *Los productos académicos de la planta docente.* La mayoría de los proyectos de investigación realizados dentro del programa deberán obtener productos de calidad, como publicación en congresos nacionales e internacionales, artículos en revistas arbitradas y patentes.
9. *La infraestructura con que se cuenta actualmente;* Se puede aseverar que con la infraestructura actual se pueden desarrollar de proyectos de investigación de calidad.
10. *La vinculación que pretende llevarse a cabo con otras instituciones de investigación (nacionales e internacionales) y con empresas privadas y gubernamentales.* El programa tiene contemplada la vinculación con empresas relacionadas con las líneas de investigación desarrolladas,

estableciendo convenios para resolver problemas en el ramo industrial.

11. *Los recursos financieros para la operación del programa que pueden potencialmente obtenerse mediante los vínculos con empresas privadas y gubernamentales, y particularmente, con las instituciones que apoyan el desarrollo de la investigación nacionales e internacionales.* El programa de Doctorado en Ciencias en Química está diseñando para que los participantes sean capaces de proponer proyectos de investigación vinculados con instituciones (privadas o gubernamentales) para conseguir recursos financieros y en infraestructura.

## **XIX. NÚMERO MÍNIMO Y MÁXIMO PARA APERTURA DE PROGRAMA**

Después de la aplicación de los exámenes y entrevistas, el número mínimo de alumnos de nuevo ingreso para aceptar durante la apertura de una convocatoria, será de 1 y el número máximo será de 20.

## **XX. RECURSOS FINANCIEROS PARA SU OPERACIÓN**

Está previsto que el programa de Doctorado en Ciencias en Química sea financiado en forma similar a como ha sido financiada la Maestría en Ciencias en Química. Por ello, a continuación se presenta, a modo de referencia, las fuentes de financiamiento que han permitido la operación programa de Maestría durante los últimos años.

- a) *Presupuesto Ordinario.* Este presupuesto tiene la característica de provenir de alguna dependencia de la Universidad de Guadalajara, destacando las fuentes siguientes:
  - i) Administración central de la Universidad de Guadalajara, a través de las convocatorias anuales enfocadas para apoyar la realización de investigación, ha apoyado tanto al posgrado como un conjunto (programa PROINPEP) como a los investigadores en específico (PRO-SNI).
  - ii) Del Centro Universitario, vía la Secretaría Académica, la cual, históricamente ha apoyado acciones específicas, principalmente en el área de movilidad estudiantil, mantenimiento, mobiliario y espacio físico. En el pasado ha ocurrido, y podría ocurrir en el futuro que, las cuotas de inscripción al programa fuesen recuperadas como recursos disponibles para financiar al posgrado.
  - iii) El Departamento de Química ha tenido como parte de su política el apoyar, en la medida de sus posibilidades, acciones específicas para el desarrollo de la investigación.
  - iv) El programa de posgrado ha recibido un presupuesto operativo, el cual, permite la operación básica del mismo y, al menos una parte, ha sido destinado a acciones específicas en apoyo a las investigaciones realizadas por los estudiantes.



- b) Apoyos Federales, a través del programa federal para el fortalecimiento institucional (proyectos PIFI) en apoyo a cuerpos académicos consolidados y en consolidación y/o en apoyo a posgrados reconocidos.
- c) Iniciativa Privada. Algunos de los profesores del posgrado tienen la posibilidad de participar en proyectos de tipo industrial de cierta relevancia. Así, se han establecido convenios de colaboración que han reportado recursos para la realización de las tesis de los estudiantes del posgrado.
- d) Proyectos científicos, financiados usualmente por CONACyT, COECyTJAL, PROMEP, ANUIES, SEP y diversas entidades gubernamentales; estos recursos son nuestra fuente mayoritaria de recursos.
- e) Proyectos científicos internacionales apoyados por instituciones tales como: ECOS, ANR- Programme Blanc International 2-, CYTED, UC-MEXUS y otros programas auspiciados por la Comunidad Económica Europea, Estados Unidos, Canadá, América latina etc.

Es importante mencionar que el Programa de Doctorado que se propone está soportado por personal docente adscrito a algún Departamento del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, por lo que los sueldos de los profesores y el personal administrativo están cubiertos. Así mismo, dado que está previsto que dicho posgrado opere en los mismos espacios que la Maestría en Ciencias en Química, los gastos operativos (e.g. teléfono, luz, agua, electricidad, etc.), serán cubiertos por las dependencias universitarias correspondientes.

## 11. Bibliografía

- [1] Inside Job. Documental. Película documental que narra las causas y los culpables de la crisis financiera del 2008. <http://elgrancine.com/2011/03/16/inside-job-documental/>. Consultado, 15 de diciembre de 2011.
- [2] International Business Times. Larga y profunda recuperación de la crisis mundial: FMI, Fondo Monetario Internacional. <http://mx.ibtimes.com/articles/20090416/caida-economia-mundial-fmi.htm>. Consultado en 22 noviembre de 2011.
- [3] Secretaría de Educación Pública. Comunicado 069. Gobierno de México. <http://www.sep.gob.mx/es/sep1/C0690510>. Consultado, 12 de Enero de 2012.
- [4] Universidad de Guadalajara. (2009). Plan de Desarrollo Institucional Visión 2030. Universidad de Guadalajara.
- [5] Reglamento General de Posgrados vigente, Artículos 21 y 23.
- [6] Anexos a la convocatoria PNPIC de Conacyt vigente.

# Anexo 1

**Mesa de trabajo "Creación del programa de doctorado en Química"**

**Propósito Principal: Analizar la pertinencia para crear el programa de doctorado en química**

**Sesión # 1**

**Participantes de la Mesa de Trabajo**

- 1.- Dr. Maximiliano Barcena Soto
- 2.- Dr. Eulogio Orozco Guareño
- 3.- Dr Luis Javier González Ortiz
- 4.- Dr. Roberto Flores Moreno
- 5.- Dra. Sara Angélica Cortes Llamas
- 6.- Dra. Ana Cristina Ramírez Anguiano
- 7.- Dr. Norberto Casillas Santana
- 8.- Dr. Eduardo Mendizábal Mijares
- 9.- Dr. Sergio Gómez Salazar
- 10.- Dra. Ana María Puebla
- 11.- Dr. Luis Guillermo Guerrero Ramírez
- 12.- Dr. Pedro Faustino Zarate del Valle

Fecha de la sesión: 11 de febrero del 2011

**Orden del día**

- 1.- Inicio y bienvenida a los integrantes del comité para analizar la creación del programa de doctorado en ciencias en química.
- 2.- Presentación de integrantes de mesa de trabajo.
- 3.- Análisis general para la creación del programa de Doctorado en Ciencias en Química.
- 4.- Asuntos varios.

Tema 1. Establecer el número total de créditos del Programa de Doctorado en Ciencias en Química.

Desarrollo de la sesión:

Se realizó un análisis para que la propuesta del doctorado esté dentro del intervalo de créditos requeridos en el Reglamento General de Posgrados para un Doctorado después de Maestría, entendiendo que por cada hora efectiva de actividad de aprendizaje se asignarán 0.0625 créditos.

Se trató de proponer que el programa esté dentro del intervalo de créditos aceptables por el Conacyt para un Doctorado con orientación a la investigación, y que aspira a pertenecer al PNPC con nivel consolidado. Fueron consultados el número de créditos totales en varios doctorados pertenecientes al PNPC en áreas de Química, Química Aplicada e Ingeniería Química.

Conclusiones:

Para establecer el número de créditos, se encontraron los resultados que se muestran en la tabla siguiente:

No.	Doctorado/Universidad o Instituto de investigación base	Número total de créditos	Área del conocimiento principal
1	Doctorado en Ingeniería Química/Universidad de Guadalajara	225	Ingeniería Química
2	Posgrado en Ciencias en IQ/Universidad Autónoma de San Luis Potosí	180	Ingeniería Química
3	Doctorado en Ciencias Químicas/Universidad de Colima	210	Química Ambiental y Procesamiento de materiales
4	Doctor en ciencias/ Universidad Autónoma Metropolitana	363	Fisicoquímica
5	Doctorado en Ciencias Químicas/Universidad Autónoma del Estado de México	260	Química Farmacéutica

Se decidió que el Doctorado debería tener un número de créditos entre 225 y 260.

Nombre	Firma	Nombre	Firma
Dr. Maximiliano Barcena Soto		Dra. Sara Angélica Cortes Llamas	Sara A Cortes U.
Dr. Eulogio Orozco Guareño		Dra. Ana Cristina Ramírez Anguiano	Ana Cristina Ramirez A.
Dr. Luis Javier González Ortiz		Dr. Norberto Casillas Santana	
Dr. Roberto Flores Moreno		Dr. Eduardo Mendizábal Mijares	Eduardo Mijares
Dr. Sergio Gómez Salazar		Dra. Ana María Puebla Pérez	
Dr. Luis Guillermo Guerrero Ramírez		Dr. Pedro Faustino Zarate del Valle	

**Mesa de trabajo "Creación del programa de doctorado en Química"**

**Propósito: Analizar reglamento vigente de la Universidad de Guadalajara para establecer áreas de formación del programa de Doctorado en Ciencias en Químico**

**Sesión # 2**

**Participantes de la Mesa de Trabajo**

- 1.- Dr. Maximiliano Barcena Soto
- 2.- Dr. Eulogio Orozco Guareño
- 3.- Dr. Luis Javier González Ortiz
- 4.- Dr. Roberto Flores Moreno
- 5.- Dra. Sara Angélica Cortes Llamas
- 6.- Dra. Ana Cristina Ramírez Anguiano
- 7.- Dr. Norberto Casillas Santana
- 8.- Dr. Eduardo Mendizábal Mijares
- 9.- Dr. Sergio Gómez Salazar
- 10.- Dra. Ana María Puebla Pérez
- 11.- Dr. Luis Guillermo Guerrero Ramírez
- 12.- Dr. Pedro Faustino Zarate del Valle

Fecha de la sesión: 07 de marzo del 2011

**Orden del día**

- 1.- Lectura y aprobación del acta anterior.
- 2.- Anailzar reglamento vigente de la Universidad de Guadalajara para establecer las áreas de formación del programa de doctorado.
- 3.-Asuntos varios.

**Desarrollo de la sesión:**

Se analizaron las áreas de formación atendiendo a las indicaciones del Reglamento General de Planes de Estudio de la Universidad de Guadalajara.

Se estudiará el balance entre el número de créditos relacionados con el proyecto de investigación

**Conclusiones:**

Se establecieron los créditos para las áreas de formación siguientes: a) Área de formación básica particular: 49 créditos, b) Área de formación especializante: 90 créditos, c) Área de formación optativa abierta: 90 créditos.

Se asignaron créditos al proyecto de investigación, el cual se acredita mediante un conjunto de 6 materias denominadas: Seminarios de Avance de Proyecto de investigación; una por cada semestre de duración nominal del programa de Doctorado. Se estableció un balance entre asignaturas del área de formación Básica particular y Optativa abierta, similar al que opera en la MCQ

Nombre	Firma	Nombre	Firma
Dr. Maximiliano Barcena Soto		Dra. Sara Angélica Cortes Llamas	Sara A. Cortes L.
Dr. Eulogio Orozco Guareño		Dra. Ana Cristina Ramírez Anguiano	Ana Cristina Ramírez
Dr Luis Javier González Ortiz		Dr. Norberto Casillas Santana	
Dr. Roberto Flores Moreno		Dr. Eduardo Mendizábal Mijares	Eduardo Mendizábal Mijares
Dr. Sergio Gómez Salazar		Dra. Ana María Puebla Pérez	
Dr. Luis Guillermo Guerrero Ramírez		Dr. Pedro Faustino Zarate del Valle	

**Mesa de trabajo "Creación del programa de doctorado en Química"**

**Propósito: Procedimiento para la revalidación de materias de la Maestría en Ciencias en Química y análisis del número de créditos de los seminarios de investigación en química**

*Sesión # 3*

**Participantes de la Mesa de Trabajo**

- 1.- Dr. Maximiliano Barcena Soto
- 2.- Dr. Eulogio Orozco Guareño
- 3.- Dr Luis Javier González Ortiz
- 4.- Dr. Roberto Flores Moreno
- 5.- Dra. Sara Angélica Cortes Llamas
- 6.- Dra. Ana Cristina Ramírez Anguiano
- 7.- Dr. Norberto Casillas Santana
- 8.- Dr. Eduardo Mendizábal Mijares
- 9.- Dr. Sergio Gómez Salazar
- 10.- Dra. Ana María Puebla Pérez
- 11.- Dr. Luis Guillermo Guerrero Ramírez
- 12.-Dr. Pedro Faustino Zarate del Valle

Fecha de la sesión: 11 de abril del 2011

- 1.- Lectura y aprobación del acta anterior.
- 2.- Análisis del procedimiento para la revalidación de las materias para alumnos egresados de la Maestría en Ciencias en Química y la forma en que se cursarán las asignaturas del programa
- 3.-Asuntos varios.

Desarrollo:

En forma de lluvia de ideas los integrantes de la mesa discutieron la revalidación de materias para estudiantes que ya han cursado una maestría. También se analizó la forma en que serán cursadas las asignaturas para las áreas de formación del posgrado.



Conclusiones:

Se estableció que en las áreas de formación Básico particular y Optativa abierta, sean cursadas asignaturas equivalentes en número de créditos a las existentes en la MCQ, y que además, en el área de formación Optativa abierta, puedan ser cursadas asignaturas de Doctorados PNPC vigentes en el CUCEI.

Se llegó al acuerdo, para que los alumnos cursarán cada semestre una materia de Seminario de Investigación en Química X (X: I, II, III, IV, V, VI), que será seriada con la inmediata anterior; dado que en la MCQ se tienen los Seminarios de Investigación en Química I, II y, III, con un número de créditos asignado de 7, el resto de los Seminarios de investigación (IV, V y VI), también tienen ese mismo número de créditos. Al igual que en la MCQ, dichos seminarios serán considerados dentro del área de formación optativa abierta.

El alumno deberá acreditar el número de asignaturas siguientes: a) Área de formación básica particular: 5 asignaturas, b) Área de formación especializante: 6 Seminarios de Avance de Proyecto de investigación, c) Área de formación optativa abierta: 6 Seminarios de Investigación en Química y 6 asignaturas a elegir de un listado de 21 materias.

Nombre	Firma	Nombre	Firma
Dr. Maximiliano Barcena Soto		Dra. Sara Angélica Cortes Llamas	Sara A. Cortes L.
Dr. Eulogio Orozco Guareño		Dra. Ana Cristina Ramírez Anguiano	Ana Cristina Ramírez
Dr Luis Javier González Ortiz		Dr. Norberto Casillas Santana	
Dr. Roberto Flores Moreno		Dr. Eduardo Mendizábal Mijares	Eduard Mijares
Dr. Sergio Gómez Salazar		Dra. Ana María Puebla Pérez	
Dr. Luis Guillermo Guerrero Ramírez		Dr. Pedro Faustino Zarate del Valle	

**Mesa de trabajo "Creación del programa de doctorado en Química"**

**Propósito: Analizar las asignaturas del programa de Doctorado en Ciencias en Química.**

**Sesión # 4**

**Participantes de la Mesa de Trabajo**

- 1.- Dr. Maximiliano Barcena Soto
- 2.- Dr. Eulogio Orozco Guareño
- 3.- Dr Luis Javier González Ortiz
- 4.- Dr. Roberto Flores Moreno
- 5.- Dra. Sara Angélica Cortes Llamas
- 6.- Dra. Ana Cristina Ramírez Anguiano
- 7.- Dr. Norberto Casillas Santana
- 8.- Dr. Eduardo Mendizábal Mijares
- 9.- Dr. Sergio Gómez Salazar
- 10.- Dra. Ana María Puebla Pérez
- 11.- Dr. Luis Guillermo Guerrero Ramírez
- 12.- Dr. Pedro Faustino Zarate del Valle

Fecha de la sesión: 09 de mayo del 2011

- 1.- Lectura y aprobación del acta anterior.
- 2.- Proposición de las asignaturas del programa de Doctorado.
- 3.-Asuntos varios.

**Desarrollo:**

Se discutió el establecimiento para la asignaturas que cursará el alumno sean acordes al desarrollo de su línea de investigación.

**Conclusiones:**

Se estableció un acuerdo para que se incluyan todas las asignaturas de la MCQ que sean acordes a las líneas de investigación que se pretenden desarrollar en el programa de Doctorado siendo estas: a) Físicoquímica, b) Química de Polímeros, c) Química Inorgánica, d) Química

Ambiental, e) Bioquímica y, f) Química Farmacéutica y de productos naturales. Se deben de incluir todas las asignaturas del Posgrado en Ingeniería Química de la Universidad de Guadalajara que sean acordes con las líneas de investigación que se pretenden desarrollar en el programa de Doctorado propuesto. Además, se deben incluir todas las asignaturas que los expertos en cada una de las áreas del posgrado, consideren pertinentes incluir. Se estableció que tanto en las asignaturas del área de formación básica particular, como en las del área de formación optativa abierta, exista un número suficiente de materias que garantice que el alumno pueda adquirir una formación orientada al área de la química que desee desarrollar en su tema de de tesis.

Se propuso un listado de 21 asignaturas que prodrán ser seleccionadas por el alumno.

Nombre	Firma	Nombre	Firma
Dr. Maximiliano Barcena Soto		Dra. Sara Angélica Cortes Llamas	Sara A. Cortes L.
Dr. Eulogio Orozco Guareño		Dra. Ana Cristina Ramírez Anguiano	Ana Cristina Ramirez
Dr Luis Javier González Ortiz		Dr. Norberto Casillas Santana	
Dr. Roberto Flores Moreno		Dr. Eduardo Mendizábal Mijares	Eduardo Mendizabal
Dr. Sergio Gómez Salazar		Dra. Ana María Puebla Pérez	
Dr. Luis Guillermo Guerrero Ramírez		Dr. Pedro Faustino Zarate del Valle	

**Mesa de trabajo "Creación del programa de doctorado en Química"**

**Propósito: Establecer los contenidos de las asignaturas del programa de Doctorado en Ciencias en Química.**

**Sesión # 5**

**Participantes de la Mesa de Trabajo**

- 1.- Dr. Maximiliano Barcena Soto
- 2.- Dr. Eulogio Orozco Guareño
- 3.- Dr Luis Javier González Ortiz
- 4.- Dr. Roberto Flores Moreno
- 5.- Dra. Sara Angélica Cortes Llamas
- 6.- Dra. Ana Cristina Ramírez Anguiano
- 7.- Dr. Norberto Casillas Santana
- 8.- Dr. Eduardo Mendizábal Mijares
- 9.- Dr. Sergio Gómez Salazar
- 10.- Dra. Ana María Puebla Pérez
- 11.- Dr. Luis Guillermo Guerrero Ramírez
- 12.- Dr. Pedro Faustino Zarate del Valle

Fecha de la sesión: 13 de junio del 2011

- 1.- Lectura y aprobación del acta anterior.
- 2.- Establecer un consenso para el contenido de las asignaturas del programa.
- 3.-Asuntos varios.


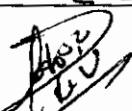
Desarrollo: Se realizó un análisis para establecer el contenido de las asignaturas del programa de Doctorado en Ciencias en Química.

**Conclusiones:**

Se estableció que las asignaturas del Doctorado sean impartidas actualmente en base a los establecido en la MCQ, y tendrán el mismo contenido temático, duración del curso y número de créditos. Se acordó que las asignaturas del Doctorado que sean impartidas actualmente en el Posgrado en Ingeniería Química, tendrán el mismo contenido temático, duración del curso y

número de créditos. Además, el contenido temático de las nuevas asignaturas que estén orientadas a cada una de las áreas de la Química, serán desarrolladas por mutuo acuerdo entre El Jefe del Departamento de Química, el Coordinador de la Maestría en Ciencias en Química, un coordinador del programa creado designado por el Jefe del Departamento, para que de seguimiento y continuidad al proceso de elaboración de la propuesta del Doctorado y al menos dos profesores miembros de la planta académica que desarrollen investigación en el área de la Química en la que se esté trabajando.

Se acordó que los cursos nuevos del área de formación Básica particular tendrán, en lo posible, 11 créditos, y que los cursos nuevos del área de formación Optativa abierta tendrán, en lo posible, 8 créditos, mas aún, la orientación de los nuevos cursos, en lo que respecta a la metodología de enseñanza y evaluación sera similar a la operante en la MCQ.

Nombre	Firma	Nombre	Firma
Dr. Maximiliano Barcena Soto		Dra. Sara Angélica Cortes Llamas	
Dr. Eulogio Orozco Guareño		Dra. Ana Cristina Ramírez Anguiano	
Dr. Luis Javier González Ortiz		Dr. Norberto Casillas Santana	
Dr. Roberto Flores Moreno		Dr. Eduardo Mendizábal Mijares	
Dr. Sergio Gómez Salazar		Dra. Ana María Puebla Pérez	
Dr. Luis Guillermo Guerrero Ramírez		Dr. Pedro Faustino Zarate del Valle	

## **Mesa de trabajo "Creación del programa de doctorado en Química"**

***Propósito: Establecer un criterio de calidad para que el proyecto de investigación desarrollado por el alumno del Doctorado en Ciencias en Química.***

*Sesión # 6*

### ***Participantes de la Mesa de Trabajo***

- 1.- Dr. Maximiliano Barcena Soto
- 2.- Dr. Eulogio Orozco Guareño
- 3.- Dr Luis Javier González Ortiz
- 4.- Dr. Roberto Flores Moreno
- 5.- Dra. Sara Angélica Cortes Llamas
- 6.- Dra. Ana Cristina Ramírez Anguiano
- 7.- Dr. Norberto Casillas Santana
- 8.- Dr. Eduardo Mendizábal Mijares
- 9.- Dr. Sergio Gómez Salazar
- 10.- Dra. Ana María Puebla Pérez
- 11.- Dr. Luis Guillermo Guerrero Ramírez
- 12.- Dr. Pedro Faustino Zarate del Valle

Fecha de la sesión: 11 de julio del 2011

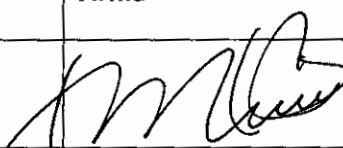
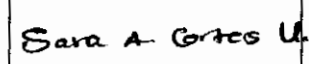

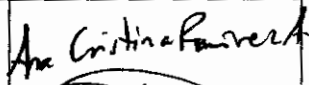

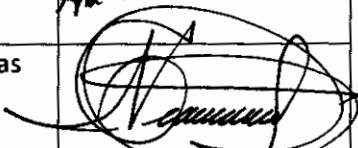
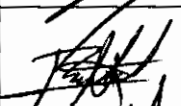

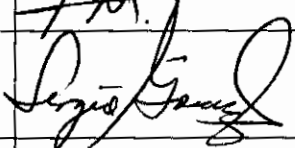


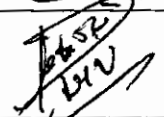
- 1.- Lectura y aprobación del acta anterior.
- 2.- Análisis de los criterios de calidad del proyecto de investigación a desarrollar por el alumno.
- 3.-Asuntos varios.

Desarrollo: Se realizó un análisis para establecer la calidad del proyecto de investigación realizado por el alumno adscrito al programa de Doctorado en Ciencias en Química. Este análisis se estableció en base a los criterios de calidad establecidos por la Universidad de Guadalajara y por organismos externos como el Conacyt.

Conclusiones:

Se estableció que el Conacyt considera como una producción científica aceptable para un alumno de doctorado, el publicar un artículo o tener aceptado un artículo en una revista internacional indizada. El artículo, para que tenga la calidad adecuada, deberá ser enviado a una de las revistas indexadas en el *Journal of Citation Reports*.

Se propuso que como requisito para la obtención del grado, el alumno sea autor de un artículo publicado o aceptado en una revista del *Journal of Citation Reports*, en el que estén incluidos todos o parte de los resultados reportados en su proyecto de tesis.

Nombre	Firma	Nombre	Firma
Dr. Maximiliano Barcena Soto		Dra. Sara Angélica Cortes Llamas	
Dr. Eulogio Orozco Guareño		Dra. Ana Cristina Ramírez Anguiano	
Dr. Luis Javier González Ortiz		Dr. Norberto Casillas Santana	
Dr. Roberto Flores Moreno		Dr. Eduardo Mendizábal Mijares	
Dr. Sergio Gómez Salazar		Dra. Ana María Puebla Pérez	
Dr. Luis Guillermo Guerrero Ramírez		Dr. Pedro Faustino Zarate del Valle	

## **Mesa de trabajo "Creación del programa de doctorado en Química"**

***Propósito: Realizar un análisis acerca del idioma en que se deben establecer los productos de los proyectos de investigación dentro del programa de doctorado .***

*Sesión # 7*

### ***Participantes de la Mesa de Trabajo***

- 1.- Dr. Maximiliano Barcena Soto
- 2.- Dr. Eulogio Orozco Guareño
- 3.- Dr Luis Javier González Ortiz
- 4.- Dr. Roberto Flores Moreno
- 5.- Dra. Sara Angélica Cortes Llamas
- 6.- Dra. Ana Cristina Ramírez Anguiano
- 7.- Dr. Norberto Casillas Santana
- 8.- Dr. Eduardo Mendizábal Mijares
- 9.- Dr. Sergio Gómez Salazar
- 10.- Dra. Ana María Puebla Pérez
- 11.- Dr. Luis Guillermo Guerrero Ramírez
- 12.- Dr. Pedro Faustino Zarate del Valle

Fecha de la sesión: 15 de agosto del 2011

- 1.- Lectura y aprobación del acta anterior.
- 2.- Análisis de idioma oficial para productos obtenidos de los proyectos de investigación.
- 3.-Asuntos varios.

Desarrollo: Se realizó una discusión acerca del idioma prioritario para las actividades e investigaciones dentro del programa de Doctorado en Ciencias en Química.

Conclusiones:

Se concluyo que el idioma establecido para las actividades científicas dentro del programa propuesto, es el inglés. Este idioma deberá ser dominado por el estudiante. Se analizó que durante su doctorado y al menos durante la parte inicial de su vida profesional, el egresado deberá



leer con fluidez textos científicos en inglés. Además, deberá tratar de comprobar tener un nivel lecto-comprensión y escritura aceptable.

Se requerirá de un puntaje mínimo en el examen TOEFL de 450 puntos.

Nombre	Firma	Nombre	Firma
Dr. Maximiliano Barcena Soto		Dra. Sara Angélica Cortes Llamas	Sara A. Cortes U.
Dr. Eulogio Orozco Guareño		Dra. Ana Cristina Ramírez Anguiano	Ana Cristina Ramirez A.
Dr Luis Javier González Ortiz		Dr. Norberto Casillas Santana	
Dr. Roberto Flores Moreno		Dr. Eduardo Mendizábal Mijares	
Dr. Sergio Gómez Salazar		Dra. Ana María Puebla Pérez	
Dr. Luis Guillermo Guerrero Ramírez		Dr. Pedro Faustino Zarate del Valle	

## **Mesa de trabajo "Creación del programa de doctorado en Química"**

**Propósito: Establecer criterios acerca la duración del programa de doctorado .**

*Sesión # 8*

### **Participantes de la Mesa de Trabajo**

- 1.- Dr. Maximiliano Barcena Soto
- 2.- Dr. Eulogio Orozco Guareño
- 3.- Dr Luis Javier González Ortiz
- 4.- Dr. Roberto Flores Moreno
- 5.- Dra. Sara Angélica Cortes Llamas
- 6.- Dra. Ana Cristina Ramírez Anguiano
- 7.- Dr. Norberto Casillas Santana
- 8.- Dr. Eduardo Mendizábal Mijares
- 9.- Dr. Sergio Gómez Salazar
- 10.- Dra. Ana María Puebla Pérez
- 11.- Dr. Luis Guillermo Guerrero Ramírez
- 12.- Dr. Pedro Faustino Zarate del Valle

Fecha de la sesión: 17 de octubre del 2011

- 1.- Lectura y aprobación del acta anterior.
- 2.- Análisis de la duración del programa de doctorado.
- 3.-Asuntos varios.

#### **Desarrollo:**

Se analizó con los expertos la duración del programa de Doctorado en Ciencias en Química. Se consideró que el Conacyt establece un criterio para evaluar la eficiencia terminal para un programa de doctorado de 48 meses más 6 meses para la obtención del grado. Además fue tomado en cuenta, que en el reglamento general de posgrados está establecido que: "el plazo máximo para obtener el grado correspondiente a un programa de Doctorado cursado, será de doce meses, una vez concluido el tiempo de duración del mismo establecido en el dictamen".

Conclusiones:

Con base a las diferentes opiniones discutidas, se estableció que a pesar de que hay consistencia entre las restricciones de Conacyt y Universitarias, en lo que respecta al tiempo máximo permisible para la titulación de un estudiante, se decidió que la duración del programa sea de ocho semestres.

Nombre	Firma	Nombre	Firma
Dr. Maximiliano Barcena Soto		Dra. Sara Angélica Cortes Llamas	
Dr. Eulogio Orozco Guareño		Dra. Ana Cristina Ramírez Anguiano	
Dr. Luis Javier González Ortiz		Dr. Norberto Casillas Santana	
Dr. Roberto Flores Moreno		Dr. Eduardo Mendizábal Mijares	
Dr. Sergio Gómez Salazar		Dra. Ana María Puebla Pérez	
Dr. Luis Guillermo Guerrero Ramírez		Dr. Pedro Faustino Zarate del Valle	

## **Mesa de trabajo “Creación del programa de doctorado en Química”**

**Propósito: Establecer la metodología curricular dentro del programa de Doctorado en Ciencias en Química.**

*Sesión # 9*

### **Participantes de la Mesa de Trabajo**

- 1.- Dr. Maximiliano Barcena Soto
- 2.- Dr. Eulogio Orozco Guareño
- 3.- Dr Luis Javier González Ortiz
- 4.- Dr. Roberto Flores Moreno
- 5.- Dra. Sara Angélica Cortes Llamas
- 6.- Dra. Ana Cristina Ramírez Anguiano
- 7.- Dr. Norberto Casillas Santana
- 8.- Dr. Eduardo Mendizábal Mijares
- 9.- Dr. Sergio Gómez Salazar
10. Dra. Ana María Puebla Pérez
11. Dr. Luis Guillermo Guerrero Ramírez
- 12.- Pedro Faustino Zarate del Valle

Fecha de la sesión: 14 de noviembre del 2011

- 1.- Lectura y aprobación del acta anterior.
- 2.- Proponer una guía para la trayectoria curricular específica del alumno dentro del programa de doctorado.
- 3.-Asuntos varios.

Desarrollo: Se analizó en detalle, la trayectoria curricular recomendada para el programa de Doctorado en Ciencias en Química. Se estableció que debe existir balance entre las actividades realizadas por el estudiante y aquellas que establece el Conacyt para mantenerse en el PNPC.

## Conclusiones:

Se establece que el programa académico del doctorado permita al estudiante un balance entre el trabajo relacionado con las asignaturas, actividades extraclase y lo correspondiente al proyecto de investigación. Se debe mantener un nivel de flexibilidad que permita al estudiante, en conjunto con su director de tesis, decidir su trayectoria académica específica. Se propone una guía flexible, como un criterio general que describa la trayectoria de un estudiante ideal en el posgrado.

Esta guía curricular, donde se proponen los lineamientos relativos a la trayectoria académica, se describen a continuación:

### 1<sup>er</sup> semestre.

a) Acreditar al menos dos materias del área de formación Básica particular (incluyendo aquellas cursadas en un su programa de maestría previo que puedan ser revalidadas y/o acreditadas en su equivalencia).

b) Acreditar al menos dos materias del área de formación Optativa abierta (incluyendo las que puedan ser revalidadas y/o acreditada su equivalencia)

c) Acreditar un Seminario de Investigación en Química, el cual se adicionará a los seminarios de investigación que pueda revalidar y/o acreditar su equivalencia.

d) Tener identificado el alcance y características generales del proyecto de investigación y haber iniciado la experimentación correspondiente.

### 2° semestre.

a) Al finalizar el semestre deberá tener acreditadas al menos 4 asignaturas del área de formación Básica particular y 4 asignaturas del área Optativa abierta.

b) Acreditar en este semestre un Seminario de Investigación en Química y un Seminario de avance de proyecto de investigación.

c) Tener un avance en la parte experimental de su proyecto de investigación de al menos 20%.

### 3<sup>er</sup> semestre.

a) Acreditar en este periodo un Seminario de Investigación en Química y un Seminario de avance de proyecto de investigación.

b) Tener un avance en la parte experimental de su proyecto de investigación de al menos 35%.

c) Presentar el examen predoctoral.

### 4° semestre.

a) En el caso de no haber acreditado los 6 Seminarios de Investigación en Química requeridos, acreditar en este semestre un Seminario de investigación en Química.

b) Acreditar un Seminario de avance de proyecto de investigación.

c) Tener un avance en la parte experimental de su proyecto de investigación de al menos 50%.

### 5° semestre

a) En el caso de no haber acreditado los 6 Seminarios de Investigación en Química requeridos, acreditar en este semestre un Seminario de investigación en Química.

## **Mesa de trabajo "Creación del programa de doctorado en Química"**

***Propósito: Establecer la metodología curricular dentro del programa de Doctorada en Ciencias en Química.***

*Sesión # 9*

### ***Participantes de la Mesa de Trabajo***

- 1.- Dr. Maximiliano Barcena Soto
- 2.- Dr. Eulogio Orozco Guareño
- 3.- Dr Luis Javier González Ortiz
- 4.- Dr. Roberto Flores Moreno
- 5.- Dra. Sara Angélica Cortes Llamas
- 6.- Dra. Ana Cristina Ramírez Anguiano
- 7.- Dr. Norberto Casillas Santana
- 8.- Dr. Eduardo Mendizábal Mijares
- 9.- Dr. Sergio Gómez Salazar
10. Dra. Ana María Puebla Pérez
11. Dr. Luis Guillermo Guerrero Ramírez
- 12.- Pedro Faustino Zarate del Valle

Fecha de la sesión: 14 de noviembre del 2011

- 1.- Lectura y aprobación del acta anterior.
- 2.- Proponer una guía para la trayectoria curricular específica del alumno dentro del programa de doctorado.
- 3.-Asuntos varios.

Desarrollo: Se analizó en detalle, la trayectoria curricular recomendada para el programa de Doctorado en Ciencias en Química. Se estableció que debe existir balance entre las actividades realizadas por el estudiante y aquellas que establece el Conacyt para mantenerse en el PNP.

## Conclusiones:

Se establece que el programa académico del doctorado permita al estudiante un balance entre el trabajo relacionado con las asignaturas, actividades extraclase y lo correspondiente al proyecto de investigación. Se debe mantener un nivel de flexibilidad que permita al estudiante, en conjunto con su director de tesis, decidir su trayectoria académica específica. Se propone una guía flexible, como un criterio general que describa la trayectoria de un estudiante ideal en el posgrado.

Esta guía curricular, donde se proponen los lineamientos relativos a la trayectoria académica, se describen a continuación:

### 1<sup>er</sup> semestre.

- a) Acreditar al menos dos materias del área de formación Básica particular (incluyendo aquellas cursadas en un su programa de maestría previo que puedan ser revalidadas y/o acreditadas en su equivalencia).
- b) Acreditar al menos dos materias del área de formación Optativa abierta (incluyendo las que puedan ser revalidadas y/o acreditada su equivalencia)
- c) Acreditar un Seminario de Investigación en Química, el cual se adicionará a los seminarios de investigación que pueda revalidar y/o acreditar su equivalencia.
- d) Tener identificado el alcance y características generales del proyecto de investigación y haber iniciado la experimentación correspondiente.

### 2<sup>o</sup> semestre.

- a) Al finalizar el semestre deberá tener acreditadas al menos 4 asignaturas del área de formación Básica particular y 4 asignaturas del área Optativa abierta.
- b) Acreditar en este semestre un Seminario de Investigación en Química y un Seminario de avance de proyecto de investigación.
- c) Tener un avance en la parte experimental de su proyecto de investigación de al menos 20%.

### 3<sup>er</sup> semestre.

- a) Acreditar en este periodo un Seminario de Investigación en Química y un Seminario de avance de proyecto de investigación.
- b) Tener un avance en la parte experimental de su proyecto de investigación de al menos 35%.
- c) Presentar el examen predoctoral.

### 4<sup>o</sup> semestre.

- a) En el caso de no haber acreditado los 6 Seminarios de Investigación en Química requeridos, acreditar en este semestre un Seminario de investigación en Química.
- b) Acreditar un Seminario de avance de proyecto de investigación.
- c) Tener un avance en la parte experimental de su proyecto de investigación de al menos 50%.

### 5<sup>o</sup> semestre

- a) En el caso de no haber acreditado los 6 Seminarios de Investigación en Química requeridos, acreditar en este semestre un Seminario de investigación en Química.

- b) Acreditar un Seminario de avance de proyecto de investigación.
- c) Tener un avance en la parte experimental de su proyecto de investigación de al menos 70%.

6° semestre

- a) En el caso de no haber acreditado los 6 Seminarios de Investigación en Química requeridos, acreditar en este semestre un Seminario de investigación en Química.
- b) Acreditar un Seminario de avance de proyecto de investigación.
- c) Tener un avance en la parte experimental de su proyecto de investigación de al menos 90%.
- d) Solicitar la publicación de un artículo científico en una revista listada en el Journal Citation Reports.

7° semestre

- a) Acreditar un Seminario de avance de proyecto de investigación.
- b) Finalizar la parte experimental de su proyecto de investigación.
- c) Escribir el documento de tesis.
- d) Presentar y aprobar el examen de grado.
- e) Tener aceptado o haber publicado un artículo científico en una revista listada en el Journal Citation Reports.
- f) Demostrar mediante el documento correspondiente el haber obtenido un puntaje superior a 450 puntos en el examen TOEFL.
- g) Haber realizado en tiempo y forma todos los trámites administrativos requeridos para obtener el grado.

Nombre	Firma	Nombre	Firma
Dr. Maximiliano Barcena Soto		Dra. Sara Angélica Cortes Llamas	
Dr. Eulogio Orozco Guareño		Dra. Ana Cristina Ramírez Anguiano	
Dr. Luis Javier González Ortiz		Dr. Norberto Casillas Santana	
Dr. Roberto Flores Moreno		Dr. Eduardo Mendizábal Mijares	
Dr. Sergio Gómez Salazar		Dra. Ana María Puebla Pérez	
Dr. Luis Guillermo Guerrero Ramírez		Dr. Pedro Faustino Zarate del Valle	



# Anexo 2

<b>NOMBRE DE LA MATERIA:</b>	<b><u>Termodinámica Química Avanzada</u></b>
<b>CÓDIGO DE LA MATERIA:</b>	<b>QM539</b>
<b>DEPARTAMENTO:</b>	<b>Química</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS TEORÍA:</b>	<b>85 horas</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE:</b>	<b>91 horas</b>
<b>TOTAL DE HORAS:</b>	<b>176 horas</b>
<b>NÚMERO DE CRÉDITOS:</b>	<b>11 créditos</b>
<b>NIVEL DE FORMACIÓN:</b>	<b>Posgrado</b>
<b>TIPO DE CURSO:</b>	<b>Presencial</b>
<b>PRERREQUISITOS:</b>	<b>Ninguno</b>

### **OBJETIVO GENERAL**

Que el alumno sea capaz de predecir el comportamiento de fases en equilibrio termodinámico para sistemas puros y mezclas. Además de que el alumno pueda establecer las relaciones entre las propiedades termodinámicas siguientes: P, T, V y composición.

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Proporcionar al estudiante los conceptos básicos de la termodinámica clásica para analizar energéticamente sistemas fisicoquímicos desde un punto de vista teórico-experimental.
- Capacitar al estudiante para que analice las propiedades fisicoquímicas microscópicas y posteriormente proponga modelos o explique situaciones de sistemas en equilibrio en función de sus propiedades microscópicas.
- Que el alumno posea la capacidad de raciocinio para analizar y conocer profundamente el sistema fisicoquímico que pretenda estudiar en su proyecto de investigación para discernir entre el comportamiento microscópico y el macroscópico.

### **DESCRIPCIÓN Y CONCEPTUALIZACIÓN DEL CURSO:**

El curso de Termodinámica Química Avanzada está diseñado para que el alumno sea capaz de conocer profundamente el comportamiento fisicoquímico de sistemas puros y mezclas de todo tipo. Primeramente se establecen las bases de la termodinámica clásica o macroscópica conociendo las funciones de estado y variables que influyen sobre su comportamiento macroscópico. Posteriormente ese conocimiento deberá ser aplicado a sistemas puros en función de sus fases en equilibrio, con lo cual se podrá analizar la manera de cómo están constituidas las mezclas y enfocar la atención a las propiedades químicas que provocan que una mezcla sea heterogénea o homogénea. Se analizará el comportamiento de las fases de estas mezclas y su aplicación común e industrial. Los conocimientos de esta asignatura podrán ser utilizados por el alumno en las actividades de investigación que lleven a cabo para saber como realizar un balance de la energía involucrada en una transformación sea física o química y como las variables presión, volumen y temperatura influyen y afectan a dicho sistema.

Además, el curso va acompañado de una serie de experimentos sencillos de laboratorio que refuerzan los conocimientos teóricos adquiridos.

## **CONTENIDO TEMÁTICO**

### **Capítulo 1.- Introducción (Materia en equilibrio) 6 hrs.**

- 1.1. El gas ideal y la teoría cinética.
- 1.2. El comportamiento gaseoso real y sus relaciones matemáticas.
- 1.3. Relaciones P-V-T y su comportamiento microscópico.

### **Capítulo 2.- Leyes de la Termodinámica 15 hrs.**

- 2.1. Temperatura y ley cero.
- 2.2. Balances, energía, trabajo, calor y primera ley.
- 2.3. Tipos de energía y sus transformaciones.
- 2.4. Interpretación estadística de la energía interna y su relación con el Universo.
- 2.5. Energía química (termoquímica) y sus aplicaciones.
- 2.6. Introducción a cambios de fase, atomización y formación.
- 2.7. Concepto de entropía y su relación microscópica y macroscópica
- 2.8. Aplicaciones de la segunda ley y su relación con espontaneidad.
- 2.9. Cero absoluto y tercera ley.

### **Capítulo 3.- Fuerzas intermoleculares y la teoría de estados correspondientes 9 hrs.**

- 3.1. Funciones de energía potencial
- 3.2. Fuerzas electrostáticas y otras fuerzas de atracción.
- 3.3. Fuerzas de Van Der Waals.
- 3.4. Polarizabilidad, dipolos y propiedades químicas.
- 3.5. Fuerzas intermoleculares entre moléculas no polares
- 3.6. Teoría molecular de estados correspondientes
- 3.7. Enlaces de hidrógeno.

### **Capítulo 4.- Propiedades termodinámicas a partir de datos volumétricos 10 hrs.**

- 4.1. Propiedades termodinámicas generales, fugacidad y actividad
- 4.2. Fugacidad en gases y su relación entre líquidos y sólidos
- 4.3. Energía libre y potencial químico
- 4.4. Equilibrio de fase a partir de propiedades volumétricas.

### **Capítulo 5.- Equilibrio de fases de un componente 15 hrs.**

- 5.1. Regla de fases de Gibbs para sistemas aplicados.
- 5.2. Fugacidad, energía libre y actividad de un componente puro.
- 5.3. Diagramas de fase tridimensionales P-V-T.
- 5.4. Ecuaciones de Classius, Antoine y otras para el comportamiento P-T.

### **Capítulo 6.- Equilibrios de fases de mezclas 25 hrs.**

- 6.1. Funciones en exceso, cantidades molares parciales y coeficientes de actividad de funciones de exceso en mezclas binarias.
- 6.2. Actividad y potencial químico de mezclas. Soluciones ideales y reales.
- 6.3. Funciones en exceso y miscibilidad parcial
- 6.4. Soluciones de no-electrolitos
- 6.5. Soluciones de electrolitos
- 6.6. Diagramas de fase para soluciones de componentes volátiles.
- 6.7. Mezclas de gases en líquidos y efectos de presión y temperatura en solubilidad de gases.
- 6.8. Distribución de solutos sólidos entre dos líquidos inmiscibles
- 6.9. Sistemas de tres componentes y diagramas triangulares
- 6.10. Sistemas de mezclas complejas
- 6.11. Aplicaciones.

### **BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

Prausnitz, J. M. *Molecular Thermodynamics of Fluid-Phase Equilibria*, Prentice Hall International, Series In Physical and Chemical Engineering Sciences, New Jersey, 1969.

I. N. Levine, *Quantum Chemistry*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 4th edition, 1991.

Berry R.S.; Rice S.A. & Ross J., *Physical Chemistry*. John Wiley & sons. 1980.

D. A. McQuarrie, *Statistical Mechanics*. Harper Collins Publishers, New York, NY, 1973.

*Lange's Chemical Handbook 5<sup>th</sup> Ed.* Mc Graw Hill book Co., 1985.

Cox J.D. & Pilcher G. *Thermochemistry of Organic and Organometallic Compounds*. Academic Press, London. 1970.

Rossini F.D. : Editor, *Experimental Thermochemistry, Vol I.* Wiley, New York, 1956.

### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA**

Artículos y publicaciones en revistas especializadas de interés en algún tópico particular en termodinámica.

### **MODALIDADES DEL PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE**

- 1) Exposición oral del profesor con apoyo de material audiovisual
- 2) Realización de dos exámenes parciales y uno final
- 3) Realización de experimentos de laboratorio
- 4) Discusión de artículos de interés relacionados con los diferentes tópicos de termodinámica en clase.

### **CONOCIMIENTOS APTITUDES Y CAPACIDADES QUE EL ALUMNO DEBERÁ ADQUIRIR**

Al terminar el curso el alumno habrá adquirido los conocimientos que le permitan predecir el comportamiento de fases en equilibrio termodinámico tanto de sistemas puros como de mezclas, además de establecer las interrelaciones entre las propiedades termodinámicas y la modificación de variables P, T, V y composición.

Los conocimientos de esta asignatura podrán ser utilizados por el alumno en las actividades profesionales tales como manejo de materiales, síntesis de materiales, predicción del comportamiento de sistemas en equilibrio y todas aquellas actividades en las que sea requerido el manejo de propiedades termodinámicas. Obtendrá un criterio mas amplio para poder investigar y analizar desde un punto de vista termodinámico todo sistema que involucre transformaciones de energía y su optimización.

#### **MODALIDADES DE EVALUACION.**

Exámenes parciales	40 %
Exámenes sorpresa	10 %
Trabajos y tareas	10 %
Proyecto final	20 %
Examen final	20 %

#### **PERFIL ACADÉMICO SUGERIDO PARA EL DOCENTE:**

Un profesor con conocimientos amplios en docencia e investigación dentro del campo de la termodinámica teórica y experimental, además de grado de Doctorado.

<b>NOMBRE DE LA MATERIA:</b>	<b>Química Cuántica y Estadística</b>
<b>CÓDIGO DE LA MATERIA:</b>	<b>QM561</b>
<b>DEPARTAMENTO:</b>	<b>Química</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS TEORÍA:</b>	<b>85 horas</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE:</b>	<b>91 horas</b>
<b>TOTAL DE HORAS:</b>	<b>176 horas</b>
<b>NÚMERO DE CRÉDITOS:</b>	<b>11 créditos</b>
<b>NIVEL DE FORMACIÓN:</b>	<b>Posgrado</b>
<b>TIPO DE CURSO:</b>	<b>Presencial</b>
<b>PRERREQUISITOS:</b>	<b>Álgebra lineal</b>

### **OBJETIVO GENERAL**

Que el alumno sea capaz de analizar la importancia de la mecánica cuántica y estadística para la predicción teórica de propiedades microscópicas de las moléculas y átomos, para tener las herramientas suficientes para interpretar propiedades macroscópicas de la materia.

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

- d) Proporcionar al estudiante los conceptos básicos de la mecánica cuántica y estadística para analizar sistemas químicos desde un punto de vista teórico-experimental.
- e) Capacitar al estudiante en la utilización de programas computacionales basados en métodos teóricos de primeros principios (*ab-initio*) y otros clásicos para la predicción de propiedades fisicoquímicas de la materia.
- f) Analizar sistemas aplicados, principalmente relacionados con una investigación afín a la especialidad del estudiante para que sea capaz de discernir entre el comportamiento microscópico del sistema y las posibles aplicaciones macroscópicas.

### **DESCRIPCIÓN Y CONCEPTUALIZACIÓN DEL CURSO:**

El curso de Mecánica Cuántica y Estadística se encuentra destinado a la especialización en el área de la Físicoquímica aplicada en Química Teórica de los estudiantes de Posgrado en Química. Mediante este curso, el alumno es capaz de analizar la descripción de la materia a nivel microscópico, además de discutir los conceptos y postulados de la mecánica cuántica y estadística. Al terminar el curso el alumno habrá adquirido los conocimientos que le permitan conocer y analizar todos los aspectos microscópicos del comportamiento de la materia desde el punto de vista de la mecánica cuántica y estadística. Aplicará los conocimientos adquiridos sobre programas computacionales que predicen propiedades energéticas y termodinámicas de moléculas y átomos. Los conocimientos de esta asignatura podrán ser utilizados por el alumno en las actividades profesionales siguientes: Química teórica, predicción de propiedades termodinámicas, energéticas y espectros, análisis de la estructura química de moléculas.

El curso va acompañado además de una serie de experimentos sencillos de laboratorio que refuerzan los conocimientos teóricos adquiridos. En general el alumno será capaz de aplicar los conocimientos adquiridos para leer, entender y aplicar conceptos de química teórica y cuántica publicados en revistas especializadas y participar en proyectos de investigación.

## CONTENIDO TEMÁTICO

### **Capítulo 1.- Repaso de Álgebra lineal 12 hrs.**

- 1.1. La motivación para estudiar la mecánica cuántica y estadística
- 1.2. Vectores, Matrices y Determinantes
- 1.3. El problema de Valores Propios (eigenvalores y eigenfunciones)
- 1.4. Teoría de operadores y funciones matriciales.

### **Capítulo 2.- La ecuación Schrödinger 3 hrs.**

- 2.1. La ecuación Schrödinger independiente del tiempo
- 2.2. La ecuación Schrödinger dependiente del tiempo

### **Capítulo 3.- Postulados de la mecánica cuántica 9 hrs.**

- 3.1. Principales postulados de la mecánica cuántica
- 3.2. Implicaciones de los postulados de la mecánica cuántica

### **Capítulo 4.- Soluciones de problemas algebraicos 16 hrs.**

- 4.1. La partícula en la caja
- 4.2. El oscilador armónico
- 4.3. El rotor rígido
- 4.4. El átomo de hidrogeno
- 4.5. Aproximación para el átomo de helio
- 4.6. El Hamiltoniano molecular
- 4.7 Problema de eigenvalores electrónico y la naturaleza de funciones de onda.

### **Capítulo 5.- Introducción a la mecánica estadística 10 hrs.**

- 5.1. La mecánica estadística y su importancia
- 5.2. Ensamblés canónicos y otros ensambles

### **Capítulo 6.- Métodos estadísticos 4 hrs.**

- 6.1. Estadísticas de Boltzmann
- 6.2. Estadísticas de Fermi-Dirac y Bose-Einstein.
- 6.3. Los gases ideales.
- 6.4. Estadística cuántica y la matriz de densidad.

### **Capítulo 7.- Aplicaciones 10 hrs.**

- 7.1. Métodos de la química teórica
- 7.2. Funcionales de la densidad
- 7.3. Uso de programas computacionales

## **BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

- I. N. Levine, *Quantum Chemistry*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 4th edition, 1991.
- D. A. McQuarrie, *Quantum Chemistry*. University Science Books, Mill Valley, CA, 1983
- D. A. McQuarrie, *Statistical Mechanics*. Harper Collins Publishers, New York, NY, 1973.
- A. Szabo and N. S. Ostlund, *Modern Quantum Chemistry: Introduction to Advanced Electronic Structure Theory*. McGraw-Hill, New York, 1989.

## **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA**

Artículos y publicaciones en revistas especializadas de interés en algún tópico particular.

## **MODALIDADES DEL PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE**

- 5) Exposición oral del profesor con apoyo de material audiovisual
- 6) Realización de dos exámenes parciales y uno final
- 7) Realización de experimentos de laboratorio
- 8) Discusión de artículos de interés relacionados con los diferentes tópicos de mecánica estadística, cuántica y química teórica en clase.

## **CONOCIMIENTOS APTITUDES Y CAPACIDADES QUE EL ALUMNO DEBERÁ ADQUIRIR**

El alumno será capaz de leer y entender literatura especializada en el área de la química teórica aplicada a sistemas químicos. Analizará aspectos microscópicos de la materia desde el punto de vista de la mecánica cuántica y estadística, además de saber la utilización de programas computacionales que predicen propiedades energéticas y termodinámicas de moléculas y átomos.

## **MODALIDADES DE EVALUACION.**

Exámenes parciales y final, tareas, discusión de artículos técnicos, reportes de laboratorio, participación en clase de acuerdo al siguiente porcentaje.

Exámenes	50 %
Prácticas	30 %
Tareas	20 %
Artículos	10 %

## **PERFIL ACADÉMICO SUGERIDO PARA EL DOCENTE:**

Un profesor con conocimientos de fisicoquímica, química cuántica y mecánica estadística que cuente de preferencia con experiencia en investigación y grado de Doctorado.



<b>NOMBRE DE LA MATERIA:</b>	<b><u>BIOQUIMICA DEL METABOLISMO DE BACTERIAS Y ARQUEOBACTERIAS</u></b>
<b>CÓDIGO DE LA MATERIA:</b>	<b>QM562</b>
<b>DEPARTAMENTO:</b>	<b>Química</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS TEORÍA:</b>	<b>68</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE:</b>	<b>60</b>
<b>TOTAL DE HORAS:</b>	<b>128 horas</b>
<b>NÚMERO DE CRÉDITOS:</b>	<b>8 créditos</b>
<b>NIVEL DE FORMACIÓN:</b>	<b>Posgrado</b>
<b>TIPO DE CURSO:</b>	<b>Curso</b>
<b>PRERREQUISITOS:</b>	<b>Ninguno</b>

### **OBJETIVO GENERAL**

Entender los conceptos fundamentales del metabolismo de bacterias y arqueobacterias que le permiten a estos organismos adaptarse a diferentes ambientes, obtener energía química y conocer sus aplicaciones biotecnológicas.

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

- g) Que el alumno comprenda las vías metabólicas para la generación de energía química y para la producción de compuestos de interés biotecnológico de las bacterias y arqueobacterias.
- h) Que el alumno comprenda las modificaciones en la estructura de las macromoléculas biológicas de las bacterias y arqueobacterias, que les permiten adaptarse a condiciones ambientales extremas.
- i) Capacitar al estudiante en el análisis de la literatura científica actualizada del metabolismo de bacterias y arqueobacterias.
- j) Que el alumno comprenda los métodos de investigación empleados para dilucidar el metabolismo de las bacterias y arqueobacterias.

### **DESCRIPCIÓN Y CONCEPTUALIZACIÓN DEL CURSO:**

El curso de Metabolismo de bacterias y arqueobacterias está orientado a estudiantes de Posgrado en Química, Ingeniería Química, y carreras afines, con interés en Bioquímica. En este curso se discuten detalladamente los aspectos metabólicos que le permiten a estos microorganismos su adaptación exitosa a diferentes condiciones extremas, tales como temperaturas superiores a los 100 °C, temperaturas cercanas al punto de congelación del agua o condiciones extremas de pH y salinidad. Además de conocer las aplicaciones biotecnológicas de estos microorganismos. El curso se complementa con experimentos de laboratorio que refuerzan los conocimientos teóricos adquiridos. Lo que redundará en conocimientos suficientes por parte del

estudiante para leer, entender y aplicar los conceptos del metabolismo bacteriano publicados en revistas científicas especializadas y participar en proyectos de investigación.

### **CONTENIDO TEMÁTICO**

<b>UNIDAD 1</b>	<b>Clasificación sistemática de bacterias</b>	<b>(10 horas)</b>
1.1	Introducción a la clasificación, nomenclatura e identificación	
1.2	Criterios de clasificación. Comité Internacional de Bacteriología Sistemática. Taxonomía numérica, fundamentos y métodos. Taxonomía molecular	
1.3	Dominios Eucarya, Archaea y Bacteria	
1.4	Estructura y función de la célula bacteriana	
1.5	Métodos de estudio del metabolismo de bacterias y arqueobacterias	
<b>UNIDAD 2</b>	<b>Extremófilos</b>	
2.2	Características generales de las Arqueobacterias	<b>(8 horas)</b>
2.3	Halófilos extremos: halofilia. Bacteriorrodopsina de Halobacterium.	
2.4	Metanógenos: producción de metano	
2.5	Termófilos e Hipertermófilos	
2.6	Acidofilos	
<b>UNIDAD 3</b>	<b>Fotótrofos</b>	<b>(6 horas)</b>
3.1	Introducción. Tipos de fototrofia bacteriana. Análisis comparativo de sistemas fotosintéticos	
3.2	Grupos taxonómicos fotótrofos	
3.3	Cianobacterias: Características generales. Taxonomía del grupo. Cianobacterias marinas y de ambientes hipersalinos. Cianobacterias planctónicas formadoras de vacuolas de gas	
3.4	Fotosintéticos simbiotes. Bacterias rojas. Bacterias verdes. Características diferenciativas y ecológicas.	
<b>UNIDAD 4</b>	<b>Quimiolitótrofos</b>	<b>(14 horas)</b>
4.1	Introducción. Bacterias quimiolitótrofas. Aislamiento y cultivo	
4.2	Sustratos oxidables. Transporte de electrones. Obtención de ATP y poder reductor.	
4.3	Consideraciones energéticas. Importancia ecológica y biotecnológica.	
<b>UNIDAD 5</b>	<b>Bioluminiscencia</b>	<b>(14 horas)</b>
5.1	Introducción. Bacterias bioluminiscentes. Características generales, hábitat y distribución.	
5.2	Bioquímica de la bioluminiscencia	
5.3	Fisiología y regulación genética de la bioluminiscencia.	
5.4	Función ecológica. Aplicaciones	
<b>UNIDAD 6</b>	<b>Fijación de nitrógeno</b>	<b>(14 horas)</b>

6.1	bacterias nitrificadoras. Fijación libre y simbiótica. Importancia ecológica y agrícola	
6.2	Bioquímica y genética de la nitrificación	
6.3	Abonos nitrogenados de origen microbiano	
6.4	Producción de inoculantes	
6.5	Aplicaciones biotecnológicas	
<b>UNIDAD 7</b>	<b>Adaptaciones metabólicas en bacterias y arqueobacterias a ambientes extremos</b>	(20 horas)
7.1	Modificaciones en los lípidos y carbohidratos estructurales	
7.2	Modificaciones en la estructura de las enzimas y ácidos nucleicos	
7.3	Modificaciones en las proteínas citoplasmáticas y membranales	

## BIBLIOGRAFIA

1. Balows, A., Truper, H.G., Dworkin, M., Harder, W., & Schleifer (Eds). 1991. The Prokaryotes: A Handbook on the Biology of Bacteria, Ecophysiology, Isolation, Identifications. 2ª edición. Springer-Verlag. New York.
2. Madigan, Martinko & Parker, 1998. Brock Biología de los Microorganismos. 8ª edición. Prentice-Hall.
3. Norman R. Pace (2001) The universal nature of biochemistry. PNAS January 30, vol. 98, 805–808.
4. Norman R. Pace (1997) A Molecular View of Microbial Diversity and the Biosphere. SCIENCE VOL. 276: 734-740.
5. E. G. Nisbet y N. H. (2001) The habitat and nature of early life. NATURE. 409,1083-1091.
6. Ernst Schonbrunn, Susanne Eschenburg, Wendy A. Shuttleworth, John V. Schloss, Nikolaus Amrhein, Jeremy N. S. Evans, and Wolfgang Kabsch Interaction of the herbicide glyphosate with its target enzyme 5-enolpyruvylshikimate 3-phosphate synthase in atomic detail.
7. Lynn J. Rothschild & Rocco L. Mancinelli (2001) Life in extreme environments NATURE 409, 1092-1001
8. Robert A. Zierenberg, Michael W. W. Adams, y Alissa (2000) J Life in extreme environments: Hydrothermal vents. PNAS 21, 12961–12962.
9. Edward J. Carpenter, Senjie Lin, Y Douglas G. Capone (2000) Bacterial Activity in South Pole Snow. Applied And Environmental Microbiology. 66: 4514–4517.
10. Sherry M. Carty, Kodangattil R. Sreekumar, and Christian R. H. Raetz (1999) Effect of Cold Shock on Lipid A Biosynthesis in Escherichia coli. The Journal of Biological Chemistry Vol. 274, No. 14, 9677–9685.

11. Harald Huber, Karl O. (1998) Stetter Hyperthermophiles and their possible potential in biotechnology *Journal of Biotechnology* 64, 39–52.
12. Ricardo Cavicchioli, Khawar S Siddiqui, David Andrews and Kevin R Sowers. (2002). Low-temperature extremophiles and their applications *Current Opinion in Biotechnology* 13:1-9.
13. Mark L. Skidmore, Julia M. Foght y Martin J. Sharp (2000) Microbial Life beneath a High Arctic Glacier. *Applied and Environmental Microbiology*. 66, 3214–3220
14. Deana D. Martin, Rose A. Ciulla y Mary F. Roberts (1999). Osmoadaptation in Archaea *Applied and Environmental Microbiology*. 65, 1815–1825.
15. Thermophilic and halophilic extremophiles Michael T Madigan y Aharon Oren. (1999) *Current Opinion in Microbiology*, 2:265–269
16. Caulet, Alexandre Ghazi y Gilbert Richarme (1999) Thermoprotection by glycine betaine and choline Teresa Caldas, Nathalie Demont- *Microbiology* 145, 2543-2548
17. Pedro Lamosa, Anthony Burke, Ralf Peist, Robert Huber, Ming-Y. Liu, Gabriela Silva, Claudina Rodrigues-pousada, Jean Legall, Christopher Maycock, y Helena Santos (2000) Thermostabilization of Proteins by Diglycerol Phosphate, a New Compatible Solute from the Hyperthermophile *Archaeoglobus fulgidus* *APPLIED AND Environmental Microbiology*. 66, 1974–1979

#### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA**

1. Artículos científicos publicados en revistas como el *Journal of Biological Chemistry*, *Journal of Bacteriology*, *Nature*, *Science* y en otras revistas especializadas de interés en los tópicos tratados en el curso.

#### **MODALIDADES DEL PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE**

- 9) Exposición oral del profesor con apoyo de material audiovisual
- 10) Realización de dos exámenes parciales y uno final
- 11) Realización de experimentos de laboratorio
- 12) Discusión de artículos de interés relacionados con los diferentes tópicos del metabolismo bacteriano en clase.

#### **CONOCIMIENTOS APTITUDES Y CAPACIDADES QUE EL ALUMNO DEBERÁ ADQUIRIR**

El alumno será capaz de leer y entender literatura especializada en el área del Metabolismo de bacterias y arqueobacterias. El alumno podrá utilizar los conocimientos adquiridos en el curso para generar proyectos de investigación básica y aplicada, además de poder participar eficientemente en la docencia.

#### **MODALIDADES DE EVALUACION.**

Exámenes parciales y final, tareas, discusión de artículos técnicos, reportes de laboratorio, participación en clase de acuerdo al siguiente porcentaje.

Exámenes	40%
Prácticas	30%
Tareas	20%
Revisión de artículos	10%

**PERFIL ACADÉMICO SUGERIDO PARA EL DOCENTE:**

Un profesor con conocimientos del metabolismo bacteriano que cuente con experiencia en investigación del metabolismo bacteriano y tenga el grado de Doctor en Ciencias.

<b>NOMBRE DE LA MATERIA:</b>	<b>Cinética Química Avanzada</b>
<b>CÓDIGO DE LA MATERIA:</b>	<b>QM547</b>
<b>DEPARTAMENTO:</b>	<b>Química</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS TEORÍA:</b>	<b>85</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS TRABAJO:</b>	<b>91</b>
<b>INDEPENDIENTE:</b>	
<b>TOTAL DE HORAS:</b>	<b>176 horas</b>
<b>NÚMERO DE CRÉDITOS:</b>	<b>11</b>
<b>NIVEL DE FORMACIÓN:</b>	<b>Posgrado</b>
<b>TIPO DE CURSO:</b>	<b>Presencial</b>
<b>PRERREQUISITOS:</b>	<b>Ninguno</b>

### **OBJETIVO GENERAL**

Que el alumno comprenda las leyes que rigen la velocidad de las reacciones químicas y sea capaz de aplicar las a la predicción del comportamiento en sistemas químicos con mecanismos complejos.

### **CONTENIDO TEMÁTICO**

<b>Capítulo 1. Introducción a la cinética química</b>	<b>(6 hrs)</b>
1.1. Mecanismos de reacción	
1.2. Velocidades de reacción	
<b>Capítulo 2. Ley de velocidad</b>	<b>(8 hrs)</b>
2.1. Principio de acción de masas y leyes de velocidad de reacciones elementales	
2.2. Reacciones de primer orden	
2.3. Reacciones de segundo orden	
2.4. Reacciones de tercer orden	
2.5. Predicciones de las leyes de velocidad para mecanismos asumidos	
<b>Capítulo 3. Métodos experimentales en cinética química</b>	<b>(10 hrs)</b>
3.1. Medición de la velocidad	
3.2. Determinación del orden de la reacción	
3.3. Determinación de la energía de activación	
3.4. Constantes de velocidad de reacciones elementales	
<b>Capítulo 4. Mecanismos de reacción y ley de velocidad</b>	<b>(10 hrs)</b>
4.1. Reacciones paralelas	
4.2. Reacciones en serie (primer orden)	
4.3. Reacciones complejas	
<b>Capítulo 6 Dependencia con la temperatura</b>	<b>(6 hrs)</b>
6.1. Teoría del estado de transición	
<b>Capítulo 7. Aplicación a casos particulares.</b>	<b>(40 hrs)</b>

- 7.1. Cinética de la polimerización mediante radicales libres
- 7.2. Cinética de la producción de HBr a partir de Br<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>
- 7.3. Cinética Enzimática
  - a) Cinética de Michaelis-Menten
  - b) Activación Interfacial de la fosfolipasa A<sub>2</sub>
- 7.4. Reacción: H<sub>2</sub> + I<sub>2</sub> = 2HI
- 7.5. Reacción: H<sub>3</sub>AsO<sub>3</sub> + I<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O = H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub> + 3I<sup>-</sup> + 2H<sup>+</sup>
- 7.6. Reacción de Rice y Herzfelds
- 7.7. Producción de agua a partir de sus componentes gaseosos.
- 7.8 Otras reacciones de interés

### **BIBLIOGRAFÍA:**

- 1.- W.C. Gardiner Jr, "Rates and Mechanisms of Chemical Reactions", Edit. W. A., Benjamin, Inc.
- 2.- Ignacio Tinoco Jr., Kenneth Sauer, James C. Wang, Fisicoquímica, (principios y aplicaciones en las ciencias Biológicas), Editorial Prentice/Hall International
- 3.- S. W. Benson "The foundations of Chemical Kinetics", McGraw-Hill, N. Y.
- 4.- G. Odian, "Principles of Polymerization", Third Ed. John Wiley & Sons, U.S., (1991).
- 5.- G. W. Castellan, "Fisicoquímica", Addison-Wesley Iberoamericana, México D.F., (1988).
- 6.- F. Vojtech Fried, H. F. Hamerka, U. Blukis, "Physical Chemistry", MacMillan Publishing Co., Inc. (1977).

### **CONOCIMIENTOS, APTITUDES Y CAPACIDADES QUE EL ALUMNO DEBERÁ ADQUIRIR**

Al terminar el curso el alumno habrá adquirido los conocimientos base que le permitan predecir el comportamiento cinético de una reacción real, con tal de que conozca el mecanismo y, en algunos casos podrá, a partir de información cinética, predecir el mecanismo. Los conocimientos de esta asignatura podrán ser utilizados por el alumno en las actividades profesionales relacionadas con la síntesis química. Así mismo, aunque ésta asignatura es optativa, los conocimientos adquiridos puedan ser aplicados durante la realización de su tesis de investigación en cualquiera de las áreas que ofrece el posgrado.

### **MODALIDADES DE EVALUACIÓN:**

Tipo de actividad	Aportación porcentual a la calificación
Exámenes parciales	40
Exámenes sorpresa	10
Trabajos y tareas	15

**PERFIL ACADÉMICO DEL DOCENTE**

Un profesor con conocimientos de Cinética Química que cuente con experiencia en investigación y grado de Doctorado.



<b>NOMBRE DE LA MATERIA:</b>	<b>Química Orgánica Avanzada I</b>
<b>CODIGO DE LA MATERIA:</b>	<b>QM537</b>
<b>DEPARTAMENTO:</b>	<b>Química</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS DE TEORIA:</b>	<b>85 horas</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS DE TRABAJO:</b>	
<b>INDEPENDIENTE:</b>	<b>91 horas</b>
<b>TOTAL DE HORAS:</b>	<b>176 horas</b>
<b>NUMERO DE CREDITOS:</b>	<b>11 créditos</b>
<b>NIVEL DE FORMACION:</b>	<b>Posgrado</b>
<b>TIPO DE CURSO:</b>	<b>Presencial</b>
<b>PRERREQUISITOS:</b>	<b>Ninguno</b>

#### **OBJETIVO GENERAL:**

El alumno será capaz de discutir los conceptos fundamentales de la teoría del orbital molecular, conceptos modernos de carbaniones, sustitución electrofílica aromática, estereoquímica de algunas reacciones orgánicas, así como entenderá la teoría de las reacciones pericíclicas. También se enseñarán conceptos cinéticos, termodinámicos y análisis conformacional de las reacciones orgánicas.

#### **OBJETIVOS PARTICULARES:**

- El estudiante de esta materia aprenderá los conceptos modernos de las diferentes teorías de la química orgánica, tales como: Teoría del orbital Molecular vs. Teoría de la Valencia.
- El alumno tendrá la capacidad de entender literatura especializada en el área de la química orgánica.
- El estudiante de este curso tendrá la capacidad de proponer mecanismos lógicos para algunas reacciones orgánicas y entender los mecanismos conocidos de las reacciones orgánicas.
- Este curso tratará de abrir el panorama de la química orgánica, para interesar los alumnos del posgrado en la especialidad de química orgánica cinética y otras ramas afines a la química orgánica.

#### **DESCRIPCION DEL CURSO:**

El curso de Química Orgánica I se orienta hacia los estudiantes del Posgrado en Química y lo podrán tomar estudiantes de las carreras de Química, Ingeniería Química y carreras afines. El curso tratará de conceptos avanzados y modernos en mecanismos de la Química Orgánica y Síntesis Orgánicas.

#### **CONTENIDO TEMÁTICO**

#### UNIDAD 1. Carbaniones. (4 Hrs.)

- 1.1 Generación de carbaniones por medio de desprotonación.
- 1.2 Regio-selectividad y estereo-selectividad en la formación de enolatos.
- 1.3 Otras formas de generación de enolatos.
- 1.4 Alquilación de enolatos.
- 1.5 Generación y alquilación de dianiones.
- 1.6 Efecto del medio en la alquilación de enolatos.
- 1.7 Alquilación del oxígeno vs. carbón.
- 1.8 Alquilación de aldehídos, ésteres, amidas y nitrilos.
- 1.9 Los análogos de los enoles y enolatos en el nitrógeno-Enaminas y aniones de las iminas.
- 1.10 Alquilación conjugada de compuestos insaturados. Adición de Michael.

#### UNIDAD 2. Reacciones de carbonos nucleofílicos con grupos carbonilos. (8 Hrs)

- 2.1 Reacciones aldólicas de adición y condensación.
  - 2.1.1 Mecanismo general.
  - 2.1.2 Reacciones aldólicas mezcladas con aldehídos aromáticos.
  - 2.1.3 Control regio-químico y estereo-químico de las condensaciones aldólicas mezcladas de aldehídos alifáticos y cetonas.
  - 2.1.4 Reacciones aldólicas intramoleculares y la anulación de Robinson.
- 2.2 Reacciones de adición de iminas y iones iminium.
  - 2.2.1 Reacción de Mannich.
  - 2.2.2 Reacciones de condensación catalizadas por aminas.
- 2.3 Acilación de carbaniones.
- 2.4 La reacción de Wittig y reacciones que emplean carbaniones estabilizados por Fosforo.
- 2.5 Reacciones de compuestos carbonílicos con carbaniones alfa-trimetilsilil.
- 2.6 Haluros de Azufre y nucleófilos relacionados.
- 2.7 Adición-ciclización nucleofílica.

#### UNIDAD 3. Interconversión de grupos funcionales por medio de sustitución (8Hrs) Nucleofílica.

- 3.1 Conversión de alcoholes a agentes alquilantes.
  - 3.1 Esteres sulfonados.
- 3.2 Haluros.
  - 3.2 Introducción de grupos funcionales por medio de sustitución en un carbón saturado.
    - 3.2.1 Efectos generales del solvente.
    - 3.2.2 Nitrilos.
    - 3.2.3 Azidas.
    - 3.2.4 Nucleófilos del oxígeno.
    - 3.2.5 Nucleófilos del Nitrógeno.
    - 3.2.6 Nucleófilos del azufre.
    - 3.2.7 Nucleófilos del Fósforo.
    - 3.2.8 Resumen de la sustitución nucleofílica en un carbón saturado.
- 3.3 Rompimiento nucleofílico de enlaces oxígeno-carbón en éteres y ésteres.

3.4 Interconversión de derivados de ácidos carboxílicos.

3.4.1 Preparación de reactivos para acilaciones.

3.4.2 Preparación de ésteres.

3.4.3 Preparación de amidas.

UNIDAD 4. Adición electrofílica a enlaces múltiples carbono-carbono. (4Hrs.)

4.1 Adición de haluros de hidrógeno.

4.2 Adición de hidruros seguida de la adición de oxígeno nucleofílico.

4.3 Oximercuración.

4.4 Adición de halógenos a alquenos.

4.5 Reactivos electrofílicos de selenio y azufre.

4.6 Adición de otros reactivos electrofílicos.

4.7 Substitución electrofílica alfa al grupo carbonilo.

4.8 Adiciones a alenos y alquinos.

4.9 Adición a las dobles ligaduras usando reactivos organo-borados.

4.9.1 Hidroboración.

4.9.2 Reacciones de organoboranos.

4.9.3 Hidroboración enantioselectiva.

4.9.4 Hidroboración de Alquinos.

UNIDAD 5. Reducción de carbonilos y otros grupos funcionales. (12Hrs.)

5.1 Adición de hidrógeno.

5.1.1 Hidrogenación catalítica.

5.1.2 Otros reactivos que transfieren hidrógeno.

5.2 Reactivos donadores del grupo 111.

5.2.1 Reducción de compuestos carbonílicos.

5.2.2 Estereoselectividad de la reducción con hidruros.

5.2.3 Reducción de otros grupos funcionales con donadores de hidruro.

5.3 Donadores de hidruro que pertenecen al grupo N.

5.4 Donadores de átomos de hidrógeno.

5.5 Reducción con metales disueltos.

5.5.1 Adición de hidrógeno.

5.5.2 Remoción reductiva de grupos funcionales.

5.5.3 Formación reductiva de enlaces carbono-carbono.

5.6 Desoxigenación reductiva de grupos carbonilos.

5.7 Eliminación reductiva y fragmentación.

UNIDAD 6. Cicloadiciones, rearrreglos unimoleculares y eliminaciones térmicas. (14Hrs)

6.1 Reacciones de cicloadición.

6.1.1 Reacción de Diels-Alder: Características generales.

6.1.2 Reacción de Diels-Alder: Dienófilos.

6.1.3 Reacción de Diels-Alder dienos.

6.1.4 Reacciones de Diels-Alder asimétricas.

6.1.5 Reacciones intramoleculares de Diels-Alder.

6.2. Reacciones dipolares de cicloadición.

6.3 Reacciones de cicloadición [2+2] y otras reacciones para obtener

ciclobuteno.

6.4 Reacciones de cicloadición fotoquímicas.

6.5 Rearreglos sigmatrópicos [3,3].

6.5.1 Rearreglo de Cope.

6.5.2 Rearreglo de Claisen.

6.6 Rearreglos sigmatrópicos [2,3].

6.7 Reacción "ene"

6.8 Reacciones de eliminación térmicas unimoleculares.

6.8.1 Eliminación queleotrópica.

6.8.2 Descomposición de compuestos aza cíclicos.

6.8.3 Eliminación beta donde participan estados de transición cíclicos.

UNIDAD 7. Compuestos organometálicos del grupo I, II y III. (4 Hrs.)

7.1 Preparaciones y propiedades.

7.2 Reacciones de los compuestos organo-litio y organo-magnesio,

7.2.1 Reacciones con compuestos alquilantes.

7.2.2 Reacciones con compuestos carbonílicos.

7.3 Reacciones de derivados de los metales del grupo 1Wy 11m.

7.3.1 Reacciones de compuestos de organo-zinc.

7.3.2 Compuestos de organo-cadmio.

7.3.3 Compuestos de organo-mercurio.

7.3.4 Compuestos de organo-indio.

7.4 Compuestos organo-lantánidos.

UNIDAD 8. Reacciones formadoras de enlaces carbón-carbón usando boro, silicio (6Hrs.) y estaño.

8.1 Compuesto organo-borados.

8.1.1 Síntesis de organoboranos.

8.1.2 Reacciones para formar enlaces C-C con organo-boranos.

8.2 Compuestos de organo-silícicos.

8.2.1 Síntesis de organo-silanos.

8.2.2 Reacciones formadoras de enlaces C-C con organo-silanos.

8.3 Compuestos organo-estánicos.

8.3.1 Síntesis de organo-estاناتos.

8.3.2 Formación de enlaces C-C.

UNIDAD 9. Reacciones de sustitución aromática. (4 Hrs.)

9.1 Reacciones de sustitución electrofílica aromática.

9.1.1 Nitración.

9.1.2 Halogenación.

9.1.3 Halogenación y acilación de Friedels-Crafts.

9.1.4 Metalación Electrofílica.

9.2 Sustitución nucleofílica aromática.

9.2.1 Iones diazoni -arílicos como intermediarios sintéticos.

9.2.2 Sustitución por medio del mecanismo adición-eliminación.

9.2.3 Sustitución por medio del mecanismo eliminación-sustitución.

- 9.2.4 Reacciones catalizadas por metales de transición.
- 9.3 Reacciones de sustitución aromática por medio de radicales libres.
- 9.4 Sustitución por medio del mecanismo SRN1

#### **BIBLIOGRAFIA**

- 1.- Advanced Organic Chemistry Part B  
Francis A. Carey and Richard J. Sundberg 4 th edition  
Cuarta Edición Kluwer Academic/ Plenum Publishers.
- 2.- Advanced Organic Chemistry  
Jerry March and Michael B. Smith 4 th edition  
Mcgraw Hill 4 th edition
- 3.- Some modern methods of organic synthesis fourth ed.  
W. Carruthers Cambridge University Press.  
Fourth edition.
- 4.- Organic Stereochemistry  
Ernest E. Eliel and Samuel H. Wilen  
1 st. Edition John Wiley.
- 5.- Advanced Organic Chemistry.  
Bernard Miller, second edition  
Prentice Hall.

#### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA**

- 1.- Artículos y publicaciones en revistas especializadas.

#### **MODALIDADES DEL PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE**

- 1.- Exposición del profesor, usando algunas veces, apoyos audiovisuales.
- 2.- Tres exámenes parciales y uno final.
- 3.- Revisión de cátedras enseñadas en otras universidades.

#### **CONOCIMIENTOS, APTITUDES Y CAPACIDADES QUE EL ALUMNO DEBERÁ ADQUIRIR**

Al terminar el curso el alumno habrá adquirido los conocimientos básicos que le permitirán proponer mecanismos sintéticos de reacciones modernas y clásicas.

Los conocimientos de esta asignatura podrán ser utilizados por el alumno en las actividades profesionales siguientes: Síntesis Orgánicas de nuevos compuestos, Investigación en Química Orgánica y espectroscopia. Así mismo, dado el carácter general de ésta asignatura, el estudiante podrá utilizar los conocimientos adquiridos durante la realización de su tesis de investigación en cualquiera de las áreas que ofrece este posgrado.

### **MODALIDADES DE EVALUACIÓN:**

Tipo de actividad	Aportación porcentual a la calificación
Exámenes parciales	55
Exámenes sorpresa	10
Participación en clase	5
Presentaciones en clase	5
Trabajos y tareas	5
Examen final	20

### **PERFIL ACADÉMICO SUGERIDO PARA EL DOCENTE**

Un profesor con conocimientos de Química Orgánica que cuente de preferencia con experiencia en investigación y grado de Doctorado.

<b>NOMBRE DE LA MATERIA:</b>	<b>Química Orgánica Avanzada II</b>
<b>CÓDIGO DE LA MATERIA:</b>	<b>QM542</b>
<b>DEPARTAMENTO:</b>	<b>Química</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS TEORÍA:</b>	<b>68</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS TRABAJO INDEPENDIENTE:</b>	<b>60</b>
<b>TOTAL DE HORAS:</b>	<b>128 hrs</b>
<b>NÚMERO DE CRÉDITOS:</b>	<b>8 créditos</b>
<b>NIVEL DE FORMACIÓN:</b>	<b>Posgrado</b>
<b>TIPO DE CURSO:</b>	<b>Curso</b>
<b>PRERREQUISITOS:</b>	<b>Ninguno</b>

#### **OBJETIVO GENERAL:**

El estudiante podrá proponer estudios cinéticos y termodinámicos para los estudios mecanísticos. También será capaz de distinguir entre las dos teorías principales del enlace, En química orgánica, es decir la Teoría de la Valencia y del Orbital Molecular.

#### **OBJETIVOS PARTICULARES:**

- El estudiante de este curso aprenderá propuestas modernas de algunos Mecanismos y teorías actuales para explicarlos.
- El alumno estará obligado a entender y leer literatura especializada en el tema.
- El alumno será capaz de proponer mecanismos para las diferentes reacciones Explicadas.

#### **DESCRIPCION Y CONCEPTUALIZACIÓN DEL CURSO**

El curso de química orgánica avanzada n estará orientado a estudiantes del posgrado en química y podrá ser tomado por alumnos de los posgrados en Ingeniería Química y Química Farmacéutica.

#### **CONTENIDO TEMÁTICO**

##### **1.- ESTRUCTURA Y ENLACE QUÍMICO.**

- Descripción de los Enlaces en la Teoría de la Valencia.
- Energía de Enlace, Polaridad y Polanzabilidad.
- Teoría del Orbital Molecular y su Metodología.
- Teoría del Orbital Molecular de Hückel.
- Aplicaciones Cuantitativas de la Teoría del Orbital Molecular a la Reactividad.
- Interacción entre los Sistemas Pi y Sigma - Hiperconjugación.
- Otras Descripciones Cuantitativas de la Estructura Molecular.

## 2.-PRINCIPIOS DE ESTEREOQUÍMICA.

- 2.1 Relación Enantiomérica.
- 2.2 Relación Diastereomérica.
- 2.3 Relación Proquiral.

## 3- EFECTOS CONFORMACIONALES, ESTÉRICOS Y ELECTRÓNICOS.

- 3.1 Tensión y Mecánica Molecular.
- 3.2 Conformación de las Moléculas Acíclicas.
- 3.3 Conformación de los Derivados del Ciclohexano.
- 3.4 Anillos Carbocíclicos fuera de los Anillos de Seis Miembros.
- 3.5 Efecto de los Heteroátomos en el Equilibrio Conformacional.
- 3.6 Efecto Anomérico.
- 3.7 Efecto Conformacional en la Reactividad.
- 3.8 Tensión de Angulo y su efecto en la Reactividad.
- 3.9 Relación entre el Tamaño del Anillo y la Velocidad de la Ciclización.
- 3.10 Efectos Torcionales y Estereoelectrónicos en la Reactividad.

## 4.- DESCRIPCIÓN y ESTUDIO DE LOS MECANISMOS EN LAS REACCIONES ORGÁNICAS.

- 4.1 Datos Termodinámicos.
- 4.2 Datos Cinéticos.
- 4.3 Efectos de los Sustituyentes y Relaciones Lineales de la Energía Libre.
- 4.4 Mecanismos Básicos. Control Termodinámico vs. Cinético.
- 4.5 Efectos Isotópicos.
- 4.6 Caracterización de los Intermediarios de las Reacciones.
- 4.7 Efecto del Solvente.
- 4.8 Catálisis de los Ácidos y Bases de Bronsted y Lewis.
- 4.9 Estereoquímica.

## 5.-SUBSTITUCIÓN NUCLEOFÍLICA.

- 5.1 Casos Limitantes. Substitución por Mecanismos de Ionización (SN1).
- 5.2 Casos Limitantes. Substitución por Mecanismos de Desplazamiento Directo (SN2).
- 5.3 Descripción Detallada Directa de los Mecanismos entre SN1 y SN2.
- 5.4. Carbocationes.
- 5.5 Efectos del Solvente en la Nucleofilicidad.
- 5.6 Efecto del Grupo Saliente.
- 5.7 Efectos Estéricos y de la Tensión en la Substitución y Ionización.
- 5.8 Efectos de la Conjugación en la Reactividad.
- 5.9 Estereoquímica de la Substitución Nucleofílica.
- 5.10 Participación del Grupo Vecinal.
- 5.11 Mecanismos de Rearreglos Carbocatiónicos.
- 5.11 Mecanismos del Norbornil y otros Iones No-Clásicos.

## 6.- ADICIONES POLARES Y REACCIONES DE ELIMINACIÓN.

- 6.1 Adición de Ácidos Hidrácidos a los Alquenos.



## 2.-PRINCIPIOS DE ESTEREOQUÍMICA.

- 2.1 Relación Enantiomérica.
- 2.2 Relación Diastereomérica.
- 2.3 Relación Proquiral.

## 3- EFECTOS CONFORMACIONALES, ESTÉRICOS Y ELECTRÓNICOS.

- 3.1 Tensión y Mecánica Molecular.
- 3.2 Conformación de las Moléculas Acíclicas.
- 3.3 Conformación de los Derivados del Ciclohexano.
- 3.4 Anillos Carbocíclicos fuera de los Anillos de Seis Miembros.
- 3.5 Efecto de los Heteroátomos en el Equilibrio Conformacional.
- 3.6 Efecto Anomérico.
- 3.7 Efecto Conformacional en la Reactividad.
- 3.8 Tensión de Angulo y su efecto en la Reactividad.
- 3.9 Relación entre el Tamaño del Anillo y la Velocidad de la Ciclización.
- 3.10 Efectos Torcionales y Estereoelectrónicos en la Reactividad.

## 4.- DESCRIPCIÓN y ESTUDIO DE LOS MECANISMOS EN LAS REACCIONES ORGÁNICAS.

- 4.1 Datos Termodinámicos.
- 4.2 Datos Cinéticos.
- 4.3 Efectos de los Substituyentes y Relaciones Lineales de la Energía Libre.
- 4.4 Mecanismos Básicos. Control Termodinámico vs. Cinético.
- 4.5 Efectos Isotópicos.
- 4.6 Caracterización de los Intermediarios de las Reacciones.
- 4.7 Efecto del Solvente.
- 4.8 Catálisis de los Ácidos y Bases de Bronsted y Lewis.
- 4.9 Estereoquímica.

## 5.-SUBSTITUCIÓN NUCLEOFÍLICA.

- 5.1 Casos Limitantes. Substitución por Mecanismos de Ionización (SN1).
- 5.2 Casos Limitantes. Substitución por Mecanismos de Desplazamiento Directo (SN2).
- 5.3 Descripción Detallada Directa de los Mecanismos entre SN1 y SN2.
- 5.4. Carbocationes.
- 5.5 Efectos del Solvente en la Nucleofilicidad.
- 5.6 Efecto del Grupo Saliente.
- 5.7 Efectos Estéricos y de la Tensión en la Substitución y Ionización.
- 5.8 Efectos de la Conjugación en la Reactividad.
- 5.9 Estereoquímica de la Substitución Nucleofílica.
- 5.10 Participación del Grupo Vecinal.
- 5.11 Mecanismos de Rearreglos Carbocatiónicos.
- 5.11 Mecanismos del Norbornil y otros Iones No-Clásicos.

## 6.- ADICIONES POLARES Y REACCIONES DE ELIMINACIÓN.

- 6.1 Adición de Ácidos Hidrácidos a los Alquenos.

- 6.2 Adición Hidrácida Catalizada y Relaciones de Adición Relacionadas.
- 6.3 Adición de Halógenos.
- 6.4 Adición Electrófila con Iones Metálicos.
- 6.5 Los Mecanismos Tipo E1, E2 Y E1cb.
- 6.6 Regioquímica y Estereoquímica de las Reacciones de Eliminación.
- 6.7 Deshidratación de Alcoholes.
- 6.8 Eliminación donde no Participan Enlaces Hidrógeno.

#### 7.-CARBANIONES y OTRAS ESPECIES NUCLEOFÍLICAS.

- 7.1 Acidez de los Hidrocarburos.
- 7.2 Carbaniones Estabilizados por Grupos Funcionales.
- 7.3 Enoles y Enaminas. .
- 7.4 Carbaniones y Nucleófilos en Reacciones Bimoleculares (SN2).

#### 8.-REACCIONES DE COMPUESTOS CARBONÍLICOS.

- 8.1 Hidratación y Adición de Alcoholes a Aldehídos y Cetonas.
- 8.2 Reacciones de Adición Eliminación de Cetonas y Aldehídos.
- 8.3 Adición de Carbones Nucleofílicos a Grupos Carbonílicos.
- 8.4 Reactividad de Compuestos Carbonílicos hacia la Adición.
- 8.5 Hidrólisis de Esteres.
- 8.6 Aminólisis de Esteres.
- 8.7 Hidrólisis de Amidas.
- 8.8 Acilación de los Grupos del Oxígeno y Nitrógeno Nucleofílicos.
- 8.9 Catálisis Intramolecular.

#### 9.-AROMATICIDAD y SUBSTITUCIÓN AROMÁTICA.

- 9.1 Concepto de Aromaticidad: Anulenos, Aromaticidad en Anillos Cargados.
- 9.2 Homoaromaticidad, Sistemas de Anillos Fucionados y Heterocíclicos.
- 9.3 Reacciones de Substitución Electrófila Aromática.
- 9.4 Reacciones de Compuestos Policíclicos Heteroaromáticos.
- 9.5 Mecanismos Específicos de Substitución Electrófila Aromática. Nitración, Halogenación, Protonación e Intercambio de Hidrógeno, Alquilación y Acilación de Friedel-Crafts y Reacciones Relacionadas.
- 9.6 Acoplamiento con Sales de Diazonio.
- 9.7 Substitución Nucleofílica Aromática por Medio de los Mecanismos de Adición Eliminación y Eliminación Adición.

#### 10.-REACCIONES PERICÍCLICAS CONCERTADAS.

- 10.1 Reacciones Electrocíclicas.
- 10.2 Rearreglos Sigmatrópicos.
- 10.3 Reacciones de Cicloadición.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

T. H. Lowry and K. S. Richardson, *Mechanisms and Theory in Organic Chemistry* (3rd Edition), Harper and Row 1987.

N.S. Isaacs, Physical Organic Chemistry, Longmans, 1995.  
F. A: Carey and R.A. Sundberg, Advanced Organic Chemistry ( 3rd Edition), Plenum 2002 esp. Part A.  
F .A. Carroll Perspectives on structure and Mechanisms in Organic Chemistry, Brooks-Cole 1988.  
Adams Jacobs , Understanding Organic Reactions Mechanism in Organic Chemistry Cambridge University Press,200 1.

### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA**

1.- Artículos y publicaciones en revistas especializadas.

### **MODALIDADES DEL PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE**

- 1.- Exposición del profesor, usando algunas veces, apoyos audiovisuales.
- 2.- Tres exámenes parciales y uno final.
- 3.- Revisión de cátedras enseñadas en otras universidades.

### **CONOCIMIENTOS, APTITUDES Y CAPACIDADES QUE EL ALUMNO DEBERÁ ADQUIRIR**

Al terminar el curso el alumno habrá adquirido los conocimientos básicos que le permitirán proponer mecanismos sintéticos de reacciones modernas y clásicas. Los conocimientos de esta asignatura podrán ser utilizados por el alumno en las actividades profesionales siguientes: Síntesis Orgánicas de nuevos compuestos, Investigación en Química Orgánica y espectroscopia. Así mismo, dado el carácter general de ésta asignatura, el estudiante podrá utilizar los conocimientos adquiridos durante la realización de su tesis de investigación en cualquiera de las áreas que ofrece este posgrado.

### **MODALIDADES DE EVALUACIÓN:**

Tipo de actividad	Aportación porcentual a la calificación
Exámenes parciales	55
Exámenes sorpresa	10
Participación en clase	5
Presentaciones en clase	5
Trabajos y tareas	5
Examen final	20

### **PERFIL ACADÉMICO SUGERIDO PARA EL DOCENTE**

Un profesor con conocimientos de Química Orgánica que cuente de preferencia con experiencia en investigación y grado de Doctorado

<b>NOMBRE DE LA MATERIA:</b>	<b>Síntesis Orgánica Avanzada</b>
<b>CODIGO DE LA MATERIA:</b>	<b>QM564</b>
<b>DEPARTAMENTO:</b>	<b>Química</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS DE TEORIA:</b>	<b>68</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS DE TRABAJO:</b>	
<b>INDEPENDIENTE:</b>	<b>60</b>
<b>TOTAL DE HORAS:</b>	<b>128</b>
<b>NUMERO DE CREDITOS:</b>	<b>8</b>
<b>NIVEL DE FORMACION:</b>	<b>Posgrado</b>
<b>TIPO DE CURSO:</b>	<b>Presencial</b>
<b>PRERREQUISITOS:</b>	<b>Ninguno</b>

#### **OBJETIVO GENERAL:**

El alumno será capaz de proponer síntesis de compuestos complejos, usando la metodología moderna de síntesis orgánicas. El alumno comprenderá síntesis publicadas en la literatura periódica. El alumno también estará al tanto de los avances modernos y reactivos nuevos, usados en síntesis orgánicas.

#### **OBJETIVOS PARTICULARES:**

- a) El estudiante de este curso aprenderá la metodología moderna y actual, usada en síntesis orgánicas.
- b) El alumno podrá leer literatura especializada del tema.
- c) El estudiante de este curso, también será capaz de proponer mecanismos lógicos de algunas de las reacciones en síntesis orgánicas.
- d) El curso ayudará al alumno a proponer síntesis modernas en orgánica

#### **DESCRIPCION DEL CURSO:**

El curso de Síntesis Orgánicas se orientará a estudiantes de Posgrado en Química, pero lo podrán tomar alumnos del Posgrado en Ingeniería Química y otros posgrados afines, así como alumnos avanzados de dichas carreras.

#### **CONTENIDO TEMÁTICO**

##### **1 RETROSINTESIS, ESTEREOQUIMICA Y ANALISIS CONFORMACIONAL.**

- 1.1 Introducción.
- 1.2 Desconexiones.
- 1.3 Sintones.
- 1.4 Estereoquímica.
- 1.5 Análisis Conformacional.

##### **2. ACIDOS Y BASES, REACCIONES DE GRUPOS FUNCIONALES.**

- 2.1 Ácidos y Bases

- 2.2 Ácidos de Lewis.
- 2.3 Teoría de los ácidos y bases duros/blandos.
- 2.4 Teoría HSBA y Teoría del Orbital Molecular.
- 2.5 Adición a acilos, Adición y Substitución Conjugado.
- 2.6 Características de las Reacciones con Nucleófilos.
- 2.7 Reacciones de Substitución.
- 2.8 Substituciones con Halógenos.
- 2.9 Reacciones de Eliminación.
- 2.10 Reacciones de Adición.
- 2.11 Reacciones de Substitución Aromáticas.

### 3. OXIDACIÓN

- 3.1 Alcoholes a Carbonilos.
- 3.2 Formación de Fenoles y Quinonas.
- 3.3 Conversión de Alquenos a Epóxidos.
- 3.4 Conversión de Alquenos a Dioles.
- 3.5 Baeyer Villiger (RCOR' a RCO<sub>2</sub>R' ).
- 3.6 Rompimiento Oxidativo de Dobles enlaces (C=C a C=O, y O=C)
- 3.7 Oxidación de Fragmentos de Alquilos y Alquenilos ( CH a C=O o C-OH )
- 3.8 Oxidación de Azufre, Selenio y Nitrógeno.

### 4. REDUCCIÓN.

- 4.1 Reducción con Hidruros Metálicos.
- 4.2 Agentes Reductores de Alkoxi Aluminio.
- 4.2 Reducción con Borohidruros.
- 4.3 Alcoxi y Alquilborohidruros.
- 4.4 Hidruros de Boro y Aluminio y sus Derivados.
- 4.5 Estereoselectividad y Reducción con Hidruros.
- 4.6 Hidrogenación Catalítica.
- 4.7 Reducción con Metales Disueltos.
- 4.8 Agentes Reductores que son No-metálicos. ..

### 5. HIDROBORACIÓN.

- 5.1 Preparación de Alquil y Alquenil Boranos.
- 5.2 Transformaciones Sintéticas.
- 5.3 Transformaciones que dan Grupos Funcionales que Contienen Oxígeno.
- 5.4 Síntesis de Aminas y Sulfuros vía Hidroboración.

### 6. FORMACIÓN DE ANILLOS CON ESTEREOCONTROL

- 6.1 Uso de Estereocontrol en la Síntesis de Compuestos Acíclicos.
- 6.2 Control Estereoquímico en la Síntesis de Sistemas Cíclicos.
- 6.3 Efectos del Grupo Vecino y Efectos de Quelación.
- 6.4 Estereocontrol acíclico vía Precursores Cíclicos.
- 6.5 Reacciones de Formación de Anillos.

### 7. GRUPOS PROTECTORES DE GRUPOS FUNCIONALES.

- 7.1 Cuándo se necesitan los Grupos Funcionales?
- 7.2 Grupos Protectores para Alcoholes, Carbonilos y Aminas.

## 8. PRODUCTOS DE DESCONEXIÓN: ESPECIES NUCLEOFÍLICAS QUE FORMAN ENLACES CARBONO-CARBONO.

- 8.1 Cianuros
- 8.2 Aniones Alquino.
- 8.3 Reactivos de Grignard.
- 8.4 Reactivos de Litio.
- 8.5 Carbaniones Estabilizados de Azufre y Umpulung.
- 8.6 Reactivos de Organocobre.
- 8.7 Duros.
- 8.8 Otros Carbaniones Organometálicos.
- 8.9 Carbaniones de Silano y Carbaniones Aromáticos.

## 9. PRODUCTOS DE DESCONEXIÓN: ESPECIES NUCLEOFÍLICAS QUE FORMAN ENLACES CARBON-CARBON: ANIONES DE ENOLA TO.

- 9.1 Formación de Enolatos.
- 9.2 Reacciones de Enolatos con Electrófilos.
- 9.3 Reacciones de Condensación con Enolatos.
- 9.4 Reacciones Estereoselectivas con Enolatos.
- 9.5 Enaminas.
- 9.6 Adición de Michael y Reacciones Relacionadas.
- 9.7 Reacciones de Enolatos de Derivados Halo-Carbonílicos.

## 10. ESTRATEGIAS SINTÉTICAS.

- 10.1 Molécula Blanco. (Target Molecule)
- 10.2 Retrosíntesis.
- 10.3 Estrategias Sintéticas.
- 10.4 Como Escoger el Enlace que se Romperá.
- 10.5 Enlaces Estratégicos en Anillos.
- 10.6 Estrategias Sintéticas Importantes.
- 10.7 Acercamiento Biomimético a las Síntesis.
- 10.8 El Uso de Modelos Quirales.
- 10.9 Estrategias de Síntesis Usando la Computadora.

## BIBLIOGRAFIA

1. M. B. Smith, Organic Síntesis, 2002
2. W. Carruthers, Coldham, Mothem Methods of Organic Synthesis, Cambridge University Press.
3. N.S. Issacs, Physical Organic Chemistry, Longman, 1995.
4. S. Warren, Organic Synthesis; The Disconnection Approach, I. Wileyand Sons 2002.
5. F .A. Carey, R.I. Sundberg, Advanced Organic Chemistry (Vol. A y B ) Plenum Press 2000.

## **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA**

- 1.- Artículos y publicaciones en revistas especializadas.

## **MODALIDADES DEL PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE**

- 1.- Exposición del profesor, usando algunas veces, apoyos audiovisuales.
- 2.- Tres exámenes parciales y uno final.
- 3.- Revisión de cátedras enseñadas en otras universidades.

## **CONOCIMIENTOS, APTITUDES Y CAPACIDADES QUE EL ALUMNO DEBERÁ ADQUIRIR**

Al terminar el curso el alumno habrá adquirido los conocimientos básicos que le permitirán proponer mecanismos sintéticos de reacciones modernas y clásicas. Los conocimientos de esta asignatura podrán ser utilizados por el alumno en las actividades profesionales siguientes: Síntesis Orgánicas de nuevos compuestos, Investigación en Química Orgánica y espectroscopia. Así mismo, dado el carácter general de ésta asignatura, el estudiante podrá utilizar los conocimientos adquiridos durante la realización de su tesis de investigación en cualquiera de las áreas que ofrece este posgrado.

## **MODALIDADES DE EVALUACIÓN:**

Tipo de actividad	Aportación porcentual a la calificación
Exámenes parciales	55
Exámenes sorpresa	10
Participación en clase	5
Presentaciones en clase	5
Trabajos y tareas	5
Examen final	20

## **PERFIL ACADÉMICO SUGERIDO PARA EL DOCENTE**

Un profesor con conocimientos de Química Orgánica que cuente de preferencia con experiencia en investigación y grado de Doctorado.

<b>NOMBRE DE LA MATERIA:</b>	<b>Métodos de caracterización de polímeros</b>
<b>CODIGO DE LA MATERIA:</b>	<b>QM552</b>
<b>DEPARTAMENTO:</b>	<b>Química</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS DE TEORIA:</b>	<b>68</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS DE TRABAJO:</b>	<b>60</b>
<b>INDEPENDIENTE:</b>	<b>60</b>
<b>TOTAL DE HORAS:</b>	<b>128 horas</b>
<b>NUMERO DE CREDITOS:</b>	<b>8</b>
<b>NIVEL DE FORMACION:</b>	<b>Posgrado</b>
<b>TIPO DE CURSO:</b>	<b>Presencial</b>
<b>PRERREQUISITOS:</b>	<b>Ninguno</b>

#### Contenido

##### PARTE 1

Capítulo 1. Técnicas espectroscópicas 7 hrs

1.1. Introducción a la espectroscopía de infrarrojo

1.2. Introducción a la espectroscopía UV -Vis

1.3. Introducción a la Resonancia Magnética Nuclear

1.4. Lecturas selectas de técnicas espectroscópicas aplicadas al análisis de sistemas poliméricos

Capítulo 2. Técnicas cromatográficas 5 hrs

2.1. Introducción a la cromatografía de gases

2.2. Aplicación de la cromatografía de líquidos al análisis de pesos moleculares en polímeros

2.3. Lecturas selectas de cromatografía de permeación en gel

Capítulo 3. Análisis térmico de polímeros 7 hrs

3.1. Principios teóricos del análisis termogravimétrico

3.2. La calorimetría diferencial de barrido aplicada a sistemas poliméricos

3.3. Calorimetría diferencial de barrido modulado

3.4. Lecturas selectas en DSC de sistemas poliméricos

Capítulo 4.- Análisis morfológico de polímeros 5 hrs

4.1. Introducción a la Microscopía electrónica aplicada al estudio de los polímeros

4.2. Lecturas selectas en Microscopía electrónica aplicada a polímeros

Capítulo 5. Análisis mecánico de polímeros 5 hrs

5.1. Relación estructura-propiedades mecánicas en sistemas poliméricos

5.2. Estudio del comportamiento mecánico de sistemas poliméricos

5.3. Los estándares ASTM para propiedades mecánicas

Capítulo 6. Comportamiento dinámico-mecánico de polímeros 5 hrs

6.1. Introducción a la reometría de sistemas poliméricos



## 6.2. Lecturas selectas en reometría de sistemas poliméricos

Capítulo 7.- Técnicas misceláneas de análisis de polímeros 2 hrs

### PARTE 11

Capítulo 8.- Determinación de elementos Químicos 5 hrs

Capítulo 9.- Determinación de grupos funcionales 5 hrs

Capítulo 10.- Identificación de polímeros 5 hrs

Capítulo 11.- Análisis de la microestructura de los polímeros 5 hrs

Capítulo 12.- Análisis de copolímeros 5 hrs

Capítulo 13.- Análisis de aditivos 3 hrs

#### Modalidades de evaluación:

Top de actividad	Aportación porcentual a la calificación
------------------	---

Exámenes parciales	65
--------------------	----

Participación en clase	
------------------------	--

Presentaciones en clase	
-------------------------	--

Trabajos y tareas	15
-------------------	----

Prácticas de laboratorio	
--------------------------	--

Reportes de practicas de laboratorio	
--------------------------------------	--

Actividades de investigación	20
------------------------------	----

Al terminar el curso el alumno habrá adquirido los conocimientos que le permitan diseñar adecuadamente un protocolo de análisis encaminado a la identificación de un material polimérico.

Los conocimientos de esta asignatura podrán ser utilizados por el alumno en las actividades profesionales siguientes: análisis de materiales poliméricos. Así mismo, dado el carácter optativo de ésta asignatura, podrá utilizar los conocimientos adquiridos durante la realización de su tesis de investigación, con tal de que ésta sea en el área de Química de Polímeros.

#### Bibliografía:

- 1.- T.R. Crompton, "Analysis of Polymers. An Introduction" Pergamon Press. Oxford, (1989).
- 2.- J.I. Kroschwitz, "Polymers: Polymer Characterization and Analysis" Encyclopedia .. Reprint Series, John Wiley & Sons, N. Y., (1990).
- 3.- B.J. Hunt, M.I. James, "Polymer Characterisation" Blackie Academic & Professional, Londres, (1993).
- 4.- A. Garton, "Infrared Spectroscopy of Polymer Blends, Composites and Surfaces" Hanser Publishers, Munich, (1992).

- 5.- J.L. Koenig, "Spectroscopy of Polymers" ACS Professional Reference Book, Washington D.C., (1992).
- 6.- I.Y. Slonim, A.N. Lyubimov, "The NMR of Polymers" Plenum Press, N.Y. (1970).
- 7.- Osswald, T, Menges, G. "Material Science of Polymers for Engineers, First Ed., Hanser, U.S. (1995).

<b>NOMBRE DE LA MATERIA:</b>	<b>Síntesis de polímeros</b>
<b>CODIGO DE LA MATERIA:</b>	<b>QM544</b>
<b>DEPARTAMENTO:</b>	<b>Química</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS DE TEORIA:</b>	<b>85</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS DE TRABAJO:</b>	
<b>INDEPENDIENTE:</b>	<b>91 horas</b>
<b>TOTAL DE HORAS:</b>	<b>176 horas</b>
<b>NUMERO DE CREDITOS:</b>	<b>11 créditos</b>
<b>NIVEL DE FORMACION:</b>	<b>Posgrado</b>
<b>TIPO DE CURSO:</b>	<b>Presencial</b>
<b>PRERREQUISITOS:</b>	<b>Ninguno</b>

**Objetivo General:**

Que el alumno sea capaz de predecir, sobre la base de los respectivos mecanismos y la información experimental pertinente, la cinética y las características relevantes de la distribución de pesos moleculares en polimerizaciones: radical arias y aniónica. Así mismo, sea capaz de distinguir las particularidades, ventajas y desventajas de los principales procesos de polimerización.

**Capítulo 1.- Introducción 4 hrs.**

- 1.1. Generalidades
- 1.2. Introducción a la caracterización de las moléculas poliméricas
- 1.3. La distribución del peso molecular y su caracterización.
- 1.4. Introducción a la caracterización macroscópica de los sistemas poliméricos.
- 1.5. Introducción a la relación entre las características moleculares y las propiedades macroscópicas de los sistemas poliméricos
- 1.6. Aplicaciones generales de los polímeros

**Capítulo 2.- Polimerización mediante radicales libres 15 hrs.**

- 2.1. Generalidades del mecanismo mediante radicales libres
- 2.2. Tipos de iniciación
- 2.3. Características distintivas de la propagación.
- 2.4. Tipos de terminación y su influencia en el peso molecular promedio.
- 2.5. Aspectos cinéticos de la polimerización radicalaria
- 2.6. Calculo del peso molecular en ausencia de transferencia de cadena
- 2.7. Características energéticas de las polimerizaciones radicalarias
- 2.8. La transferencia de cadena y sus efectos
- 2.9. Procesos de inhibición y retardamiento

**Capítulo 3.- Copolimerización mediante radicales libres 4 hrs**

- 3.1. Mecanismo de copolimerización mediante radicales libres
- 3.2. Cinética de la copolimerización mediante radicales libres
- 3.3. Distribución de los comonómeros en la cadena polimérica
- 3.4. Lecturas selectas en sistemas novedosos de copolimerización

- Capítulo 4.- Polimerización en masa 4 hrs
- 4.1. Generalidades de la polimerización en masa.
  - 4.2. Efecto de la concentración de monómero en la viscosidad de un sistema polimérico
  - 4.3. Exotermicidad de las reacciones radicalarias y sus consecuencias
  - 4.4. Tipos de reactores en masa.
  - 4.5. Lecturas selectas en polimerización en masa.
- Capítulo 5.- Polimerización en solución 4 hrs
- 5.1. Generalidades
  - 5.2. La elección del solvente
  - 5.3. Ventajas y desventajas de las polimerizaciones en solución
  - 5.4. Lecturas selectas al respecto de la copolimerización en solución.
- Capítulo 6.- Polimerización en suspensión 10 hrs
- 6.1. Generalidades de los sistemas dispersos
  - 6.2. Generalidades de la polimerización en suspensión
  - 6.3. Mecanismos de estabilización utilizados en la polimerización en suspensión
  - 6.4. Ventajas y desventajas de las polimerizaciones en suspensión
  - 6.5. Lecturas selectas relativas a los mecanismos de estabilización en polimerización en suspensión
  - 6.6. Aspectos relativos a la cinética de la polimerización en suspensión
  - 6.7. Aspectos relativos a la morfología de partícula en polimerizaciones en suspensión
  - 6.8. Lecturas selectas relativas a polimerización en suspensión
- Capítulo 7.- Polimerización en emulsión 16 hrs
- 7.1. Aspectos históricos de la polimerización en emulsión
  - 7.2. Los componentes y su función
  - 7.3. Descripción general del proceso de polimerización en emulsión
  - 7.4. Lecturas selectas relativas a modelos elementales para predecir la cinética de polimerización en emulsión
  - 7.5. Variables manipulables y su efecto en el sistema
  - 7.6. Proceso en cargas, en semi continuo y en continuo.
  - 7.7. Lecturas selectas al respecto del diseño de reactores de copolimerización en emulsión
  - 7.8. Morfología de partícula en polimerizaciones en emulsión
  - 7.9. Lecturas selectas relativas a la relación entre la morfología de partícula y las propiedades de los sistemas poliméricos
  - 7.10. Lecturas relativas a los avances recientes en el modelado de la morfología de partícula en sistemas en emulsión.
- Capítulo 8.- Generalidades de la polimerización iónica 7 hrs.
- 8.1. Polimerización catiónica
  - 8.2. Aspectos relevantes del mecanismo de polimerización catiónica
  - 8.3. Polimerizaciones catiónicas vivientes
  - 8.4. Polimerización aniónica
  - 8.5. Semejanzas y diferencias entre la polimerización aniónica y catiónica
  - 8.6. Polimerización aniónica viviente

8.7. Lecturas selectas al respecto de polimerizaciones vivientes

8.8. Lecturas selectas al respecto de aplicaciones de las polimerizaciones vivientes

Modalidades de evaluación:

Tipo de actividad	Aportación porcentual a la calificación
Exámenes parciales	70
Exámenes sorpresa	10
Participación en clase	
Presentaciones en clase	10
Trabajos y tareas	10
Actividades de investigación	
Examen final	

Al terminar el curso, el alumno habrá adquirido los conocimientos básicos que le permitan emitir opiniones científicamente justificadas al respecto de situaciones particulares en el campo de la síntesis de polímeros. Los conocimientos de esta asignatura podrán ser utilizados por el alumno en las actividades profesionales siguientes: control de calidad en plantas dedicadas a la síntesis de polímeros, mejoramiento de sistemas de polimerización existentes, diseño de nuevos procedimientos de síntesis de polímeros, solución de problemas operativos típicos en el área de síntesis de polímeros. Así mismo, dado el carácter optativo de ésta asignatura, podrá utilizar lo,s conocimientos adquiridos durante la realización de su tesis de investigación, con tal de que ésta sea en el área de Química de Polímeros.

Bibliografía:

- 1.- G. Odian, "Principles of Polymerization", Third Ed. John Wiley & Sons, U.S., (1991).
- 2.- P.A. Lovell, M.S. El-Aasser, "Emulsion Polymerization and Emulsion Polymers", First Ed. John Wiley & Sons, U.S., (1997).
- 3.- H.F. Mark, N.M. Bikales, C.G. Overberger, G. Menges, "Encyclopedia of Polymer Science and Engineering" John Wiley & Sons, N. Y., (1985).
- 4.- J. Brandrup, E.H. Immergut, E.A. Grulke, "Polymer Handbook" 48 Ed, John Wiley & Sons Inc., N. Y., (1999).
- 5.- I.S. Miles, S. Rostami, "Multicomponent Polymer Systems" First Ed. Longman Scientific and Technical, U.K., (1992).
- 6.- Osswald, T, Menges, G. "Material Science of Polymers for Engineers", First Ed., Hanser, U.S., (1995).

<b>NOMBRE DE LA MATERIA:</b>	<b>Estructura y propiedades de los materiales</b>
<b>CODIGO DE LA MATERIA:</b>	<b>QM540</b>
<b>DEPARTAMENTO:</b>	<b>Química</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS DE TEORIA:</b>	<b>68</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS DE TRABAJO:</b>	
<b>INDEPENDIENTE:</b>	<b>60</b>
<b>TOTAL DE HORAS:</b>	<b>128</b>
<b>NUMERO DE CREDITOS:</b>	<b>8</b>
<b>NIVEL DE FORMACION:</b>	<b>Posgrado</b>
<b>TIPO DE CURSO:</b>	<b>Presencial</b>
<b>PRERREQUISITOS:</b>	<b>Ninguno</b>

**Objetivo general:**

Discutir los conceptos fundamentales necesarios para el estudio de materiales, comprensión de relación entre estructura y propiedades, técnicas de caracterización por difracción, defectos estructurales, difusión, diagramas de fase además de proporcionar un panorama general sobre propiedades y usos de metales, aleaciones, materiales compuestos, polímeros y cerámicos.

**Contenido**

Capítulo 1. Introducción	4 hrs
1.1 Clasificación de materiales	
1.2 Relación estructura propiedad y procesamiento	
1.3 Diseño y selección de materiales	
1.4 Materiales modernos	
Capítulo 2 Estructura cristalina	10 hrs
2.1 Estructura atómica	
2.2 Enlaces iónicos, covalentes y metálicos	
2.3 Celda unitaria	
2.4 Estructura de cristales metálicos	
2.5 Simetría en cristales	
2.6 Direcciones cristalográficas	
2.7 Planos cristalinos	
2.8 Índices de Miller	
2.9 Difracción de rayos-X	
2.10 Superestructuras	
Capítulo 3 Propiedades mecánicas de materiales	8 hrs
3.1 Concepto de esfuerzo y deformación	
3.2 Ley de Hooke y módulo elástico	
3.3 Comportamiento esfuerzo-deformación	
3.4 Deformación plástica, viscosa y viscoelástica	
3.5 Fractura	
3.6 Esfuerzos compresivos	
3.7 Ensayos de tensión, dureza y torsión	

### 3.8 Fatiga y termofluencia

#### Capítulo 4 Imperfecciones en sólidos 8 hrs

- 4.1 Defectos puntuales: Schottky y Frerikel
- 4.2 Vacancias e intersticios
- 4.3 Dislocaciones y vector de Burgers
- 4.4 Defectos superficiales de grano y apilamiento
- 4.5 Fuerzas y fuentes de dislocaciones
- 4.6 Deslizamiento

#### Capítulo 5 Difusión 10 hrs

- 5.1 Teoría atómica de la difusión
- 5.2 Mecanismos de difusión
- 5.3 Difusión en estado estacionario
- 5.4 Difusión en estado no estacionario
- 5.5 Efecto Kirkendall
- 5.6 Difusión y conducción iónica

#### Capítulo 6 Diagramas de fase 10 hrs

- 6.1 Límite de solubilidad
- 6.2 Fases
- 6.3 Microestructura
- 6.4 Equilibrio entre fases
- 6.5 Fases en polímeros orgánicos
- 6.6 Transformación de fases en metales
- 6.7 Reacciones en fase sólida --
- 6.8 Diagramas de fase de acero
- 6.9 Curvas TTT
- 6.10 Propiedades de aceros I
- 6.11 Tratamientos térmicos

#### Capítulo 7 Propiedades eléctricas y magnéticas de materiales 10 hrs

- 7.1 Fenómenos de conducción eléctrica
- 7.2 Conducción iónica en cristales
- 7.3 Semiconductores
- 7.4 Constante dieléctrica
- 7.5 Materiales ferroeléctricos
- 7.6 Magnetización
- 7.7 Materiales ferromagnéticos
- 7.8 Material es antiferromagnéticos
- 7.10 Materiales ferrimagnéticos

#### Capítulo 8 Metales y aleaciones 4 hrs

#### Capítulo 9 Polímeros 8 hrs

#### Capítulo 10 Cerámicos 4 hrs

Capítulo 11 Materiales compuestos 4 hrs

Modalidades de evaluación:

Tipo de actividad	Aportación porcentual a la calificación
Exámenes parciales	60
Exámenes sorpresa	
Participación en clase	5
Presentaciones en clase	
Trabajos y tareas	15
Prácticas de laboratorio	
Reportes de prácticas de laboratorio	
Actividades de investigación	
Examen final	20

Al terminar el curso el alumno habrá adquirido los conocimientos al respecto de la relación estructura-propiedades y relativos a algunas técnicas de caracterización de los materiales, de forma que tendrá un panorama general sobre propiedades y usos de metales, aleaciones, materiales compuestos, polímeros y cerámicos.

Los conocimientos de esta asignatura podrán ser utilizados por el alumno en todas aquellas actividades profesionales relacionadas al manejo de: metales, aleaciones, materiales compuestos, polímeros y cerámicos. Así mismo, dado el carácter general de ésta asignatura, podrá utilizar los conocimientos adquiridos durante la realización de su tesis de investigación, cualquiera que sea el área de la misma.

#### Bibliografía

- W.D. Callister, Jr., "Materials Science and Engineering", Wiley 5th Edition, (1996).  
D.R. Askeland, "Ciencia e ingeniería de los materiales", Grupo Editorial Iberoamericano, México (1985).  
J.F. Shackelford "Introduction to Materials Science", 5th Edition, Prentice Hall, (2000)  
C. Kittel "Introduction to Solid State Physics, John Wiley and Sons Inc., (1986)  
W.D. Kingery, "Introduction to Ceramics". 2nd Edition Wiley Interscience, (1976)  
B. D. Culity "Introduction to Magnetic Materials", Addison-Wesley, (1972).  
G.E. Dieter, "Mechanical Metallurgy", McGraw-Hill (1970).  
A. G. Guy "Introduction to Materials Science", McGraw-Hill, (1972)  
R. A. Flinn, P. K. Trojan "Materiales de ingeniería y sus aplicaciones, McGraw-Hill, (1982)  
M. Levy and M. Salvadori, "Why Buildings Fall Down", Norton, (1992)  
A. West "Solid State Chemistry and its Applications", John Wiley & Sons, (1984).  
Osswald, T, Menges, G. "Material Science of Polymers for Engineers, First Ed., Hanser, U.S. 1995.



<b>NOMBRE DE LA MATERIA:</b>	<b>Cristalografía Química y Mineralogía</b>
<b>CODIGO DE LA MATERIA:</b>	<b>QM541</b>
<b>DEPARTAMENTO:</b>	<b>Química</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS DE TEORIA:</b>	<b>68</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS DE TRABAJO:</b>	<b>60</b>
<b>INDEPENDIENTE:</b>	<b>128</b>
<b>TOTAL DE HORAS:</b>	<b>8</b>
<b>NUMERO DE CREDITOS:</b>	<b>Posgrado</b>
<b>NIVEL DE FORMACION:</b>	<b>Presencial</b>
<b>TIPO DE CURSO:</b>	<b>Ninguno</b>

Objetivo general:

Que el estudiante conozca la forma en que se describen, clasifican, determinan y caracterizan la mayoría de las sustancias cristalinas. Así mismo, conozca la relación existente entre el tipo estructural atómico de un material y las propiedades físicas y químicas del mismo.

Contenido:

Parte 1. Cristalografía química

Capítulo 1.- Definiciones y conceptos básicos. 12 hrs

1.1 Cristal, monocristales y policristales

1.2 Celdas unidad

1.3 Redes cristalinas y la forma en que se describen

1.4 Empaquetamientos compactos

1.5. Materiales que pueden ser descritos como empaquetamientos compactos

1.6. Metales

1.7. Aleaciones

1.8. Estructuras iónicas

1.9. Redes covalentes

1.10. Estructuras moleculares

1.11. Poliedros de llenado de espacios

1.12. Posiciones en una red

1.13. Direcciones en una red

1.14. Planos en una red

Capítulo 2.- Simetría 10 hrs

2.1. Elementos de simetría

2.2. Operaciones de simetría

2.3. Grupos puntuales

2.4. Grupos espaciales

2.5. Sistemas cristalinos

2.6. Clases cristalinas

Capítulo 3.- Defectos en cristales y no estequiometría 8 hrs

- 3.1. Cristales perfectos e imperfectos
- 3.2. Tipos de defectos
- 3.3. Defectos puntuales
- 3.4. Defectos extendidos
- 3.5. No estequiometría
- 3.6. Dislocaciones

Capítulo 4.- Factores que influyen en la formación de una estructura cristalina 6 hrs

- 4.1. Radio iónico y atómico
- 4.2. Número de coordinación
- 4.3. Energía de la red
- 4.4. Electronegatividad
- 4.5. Enlaces
- 4.6. Efecto de los electrones d

Capítulo 5.- Tema selecto 4 hrs

- 5.1. Relaciones estructura-propiedades .

Parte 2. Mineralogía I

Capítulo 6. Introducción. 8 hrs

- 6.1 Definiciones.
  - 6.1.1. Átomo
  - 6.1.2. Estados de la materia predominantes en la Tierra y en el universo.
  - 6.1.3. Sólido, líquido, gaseoso y plasma
  - 6.1.4. Mineral y roca
  - 6.1.5. Luz
- 6.2. Origen y abundancia ;:;:1
  - 6.2.1. Origen de minerales y rocas: Un proceso.
  - 6.2.2. Constitución de la Tierra y tipos de rocas
  - 6.2.3. Abundancia de elementos químicos en nuestro planeta.
  - 6.2.4. Abundancia de minerales y rocas en la Tierra.
  - 6.2.5. Procesos ígneos: intrusivos y extrusivos. Rocas ígneas y su clasificación
  - 6.2.6. Procesos sedimentarios. Rocas sedimentarias y su clasificación
  - 6.2.7. Procesos metamórficos: Recristalización. Reacción en estado sólido.
  - 6.2.8. Metasomatismo. Metamorfismo de contacto y regional. Rocas metamórficas y su clasificación.
- 6.3. Métodos de estudio
  - 6.3.1. Químicos (analíticos: vía húmeda, plasma)
  - 6.3.2. Analíticos: rayos X {difracción y fluorescencia}, microscopía electrónica {barrido y transmisión}
  - 6.3.3. Ópticos: macroscópicos {lupa, lupa binocular} y microscópicos: {microscopio polarizante: luz transmitida y luz reflejada}

Capítulo 7. Mineralogía física 8 hrs.

- 7.1. Propiedades que dependen de la cohesión y elasticidad (cruce, fractura, dureza, tenacidad, etc.).

- 7.2. Peso específico.
- 7.3. Propiedades que dependen de la luz (color, lustre, grado de transparencia)
- 7.4 Propiedades que dependen del calor (conductividad térmica, cambio de forma, fusibilidad).
- 7.5 Propiedades que dependen de la electricidad (conductividad eléctrica) y del magnetismo (susceptibilidad magnética).
- 7.6 Otras propiedades (sabor, olor, tacto)

Capítulo 8. Mineralogía química 4 hrs

- 8.1. Definiciones.
  - 8.1.1 Átomo. Elemento químico. Ley periódica. Molécula. Enlaces químicos (iónico, covalente, metálico). Metales. No metales.
- 8.2 Reacciones químicas. Radicales. Compuestos químicos.
- 8.3 Origen, modo de ocurrencia y asociación.

Capítulo 9 Mineralogía descriptiva o sistemática 15hrs

- 9.1 Elementos nativos (Metales. No metales)
- 9.2 Sulfuros y minerales relacionados (seleniuros, telururos, arseniuros, antimoniuros)
- 9.3 Sulfosales
- 9.4 Halogenuros y minerales asociados (cloruros, bromuros, yoduros, fluoruros)
- 9.5 Óxidos e hidróxidos
- 9.6 Boratos
- 9.7 Carbonatos
- 9.8 Silicatos (nesosilicatos. Sorosilicatos. Inosilicatos. Filosilicatos. Tectosilicatos)
- 9.9 Sulfatos
- 9.10 Fosfatos y minerales asociados (Arsenatos. Vanadatos)
- 9.11 Cromatos
- 9.12 Tungstatos. Molibdatos.

Capítulo 10. La mineralogía, la industria y la ecología 5 hrs

- 10.1 Minerales industriales.
- 10.2 Ecología e Impacto ambiental.

Modalidades de evaluación:

Tipo de actividad	Aportación porcentual a la calificación
Exámenes parciales	75
Exámenes sorpresa	5
Participación en clase	10
Presentaciones en clase	
Trabajos y tareas	10
Prácticas de laboratorio	
Reporte de laboratorio	

Al terminar el curso el alumno habrá adquirido elementos y JUICIO suficientes para: 1) describir, clasificar y caracterizar la mayoría de las sustancias, cristalinas naturales (rocas y minerales) y sintéticas, aplicando el conocimiento adquirido de que existe relación entre el tipo estructural y atómico de un material y sus propiedades físicas y químicas. Los conocimientos de esta asignatura

<b>NOMBRE DE LA MATERIA:</b>	<b>Espectroscopía y métodos de separación</b>
<b>CODIGO DE LA MATERIA:</b>	<b>QM551</b>
<b>DEPARTAMENTO:</b>	<b>Química</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS DE TEORIA:</b>	<b>68</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS DE TRABAJO:</b>	
<b>INDEPENDIENTE:</b>	<b>60</b>
<b>TOTAL DE HORAS:</b>	<b>128</b>
<b>NUMERO DE CREDITOS:</b>	<b>8</b>
<b>NIVEL DE FORMACION:</b>	<b>Posgrado</b>
<b>TIPO DE CURSO:</b>	<b>Presencial</b>
<b>PRERREQUISITOS:</b>	<b>Ninguno</b>

**Objetivo General:**

Que el alumno aprenda la metodología básica para la caracterización de compuestos orgánicos e inorgánicos.

**Contenido**

Capítulo 1. Separación y purificación	6 hrs.
1.1. Cristalización	
1.2. Destilación	
1.3. Sublimación	
1.4. Extracción	
1.5. Separaciones cromatográficas	
1.5. Separación de mezclas	
Capítulo 2. Características Físicas	6 hrs
2.1. Puntos de Fusión	
2.2. Puntos de congelación	
2.3. Puntos de ebullición	
2.4 Medidas de densidades	
2.5. Índices de refracción	
2.6. Rotación óptica	
2.7. Determinación de pesos moleculares	
Capítulo 3. Espectroscopía Ultravioleta	8 hrs.
3.1. Introducción general	
3.2. Introducción a espectroscopia ultravioleta y visible	
3.3. Presentación de datos para la espectroscopia visible y ultravioleta	
3.4. Modos de excitación electrónica	
3.5. El uso de compuestos modelo	
3.6. Aditividad de cromóforos	
3.7. Preparación de muestras	
3.8. Localización de datos espectroscópicos en literatura	
Capítulo 4. Espectroscopía de Infrarroja	15 hrs.
4.1. Bandas de absorción características	

- 4.2. Efectos isotópicos
- 4.3. Interpretación de espectros representativos
- 4.4. Preparación de la muestra
- 4.5. Espectroscopía de infrarrojo cercano
- 4.6. Espectroscopía de infrarrojo lejano
- 4.7. Espectroscopía de Ramman
- 4.8. Problemas espectral es de infrarrojo
- 4.9. Datos de infrarrojo y su literatura

Capítulo 5. Resonancia Magnética Nuclear      25 hrs.

- 5.1. Introducción
- 5.2. Origen del cambio químico
- 5.3. Resonancia Magnética del protón
- 5.4. Cambios químicos de otros núcleos
- 5.5. Interacciones nucleares del tipo espín-espín
- 5.6. Acoplamiento virtual
- 5.7. Acoplamiento espín-espín entre otras combinaciones nucleares
- 5.8. Acoplamiento entre núcleos idénticos
- 5.9. Desacoplamiento
- 5.10. Efectos del intercambio de los alrededores de un determinado núcleo
- 5.11. Designación de sistemas de espín
- 5.12. Interpretación de sistemas simples de espín
- 5.13. Aplicaciones cuantitativas de RMN
- 5.14. Preparación de muestras
- 5.15. Problemas de RMN
- 5.16. Literatura
- 5.17. Efectos nuclear de Overhauser
- 5.18. Resonancia paramagnética de electrones

Capítulo 6. Espectrometría de masas      20 hrs.

- 6.1. Introducción
- 6.2. Instrumentación
- 6.3. Manejo de muestras
- 6.4. Producción y reacción de iones gaseosos
- 6.5. Marcado de isótopos

Modalidades de evaluación:

Tipo de actividad	Aportación porcentual a la calificación
Exámenes parciales	55
Exámenes sopesa	
Participación en clase	
Presentaciones en clase	10
Trabajos y tareas	
Prácticas de laboratorio	
Reportes de prácticas de laboratorio .	
Actividades de investigación	
Examen final	25

Al terminar el curso el alumno habrá adquirido los conocimientos básicos de los métodos comunes de separación y caracterización de compuestos orgánicos e inorgánicos.

Los conocimientos de esta asignatura podrán ser utilizados por el alumno en las actividades profesionales siguientes: Síntesis Orgánicas, Propuesta de mecanismos de reacciones orgánicas e identificación de compuestos orgánicos y como Químico analista. Así mismo, aunque ésta asignatura en su carácter optativo, ha sido diseñada para que los conocimientos adquiridos puedan ser aplicados por el alumno durante la realización de su tesis de investigación, con tal de que ésta sea en el área de Química Orgánica o Química de polímeros

Bibliografía:

F. W. McLafferty "Mass spectra Correlations" American Chemical Society, 1963

H. Budzikiewicz, C. Djerassi, D.H. Williams, "Interpretation of mass spectra"

Holden-Day Inc. 1964

K. B. Wiberg and B.J. Nist "The interpretation of NMR spectra" W.A. Benjamin Inc

1962

<b>NOMBRE DE LA MATERIA:</b>	<b>Preparación y Caracterización de Materiales en Estado Sólido</b>
<b>CODIGO DE LA MATERIA:</b>	<b>QM550</b>
<b>DEPARTAMENTO:</b>	<b>Química</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS DE TEORIA:</b>	<b>68</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS DE TRABAJO:</b>	<b>60</b>
<b>INDEPENDIENTE:</b>	<b>60</b>
<b>TOTAL DE HORAS:</b>	<b>128</b>
<b>NUMERO DE CREDITOS:</b>	<b>8</b>
<b>NIVEL DE FORMACION:</b>	<b>Posgrado</b>
<b>TIPO DE CURSO:</b>	<b>Presencial</b>
<b>PRERREQUISITOS:</b>	<b>Ninguno</b>

**Objetivo General:**

Que el alumno conozca los principales métodos de preparación de materiales en estado sólido así como sus aplicaciones. Así mismo, se busca que el alumno comprenda los fundamentos de las técnicas más utilizadas en la caracterización de materiales en estado sólido, la información que proporciona cada una de ellas y la interpretación sus resultados.

**Contenido**

Capítulo 1. Introducción al estado sólido	2 hrs
Capítulo 2. Métodos de preparación	16 hrs
2.1 Reacción en estado sólido.	
2.1.1 Principios generales.	
2.1.2 Procedimiento experimental.	
2.1.3 Utilización de precursores.	
2.2. Cristalización de soluciones, fundidos, vidrios y geles.	
2.3. Métodos de transporte en fase gaseosa.	
2.4. Modificación de estructuras existentes por intercambio iónico y reacciones de intercalación.	
2.5. Métodos electroquímicos.	
2.6. Preparación de películas delgadas.	
2.7. Crecimiento de monocristales.	
2.8. Métodos de alta presión e hidrotérmicos.	
2.9. Ejemplos y aplicaciones.	
Capítulo 3. Técnicas de difracción.	22 hrs
3.1 Conceptos fundamentales.	
3.1.1 Definiciones: Celda unidad, sistemas cristalinos, simetría, redes de Bravais.	
3.1.2 Principios básicos de difracción.	
3.1.3 Ley de Bragg.	
3.2 Difracción de rayos X de polvo.	
3.3 Difracción de rayos X de alta temperatura.	

- 3.4 Difracción de rayos X de monocristal.
- 3.5 Difracción de electrones.
- 3.6 Difracción de neutrones.
- 3.7 Aplicaciones y ejemplos.
  - 3.7.1 Determinación de parámetros de celda unidad y grupos espaciales.
  - 3.7.2 Determinación de estructuras cristalinas.
  - 3.7.3 Análisis de fases y tamaños de partícula.

Capítulo 4. Microscopía. 22 hrs

- 4.1 Óptica.
  - 4.1.1. Preparación de las muestras: a) Láminas delgadas; b) Secciones pulidas
  - 4.1.2 Luz transmitida
  - 4.1.3 Luz reflejada
  - 4.1.4 Luz ultravioleta
- 4.2 Electrónica
  - 4.2.1 TEM. Microscopía Electrónica de Transmisión
  - 4.2.2 SEM. Microscopía Electrónica de Barrido
  - 4.2.3 STM. Microscopía de barrido de efecto túnel
- 4.3 Aplicaciones y ejemplos.
  - 4.3.1 Morfología y tamaño de partícula.
  - 4.3.2 Identificación de fases, pureza y homogeneidad.
  - 4.3.3 Defectos en cristales, transiciones de fase
  - 4.3.4 Análisis de energía dispersiva de rayos X complementarios.

Capítulo 5. Análisis Térmico. 18 hrs

- 5.1 Análisis térmico diferencial.
- 5.2 Análisis termogravimétrico.
- 5.3 Aplicaciones y ejemplos.
  - 5.3.1 Estudio de transiciones de fase. 11\_-
  - 5.3.2 Estudio de reacciones de descomposición. -
  - 5.3.3 Determinación de diagramas de fase. "

Modalidades de evaluación:

Tipo de actividad	Aportación porcentual a la calificación
Exámenes parciales	60
Exámenes sorpresa	5
Participación en clase	5
Presentaciones en clase	
Trabajos y tareas	10
Prácticas de laboratorio	
Reportes de prácticas de laboratorio	
Actividades de investigación	
Examen final	20

Al final del curso, el alumno estará capacitado para: 1) la preparación de materiales en estado sólido por medio de algunas de las metodologías más comunes;



2) la interpretación de resultados de las técnicas descritas en el curso.

Los conocimientos de esta asignatura podrán ser utilizados por el alumno en las actividades profesionales siguientes: 1) control de calidad en la preparación de muestras sólidas; 2) caracterización de materiales, tanto sintéticos como naturales, ya sea como parte de una investigación básica o como parte de un proceso industrial. Así mismo, dado el carácter optativo de ésta asignatura, podrá aplicar los conocimientos adquiridos durante la realización de su tesis de investigación, con tal de que ésta sea en el área de Química Inorgánica.

#### Bibliografía

- 1.- Hagemuller P. Preparative Methods in Solid State Chemistry. Academic Press (1972).
- 2.- Hoing J.M. and Rao C.N.R. Preparation and Characterization of Materials. Academic Press.
- 3.- West. A.R. Solid State Chemistry and its applications. John Wiley and Sons. I(1987).
- 4.- Schafer H. Preparative Solid State Chemistry: The present position. Angew. Chem. Int'l , Ed. 10,43-50.
- 5.- Cahn R. W., Lifshin E. Eds. Concise Encyclopedia of Materials Characterization, Pergamon Press (1986).
- 6.- Loehman R.L. Characterization of ceramics. Materials Characterization Series. Surfaces, Interfaces and Thin films. Butterworth-Heinemann (1993).
- Smart L. and Moore E. Solid State Chemistry, an Introduction. Chapman and Hall. (1992).
- 7.- Bruhns W. & Ramdohr P., 1964: Petrografia. Edi. UTEHA.
- Craig J.R. & Vaughan D. J., 1981: Ore Microscopy and Ore Petrography. Edi. J. Wiley & Sons.
- 8.- Picot P. & Johan Z., 1982: Atlas des mineraux metalliques. Edi BRGM.
- Deer, Howie & Zussman, 1966: An Introduction to the Rock Forming Minerals. Edi. Longman.
- 9.- Short M.N., 1940: Microscopic Determination of the ore minerals. Geol. Survey Bull. # 914.
- 10.- Mackenzie W.S. & Guilford C., 1992: Atlas de pétrographie (minéraux de roches observés en lame mince). Edi- Masson

<b>NOMBRE DE LA MATERIA:</b>	<b>Química Organometálica Avanzada</b>
<b>CODIGO DE LA MATERIA:</b>	<b>QM542</b>
<b>DEPARTAMENTO:</b>	<b>Química</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS DE TEORIA:</b>	<b>68</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS DE TRABAJO:</b>	
<b>INDEPENDIENTE:</b>	<b>60</b>
<b>TOTAL DE HORAS:</b>	<b>128</b>
<b>NUMERO DE CREDITOS:</b>	<b>8</b>
<b>NIVEL DE FORMACION:</b>	<b>Posgrado</b>
<b>TIPO DE CURSO:</b>	<b>Presencial</b>
<b>PRERREQUISITOS:</b>	<b>Ninguno</b>

Objetivo general:

Que el alumno comprenda las bases de la química orgánica de los metales de transición.

Contenido

- Capítulo 1. Estructura y enlace 9 hrs.
- 1.1. Relación entre estado formal de oxidación y configuración de electrones d
  - 1.2. Enlaces  $\sigma$  en complejos de metales de organotransición
  - 1.3. Excepciones aparentes de la regla 18-electrónica
  - 1.4. Analogías isoelectrónicas y isolabáles

Capítulo 2. Revisión de los metales de organotransición de acuerdo a los ligandos complejos. 9 hrs.

- 2.1. Introducción
- 2.2. Donadores clásicos, bases de Lewis
- 2.3. Fosfinas y otros grupos donadores del grupo V-B
- 2.4. Hidruros
- 2.5. Ligandos carbon metal por medio de enlaces  $O'$
- 2.6. Ligandos carbon metal por medio de enlaces  $O'$  y  $\sigma$
- 2.7. Ligandos orgánicos enlazados a través de un átomo
- 2.8. Ligandos de Nitrógeno insaturado
- 2.9. Complejos dioxigenados
- 2.10. Dioxido de carbono
- 2.11. Monoxido de azufre
- 2.12. Dióxido de azufre
- 2.13. Ligandos miscelaneos

Capítulo 3. Procesos de sustitución de ligandos 9 hrs.

- 3.1. Introducción
- 3.2. Definiciones-Nomenclatura de reacciones de sustitución
- 3.3. Consideraciones termoquímicas
- 3.4. Ejemplos de mecanismos: complejos coordinativamente insaturados
- 3.5. Complejos 18-electrones
- 3.6. Reacciones de sustitución asistida y catalizada por ligandos.

### 3.7. Sustitución de ligandos en bimetales enlazados metal-metal

#### Capítulo 4. Adición oxidativa y eliminación reductiva 9 hrs.

- 4.1. Definición y alcances
- 4.2. Adición oxidativa - consideraciones termodinámicas
- 4.3. Reactivos no polares (clase A) A-B ,
- 4.4. Activación de alcanos por medio de adición oxidativa de enlaces C-H y reacciones relacionadas.
- 4.5. Adición oxidativa de reactivos electrofílicos polares
- 4.6. Eliminación reductiva de dos ligandos a un metal sencillo
- 4.7. Eliminación reductiva de dos ligandos a partir de dos metales.

#### Capítulo 5. Reacciones de inserción intramolecular 9 hrs.

- 5.1. Inserción de monóxido de carbono
- 5.2. Inserción de otros ligandos a través de un solo átomo
- 5.3. Inserción de alquenos y alquinos

#### Capítulo 6. Ataque nucleofílico sobre ligandos de metales de transición coordinados 9hrs.

- 6.1. Ataque nucleofílico de complejos de metales de transición, monóxido de carbono e isonitrilo
- 6.2. Ataque nucleofílico de carbenos y carbinos
- 6.3. Ruptura nucleofílica de enlaces (j metal-Carbono
- 6.4. Ataque nucleofílico de ligandos de hidrocarburos insaturados

#### Capítulo 7. Ataque electrofílico sobre ligandos coordinados 9 hrs.

- 7.1. Ruptura electrofílica de enlaces s metal-Carbono
- 7.2. Reacciones electrofílicas de inserción: dióxido de azufre y electrófilos .. relacionados.
- 7.3. Modificación electrofílica de ligandos coordinados

#### Capítulo 8. Procesos catalíticos 9 hrs.

- 8.1. Introducción
- 8.2. Perspectiva de catálisis homogénea: hidrogenación de olefinas
- 8.3. Mecanismos de catalización homogénea de hidrogenación de olefinas
- 8.4. Aplicaciones selectas de dihidruros
- 8.5. Catalización homogénea de la hidrogenación de arenos
- 8.6. Hidrogenación homogénea de otros grupos funcionales; Mecanismos de polimerización enos; Mecanismos para la etapa de propagación.
- 8.7. Polietilenos
- 8.8. Polipropileno
- 8.9. Copolímeros etileno-propileno
- 8.10. Polimerización con apertura de anillos
- 8.11. Polimerización electrofílica catalizada por metales oligomerización de alquenos.
- 8.12. Oligomerización y polimerización de dienos conjugados
- 8.13. Oligomerización y polimerización de alquinos

- Capítulo 9. Reacciones catalíticas varias 8 hrs.
- 9.1 Reacciones catalíticas donde participa el monóxido de carbono
  - 9.2. Carboalcoxilación de olefinas
  - 9.3. Carbonilación de acetilenos
  - 9.4. Carbonilación de alcoholes
  - 9.5. Catálisis heterogénea de reacciones entre H y monóxido de Carbono
  - 9.6. Aplicaciones sintéticas de hidruros de metales de transición
  - 9.7. Aplicaciones sintéticas de compuestos carbonílicos de metales de transición

Modalidades de evaluación:

Tipo de actividad	Aportación porcentual a la calificación
Exámenes parciales	55
Exámenes sorpresa	10
Participación en clase	5
Presentaciones en clase	5
Trabajos y tareas	5
Prácticas de laboratorio	
Reportes de práctica de laboratorio	
Actividades de investigación	
Examen final	20

Al terminar el curso el alumno habrá adquirido los conocimientos básicos de la química de los metales de transición, así como sus usos básicos en síntesis Orgánicas. Los conocimientos de esta asignatura podrán ser utilizados por el alumno en las actividades profesionales siguientes: Síntesis orgánicas y enseñanza de la Química Orgánica e Inorgánica a nivel superior. Así mismo, dado el carácter optativo de ésta asignatura, el estudiante podrá utilizar los conocimientos adquiridos durante la realización de su tesis de investigación, con tal de que ésta sea en el área de Química Orgánica o Inorgánica.

Bibliografía:

Principles and Applications of organotransition Metal Chemistry  
 Collman, Hegedus, Norton and Finke Edit. University Sciences Books

<b>NOMBRE DE LA MATERIA:</b>	<b>Seminarios de Investigación en Química</b>
<b>CODIGO DE LA MATERIA:</b>	<b>QM601, QM602, QM603, QM604, QM605</b>
<b>DEPARTAMENTO:</b>	<b>Química</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS DE TEORIA:</b>	<b>51</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS DE TRABAJO:</b>	<b>61</b>
<b>INDEPENDIENTE:</b>	<b>112</b>
<b>TOTAL DE HORAS:</b>	<b>7</b>
<b>NUMERO DE CREDITOS:</b>	<b>Posgrado</b>
<b>NIVEL DE FORMACION:</b>	<b>Curso</b>
<b>TIPO DE CURSO:</b>	<b>Ninguno</b>
<b>PRERREQUISITOS:</b>	

#### Contenido

##### Tipo de actividad 1

Exposición, por parte del profesor encargado de la materia, de aspectos formativos relativos a las generalidades de la Investigación en las Ciencias Químicas hrs. variable

##### Tipo de actividad 2.

Exposición de los seminarios de avance de tesis de los estudiantes adscritos al posgrado que lo requieran hrs. variable

##### Tipo de actividad 3.

Exposición de seminarios presentando información relativa a investigaciones no inéditas al estudiante en el área de química, asignadas por el Profesor encargado a cada estudiante del curso hrs. variable

##### Tipo de actividad 4.

Exposición de los principales avances relativos a los proyectos de investigación vigentes en el Posgrado hrs. variable

##### Tipo de actividad 5.

Exposición de investigaciones dirigidas por profesores externos al Posgrado pero adscritos al CUCEI hrs. variable I

##### Tipo de actividad 6.

Exposición de proyectos de investigación realizados en instituciones externas a la Universidad de Guadalajara hrs. variable

<b>NOMBRE DE LA MATERIA:</b>	<b>Bioquímica Avanzada</b>
<b>CÓDIGO DE LA MATERIA:</b>	<b>QM538</b>
<b>DEPARTAMENTO:</b>	<b>Química</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS TEORÍA:</b>	<b>85 horas</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE:</b>	<b>91 horas</b>
<b>TOTAL DE HORAS:</b>	<b>176 horas</b>
<b>NÚMERO DE CRÉDITOS:</b>	<b>11 créditos</b>
<b>NIVEL DE FORMACIÓN:</b>	<b>Posgrado</b>
<b>TIPO DE CURSO:</b>	<b>Curso</b>
<b>PRERREQUISITOS:</b>	<b>Ninguno</b>

Objetivo general:

Que el alumno entienda la importancia del estudio de la Bioquímica y la Biología Molecular en la fisiología animal y vegetal, así como valorar la investigación de la química básica en estas materias.

Contenido:

Capítulo 1. Carbohidratos	20 hrs
1.1. Estructuras químicas	
1.2. Metabolismo de carbohidratos	
1.3. Glicólisis	
1.4. Ciclo de Krebs	
1.5. Transporte electrónico y fosforilación Oxidativa	
1.6. Metabolismo del Glucógeno	
1.7. Síntesis y degradación del glucógeno	
Capítulo 2. Lípidos	15 hrs
2.1. Fosfolípidos	
2.2. Membranas	
2.3. Ácidos grasos	
2.4. Colesterol	
2.5. Lipoproteínas	
2.6. Metabolismo de lípidos	
2.7. Síntesis y degradación de ácidos grasos	
Capítulo 3. Proteínas	20 hrs
3.1. Aminoácidos	
3.2. Proteínas	
3.3. Enzimas	
3.4. Cinética enzimática	
3.5. Metabolismo de proteínas	
3.6. Absorción de aminoácidos	
Capítulo 4. Ácidos Nucleicos	5 hrs

#### 4.1. Metabolismo (Síntesis y degradación de ácidos nucleicos)

#### Capítulo 5. Integración del metabolismo

#### Capítulo 6 Biología Molecular y Genética 15 hrs

6.1. DNA

6.2. RNA

6.3; Replicación

6.4. Transcripción

6.5. Traducción

#### Modalidades de evaluación:

Tipo de actividad	Aportación porcentual a la calificación
-------------------	---

Exámenes parciales	55
--------------------	----

Exámenes sorpresa	10
-------------------	----

Participación en clase	5
------------------------	---

Presentaciones en clase	5
-------------------------	---

Trabajos y tareas	5
-------------------	---

Prácticas de laboratorio

Reportes de prácticas de laboratorio

Actividades de investigación

Examen final	20
--------------	----

Al terminar el curso el alumno habrá adquirido los conocimientos básicos para entender los trabajos de investigación relacionados con Bioquímica general, Fisiología animal y vegetal.

Los conocimientos de esta asignatura podrán ser utilizados por el alumno en las actividades profesionales siguientes: investigación bioquímica básica, interpretación de análisis clínicos, docencia a nivel superior, etc.

#### Bibliografía:

Lubert Stryer, Biochemistry Fourth Edition, Edit. Freeman (1999)

Voet and Voet, Biochemistry Second edition Edit. John Wiley and Sons (1998)

<b>NOMBRE DE LA MATERIA:</b>	<b>Química Inorgánica</b>
<b>CÓDIGO DE LA MATERIA:</b>	<b>QM536</b>
<b>DEPARTAMENTO:</b>	<b>Química</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS TEORÍA:</b>	<b>85 horas</b>
<b>CARGA TOTAL DE HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE:</b>	<b>91 horas</b>
<b>TOTAL DE HORAS:</b>	<b>176 horas</b>
<b>NÚMERO DE CRÉDITOS:</b>	<b>11 créditos</b>
<b>NIVEL DE FORMACIÓN:</b>	<b>Posgrado</b>
<b>TIPO DE CURSO:</b>	<b>Presencial</b>
<b>PRERREQUISITOS:</b>	<b>Ninguno</b>

**Objetivo general:**

Que el alumno adquiera los conocimientos del área de Química Inorgánica que le permitan entender, tanto los temas tradicionales de: elementos representativos, metales de transición y química de coordinación como las tendencias actuales en química del estado sólido y compuestos organometálicos

**Contenido**

Capítulo 1. Introducción 4 hrs  
 1.1 Introducción histórica  
 1.2 Area de estudio y tendencias actuales

Capítulo 2. Simetría: Principios de Organización de las Estructuras Cristalinas 10 hrs  
 2.1 Elementos y operaciones de simetría  
 2.2 Grupos espaciales  
 2.3 Clases de cristales y sistemas cristalinos  
 2.4 Puntos, direcciones y planos en la celda unitaria (Indices de Miller)  
 2.5 Cristalografía

Capítulo 3. Química del Estado Sólido 20 hrs  
 3.1 Métodos de síntesis en Estado Sólido  
 3.2 Caracterización de sólidos inorgánicos  
 3.3 Defectos cristalinos y no estequiometría  
 3.4 Diagramas de fase  
 3.5 Disoluciones sólidas  
 3.6 Transiciones de fase ;,  
 3.7 Caracterización de propiedades físicas

Capítulo 4. Química de Coordinación 20 hrs  
 4.1 Teoría de las cadenas  
 4.2 Teoría de Werner  
 4.3 Nomenclatura  
 4.4 Estereoquímica



- 4.5 Isometría
- 4.6 Teorías de enlace
  - 4.6.1 Ácidos y bases de Lewis
  - 4.6.2 Campo cristalino
  - 4.6.3 Enlace valencia
  - 4.6.4 Orbital molecular

Capítulo 5. Compuestos Organometálicos 4 hrs

- 5.1 Síntesis del ferroceno y sus aplicaciones
- 5.2 Enlaces metal-carbón

Capítulo 6. Química de los Elementos de Transición 12hrs

- 6.1 Definiciones y diferencias entre los elementos de transición
- 6.2 Características y propiedades comunes
- 6.3 Clasificación de los elementos de transición
- 6.4 Orbitales
- 6.5 Regla de Hund y construcción Aufbau
- 6.6 Niveles de energía
- 6.7 Configuraciones electrónicas

Capítulo 7. Química Descriptiva de los Elementos Representativos 10 hrs

- 7.1 Química del hidrógeno y gases nobles
- 7.2 Grupos IA y IIA
- 7.3 Grupos III A Y IV A
- 7.4 Grupos V A
- 7.5 Grupo VI A
- 7.6 Grupos VII A

Modalidades de evaluación:

Tipo de actividad	Aportación porcentual a la calificación
Exámenes parciales	80
Exámenes sorpresa	5
Participación en clase	5
Presentaciones en clase	5
Trabajos y tareas	5
Prácticas de laboratorio	
Reportes de prácticas de laboratorio	
Actividades de investigación	
Examen final	

Al terminar el curso el alumno poseerá los conocimientos básicos del área de Química Inorgánica, incluyendo: 1) elementos representativos; 2) metales de transición; 3) química de coordinación; 4) estado sólido y, 5) compuestos organometálicos.

Los conocimientos de esta asignatura podrán ser utilizados por el alumno en las



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

VICERRECTORÍA EJECUTIVA/COORDINACIÓN GENERAL ACADÉMICA  
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

SECCIÓN: Unidad de Posgrado  
EXPEDIENTE: Comisión de Educación  
NÚMERO: CGA/CIP/UP/177/2012

**Lic. José Alfredo Peña Ramos**  
**Secretario General**

**At'n. Comisión de educación del**  
**H. Consejo General Universitario**

**Presente**

Por este medio envío a Usted la ficha informativa correspondiente a la solicitud que presenta el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías del siguiente programa académico:

- Doctorado en Ciencias en Química

Lo anterior para consideración de la Comisión de Educación.

Hago propicia la ocasión para reiterarle la seguridad de mi consideración atenta.

**Atentamente**  
**"Piensa y Trabaja"**

Guadalajara, Jalisco, 25 de Octubre de 2012



Secretaría  
General

10,595

recibi

Violeta

fecha

25/10/12

Hora

17:43

1054

**Dr. Víctor González Álvarez**  
**Coordinador de Investigación y Posgrado**



COORDINACIÓN GENERAL  
ACADÉMICA  
COORDINACIÓN DE  
INVESTIGACIÓN  
Y POSGRADO

c.c.p. Dr. Miguel Ángel Navarro Navarro. Vicerrector Ejecutivo  
c.c.p. Dr. Héctor Raúl Solís Gadea. Coordinador General Académico  
c.c.p. Archivo  
VGA/smd\*

## FICHA INFORMATIVA

**ASUNTO:** Observaciones y comentarios al expediente del Programa de la **Doctorado en Ciencias en Química** que presenta el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías

**ELABORÓ:** Coordinación de Investigación y Posgrado

**FECHA:** 24 de Octubre de 2012

### OBSERVACIONES:

#### ***I. FUNDAMENTACION DEL PROGRAMA.***

La demanda estimada de estudiantes presentada en el documento curricular se basa en el número de estudiantes que ha egresado de la Maestría en Ciencias en Química que se ofrecen en la misma institución.

Adicionalmente, la fundamentación no contempla con suficiencia los siguientes elementos:

- a) **El aspecto social** de la fundamentación se refiere a la explicación del contexto socioeconómico que exige la formación del egresado; la identificación de las necesidades sociales que debe atender, las características y la cobertura de su función, su demanda estimada y su campo actual y potencial. Además debe hacer referencia a la preparación y el desempeño de egresados con niveles académicos similares o que por ahora abordan parcial o totalmente la problemática considerada.
- b) **El aspecto institucional** debe explicar el estado actual de la docencia y/o la investigación en esa área de conocimiento, en la propia institución y en otras similares del país, así como los recursos materiales y humanos de que se dispondrían en el caso de aprobarse el proyecto.

La fundamentación debe estar sustentada en un:

**Estudio de pertinencia y factibilidad y sus recitados deben aparecer por escrito en la misma**

Se hará alusión a las diferentes prácticas profesionales (emergentes, dominantes, innovadoras, etc.) que se dan en una determinada disciplina, considerando el grado de servicio a determinados sectores de la población.

Dar a conocer información sobre del número de alumnos en la zona, considerando el total de egresados que se tendrá de las modalidades del programa del que se trate; realizar una prospectiva de los egresados a mediano y largo plazo en el estado y en la región, que incluya a instituciones educativas del mismo nivel.

Exponer las conclusiones de los estudios de mercado, de empleadores, de egresados y de factibilidad, entre otros.

Toda propuesta de creación o modificación de un plan de estudios deberá ser respaldada en la opinión por escrito de expertos externos, tanto en lo pedagógico como en lo disciplinar que deberá aparecer en los anexos.

## **II. ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN CURRICULAR**

### ***Perfiles de ingreso y egreso.***

El perfil de ingreso de la propuesta corresponde más bien a los requisitos de ingreso al doctorado ya que en él:

**Perfil de ingreso:** Se describirán los conocimientos, capacidades, habilidades académico-profesionales, valores y rasgos esenciales de personalidad que se desean en el aspirante, de acuerdo al nivel educativo y al programa correspondiente.

### ***Estructura del plan de estudios***

El plan de estudios de la propuesta le observamos lo siguiente:

- a. El total de créditos para obtener en grado de doctor asciende a 229, lo cual rebasa el número de créditos para un programa integrado de maestría-doctorado, y dado que el caso que se presenta un programa de doctorado con ingreso con maestría se considera que es excesivo.
- b. Los programas que presentan como comparativo son doctorados directos con ingreso desde la licenciatura.
- c. Se incluyen 18 unidades de aprendizaje que son de la Maestría en Ciencias en Química, tal y como se establece en la página 8 del proyecto, sin embargo en la fundamentación se especifica que la demanda estimada de estudiantes se basa en el número de egresados de la Maestría en Ciencias en Química que se ofrecen en la misma institución, por lo que no tiene ningún caso que vuelvan a cursar las mismas unidades de aprendizaje.
- d. Presentan una guía curricular que propone los lineamientos relativos a la trayectoria académica, esto es un instrumento para la elaboración del mapa curricular el cual se debe integrar en el proyecto.

## **III. RECURSOS PARA IMPLEMENTAR EL PROGRAMA**

### ***Planta académica y perfil de los profesores incluyendo las líneas de investigación en las que participan.***

Presentan una planta académica de 23 profesores de los cuales:

- a. 22 son miembros del S.N.I.
- b. Los siguientes profesores participan de tiempo completo en otros programas de posgrado y solamente pueden pertenecer a dos posgrados.

CENTRO UNIV.	PROGRAMA EN EL QUE PARTICIPA	NOMBRE DEL ACADÉMICO			CÓDIGO
CUCEI	MAESTRIA EN CIENCIAS EN INGENIERIA QUIMICA	CASILLAS	SANTANA	NORBERTO	8419698
CUCEI	DOCTORADO EN CIENCIAS EN INGENIERIA QUIMICA	CASILLAS	SANTANA	NORBERTO	8419698

CUCEI	DOCTORADO EN CIENCIAS EN INGENIERIA QUIMICA	BÁRCENA	SOTO	MAXIMILIANO	9025863
CUCEI	MAESTRIA EN CIENCIAS EN INGENIERIA QUIMICA	BARCENA	SOTO	MAXIMILIANO	9025863
CUCEI	MAESTRIA EN CIENCIAS EN QUIMICA	BÁRCENA	SOTO	MAXIMILIANO	9025863

CUCEI	MAESTRIA EN CIENCIAS EN INGENIERIA QUIMICA	MENDIZABAL	MIJARES	EDUARDO	7102259
CUCEI	DOCTORADO EN CIENCIAS EN INGENIERIA QUIMICA	MENDIZABAL	MIJARES	EDUARDO	7102259
CUCEI	MAESTRIA EN CIENCIAS EN QUIMICA	MENDIZABAL	MIJARES	EDUARDO	7102259

CUCEI	MAESTRIA EN CIENCIAS EN INGENIERIA QUIMICA	NUÑO	DONLUCAS	SERGIO MANUEL	9019367
CUCEI	DOCTORADO EN CIENCIAS EN INGENIERIA QUIMICA	NUÑO	DONLUCAS	SERGIO MANUEL	9019367
CUCEI	MAESTRIA EN CIENCIAS EN QUIMICA	NUÑO	DONLUCAS	SERGIO MANUEL	9019367

CUCEI	DOCTORADO EN CIENCIAS EN INGENIERIA QUIMICA	GÓMEZ	SALAZAR	SERGIO	8203873
CUCEI	MAESTRIA EN CIENCIAS EN QUIMICA	GOMEZ	SALAZAR	SERGIO	8203873

CUCEI	DOCTORADO EN CIENCIAS PROCESOS BIOTECNOLOGICOS	CORDOVA	LÓPEZ	JESUS ANTONIO	9904107
CUCEI	MAESTRIA EN CIENCIAS PROCESOS BIOTECNOLOGICOS	CÓRDOVA	LÓPEZ	JESUS ANTONIO	9904107
CUCEI	MAESTRIA EN CIENCIAS EN QUIMICA	CÓRDOVA	LÓPEZ	JESÚS ANTONIO	9904107

CUCEI	DOCTORADO EN CIENCIAS EN INGENIERIA QUIMICA	ESCALANTE	VÁZQUEZ	JOSE INÉS	9301976
CUCEI	MAESTRIA EN CIENCIAS EN INGENIERIA QUIMICA	ESCALANTE	VÁZQUEZ	JOSÉ INÉS	9301976
CUCEI	MAESTRIA EN CIENCIAS EN QUIMICA	ESCALANTE	VAZQUEZ	JOSE INÉS	9301976



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

VICERRECTORÍA EJECUTIVA / COORDINACIÓN GENERAL ACADÉMICA  
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

SECCIÓN: Unidad de Posgrado  
EXPEDIENTE: Comisión de Educación  
NÚMERO: CGA/CIP/UP/015/2013

**Lic. José Alfredo Peña Ramos**  
**Secretario General**

**At'n. Comisión de Educación del**  
**H. Consejo General Universitario**

**Presente**

Por este medio envío a Usted, el proyecto de dictamen correspondiente a la solicitud que presenta el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, para la creación del siguiente programa académico:

- Doctorado en Ciencias en Química.

Lo anterior para consideración de la Comisión de Educación.

Hago propicia la ocasión para reiterarle la seguridad de mi consideración atenta.

**Atentamente**  
**"Piensa y Trabaja"**

Guadalajara, Jalisco, 18 de febrero de 2013

*h. d. s. n.*

**Dr. Víctor González Álvarez**  
Coordinador de Investigación y Posgrado

c.c.p. Dr. Miguel Ángel Navarro Navarro, Vicerrector Ejecutivo  
c.c.p. Dr. Héctor Raúl Solís Gadea, Coordinador General Académico  
c.c.p. Archivo  
VGA/smd\*

RECIBI  
Copia para  
13 FEB 26 10 50  
2131  
SECRETARÍA GENERAL



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

## H. CONSEJO GENERAL UNIVERSITARIO

Exp. 021  
Dictamen Núm. I/2013/\*\*\*

H. CONSEJO GENERAL UNIVERSITARIO  
P R E S E N T E

A estas Comisiones Permanentes Conjuntas de Educación y de Hacienda ha sido turnado el dictamen CONS-CUCEI/CE-CH/004/2012, de fecha 18 de julio de 2012, en el que el Consejo del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, propone la creación del programa académico del Doctorado en Ciencias en Química, y

### Resultando:

1. Que al inicio del año 2008, se empezaron a vislumbrar signos de una crisis económica a nivel global, la cual, como en su momento nos percatamos, se agudizó en los Estados Unidos y en Europa en ese año. Entre los principales factores causantes de la crisis estarían: la sobre valoración de productos, la crisis alimentaria, la elevada inflación, la recesión en todo el mundo y, los altos precios de las materias primas. En 2010, se dieron los primeros pasos para la recuperación, principalmente con la creación de empleos.
2. Que este entorno macro-económico ha afectado a nuestro país, en donde, para la promoción de su crecimiento económico, es necesario fomentar e invertir en educación e investigación encaminándose a crear las bases para el desarrollo de tecnología propia, mucha de la cual se basa en las Ciencias Básicas, tales como la Física, las Matemáticas y la Química; en ese contexto, es de suma importancia apoyar el desarrollo de estas áreas a niveles de excelencia. Aunque es claro que la inversión de recursos en materia de educación e investigación impulsa el desarrollo de la tecnología y contribuye a la formación de recursos humanos especializados, la inversión gubernamental en ese rubro no ha sido la adecuada.
3. Que la Universidad de Guadalajara, como una institución de educación superior cuenta con un Plan Institucional de Desarrollo visión 2030, donde se establece en su política "Impulsar el desarrollo de las entidades de la Red para atender la demanda educativa en las regiones del Estado de Jalisco en las distintas modalidades". En ese documento, se establece que las actividades de investigación son una vía eficaz para mejorar el índice de competitividad del Estado, y que la vinculación entre investigadores nacionales e internacionales, puede coadyuvar a satisfacer las necesidades prioritarias, que le permitan un desarrollo social y económico sustentable. Consecuentemente, las actividades de investigación deberían ampliarse y diversificarse en función de las necesidades del entorno y las posibilidades institucionales.
4. Que la química en el contexto nacional, ocupa un lugar especial, ya que gran parte de la industria de la transformación se basa en esta ciencia. Los investigadores en química participan, de manera directa e indirecta, en diversas ramas industriales y del sector productivo del país, entre ellas, la industria farmacéutica, alimentaria, energética, minera, metalúrgica, de pinturas y la de los polímeros. Más aún, los investigadores en química participan también en las instituciones educativas y en las dependencias gubernamentales en la toma de decisiones.
5. Que la industria química es uno de los sectores más dinámicos de la economía de México y es fundamental para lograr el desarrollo autónomo y sostenible del país. Los proyectos de investigación en química son esenciales para el progreso en los recursos energéticos, en la salud, mejorando la calidad de vida y detona la prosperidad económica. En los últimos



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

## H. CONSEJO GENERAL UNIVERSITARIO

Exp. 021

Dictamen Núm. I/2013/\*\*\*

años, provocado por la globalización de la economía, se ha tenido un incremento en la demanda de profesionales en química. Por ejemplo, se puede intervenir en la atención de programas de salud (recordar casos como la Influenza AH1N1 y la gripe aviar), en la optimización energética (creando opciones sustentables) y en el combate del cambio climático. Estos procesos, por sólo mencionar algunos, se han convertido en un reto científico para lograr una investigación de calidad que desarrolle la tecnología para abordar esos problemas y de esta forma posicionar al país como una nación atractiva para la inversión.

6. Que los sectores productivos del país, el social y el gubernamental, exigen la formación y actualización de recursos humanos más capacitados en todos los niveles, con el objetivo de cumplir con las expectativas que pone la sociedad en las instituciones educativas de nivel superior. Para poder cumplir con este compromiso, se hace indispensable la creación de posgrados que ofrezcan una capacitación especializada con un nivel que pueda lograr un reconocimiento nacional e internacional. El programa propuesto contribuirá a la formación de investigadores en Química, y con ello, elevará la calidad en la educación, así como impulsará la investigación y el desarrollo de tecnología, cumpliendo con la sociedad y el país.
7. Que actualmente, gracias a la plataforma de trabajo que se ha conjuntado en la Maestría en Ciencias en Química programa perteneciente al Padrón Nacional de Posgrados de Calidad desde el 2001, se dispone de la infraestructura física y del personal capacitado de alto nivel requerido para ofertar en forma paralela a dicha Maestría, un Doctorado en Ciencias en Química, capaz de formar recursos humanos de alto nivel en esta área, lo que minimizaría en gran medida los costos de apertura del Doctorado para la institución.
8. Que asimismo, una cantidad importante de estudiantes egresados de la maestría, ha expresado su interés por continuar sus estudios en un Doctorado con orientaciones académicas e intereses de investigación afines a los desarrollados, siendo por ello, el Doctorado propuesto una opción acorde a esos intereses. Además, se implementarán mecanismos de difusión para captar estudiantes con grados de maestría afines a las líneas de investigación propuestas en este programa. En tales circunstancias, se considera que este momento es adecuado para solicitar la creación del Doctorado en Ciencias en Química.
9. Que la Maestría en Ciencias en Química fue creada en 1995, perteneciendo desde 2001 a los padrones de excelencia de CONACYT, habiendo formado en su historia, más de un centenar de Maestros en Ciencias. Sin embargo, la demanda actual ha crecido, al grado de que una parte importante de los egresados han tenido que emigrar a diferentes programas de Doctorado nacionales e internacionales, ante la ausencia de un programa de doctorado local. En tales condiciones, y ante la posibilidad de ofrecer una educación de calidad a nivel doctorado con la infraestructura física y humana disponible, consideramos oportuno, solicitar la creación del Doctorado en Ciencias en Química, con lo cual colaboraremos al desarrollo regional y nacional mediante la formación de recursos humanos de alto nivel y, mediante la generación de productos científicos y tecnológicos de calidad.
10. Que el Colegio Departamental del Departamento de Química, con fecha 19 de octubre del 2011 (Of. CUCEI/DCB/DQ/261/11) le propuso al Consejo de la División de Ciencias Básicas y éste, a su vez, al Consejo del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (Of. CUCEI/CS.BS./0340/2012, del día 4 de mayo del 2012), la creación del programa





# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

## H. CONSEJO GENERAL UNIVERSITARIO

Exp. 021

Dictamen Núm. I/2013/\*\*\*\*

académico del Doctorado en Ciencias en Química, iniciativa que fue aprobada mediante dictamen CONS-CUCE/CE-CH/004/2012, de fecha 18 de julio de 2012.

11. Que la planta académica del programa de doctorado está constituido por un total de 17 profesores de tiempo completo con grado de doctor adscritos a la Universidad de Guadalajara de los cuales 15 son miembros del SNI.
12. Que los Doctores que integran la plantilla docente del Doctorado en Ciencias en Química desarrollan las siguientes líneas de investigación:
  - a. Físicoquímica.
  - b. Química de Polímeros.
  - c. Química Inorgánica y Ambiental.
  - d. Bioquímica y Productos Naturales.
13. Que los **objetivos** del Doctorado en Ciencias en Química son:
  - a) Formar recursos humanos de alto nivel capaces de generar conocimientos científicos y tecnológicos que contribuyan al desarrollo sustentable de la región de occidente y del país.
  - b) Formar recursos humanos de alto nivel capaces de aplicar el conocimiento en forma original e innovadora en las áreas de la Química siguientes: a) Físicoquímica, b) Química de Polímeros, c) Química Inorgánica y Ambiental, d) Bioquímica y Productos Naturales.
  - c) Colaborar en el desarrollo regional mediante la vinculación con el sector productivo y social, fomentando la participación de estudiantes y profesores en proyectos de investigación con financiamiento externo.
  - d) Fortalecer las actividades de investigación y la productividad científica de los profesores adscritos al posgrado, incentivando su permanencia en el Sistema Nacional de Investigadores y su incremento de nivel en dicho sistema.
14. Que el aspirante del programa de Doctorado en Ciencias en Química deberá tener conocimientos de cálculo diferencial e integral, y ser capaz de resolver ecuaciones diferenciales para el modelado de procesos físicos o químicos. Además, debe tener conocimientos generales en termodinámica, química general y química cuántica. Deberá conocer rutas básicas en síntesis orgánica y organometálica y conocimientos específicos de bioquímica, química inorgánica y orgánica; y su relación con los diferentes productos químicos y naturales. El aspirante deberá saber las diferentes formas de consultar bibliografía científica y tener la capacidad en la toma de decisiones y en el trabajo en equipo, además de tener una mentalidad abierta y un pensamiento analítico en temas científicos. El alumno deberá ser una persona íntegra, honesta y responsable, con capacidad de comunicación y con alta responsabilidad social.
15. Que el egresado del Doctorado en Ciencias en Química deberá tener conocimientos, habilidades y actitudes que le permitan ubicarse como un investigador profesional en alguna de las áreas de la Química que ofrece el posgrado, demostrando su capacidad para:
  - a. Realizar el trabajo involucrado en un proyecto científico en forma independiente e innovadora, fundamentándose en criterios de eficiencia, respecto al tiempo y a los materiales, de honestidad, de ética, de previsión de problemas potenciales y, de respeto a su entorno y a sus compañeros de trabajo.
  - b. Proponer proyectos de investigación con las características exigidas por las diferentes entidades financiadoras, sustentando científica y financieramente su viabilidad.



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

## H. CONSEJO GENERAL UNIVERSITARIO

Exp. 021

Dictamen Núm. I/2013/\*\*\*

- c. Decidir y actuar de manera independiente, fundamentándose en un conocimiento científico firme, en la aplicación estricta de la metodología científica y, en la habilidad para intercambiar información con especialistas de otras áreas.
  - d. Dirigir las actividades de investigación del personal subalterno a él asignado.
  - e. Gestionar nuevos apoyos financieros y administrar adecuadamente los disponibles, buscando, en lo posible, el uso optimizado de recursos humanos y materiales.
  - f. Transferir eficientemente el conocimiento generado, sea en forma oral o escrita, a un público masivo o en comunicación privada, mediante la última tecnología vigente o mediante los métodos tradicionales, a un público especializado o a un auditorio general; en resumen, ser un portavoz científico adaptable a cualquier situación potencialmente probable.
16. Que el Doctorado en Ciencias en Química es un programa de modalidad escolarizada y con orientación a la investigación.
17. Que los programas de posgrado son de la Universidad de Guadalajara, por lo que los Centros Universitarios podrán solicitar a la Comisión de Educación del H. Consejo General Universitario ser sede. La apertura se autorizará siempre y cuando se cumplan los requisitos y criterios del Reglamento General del Posgrado.

En virtud de los resultandos antes expuestos y

### Considerando:

- I. Que la Universidad de Guadalajara es un organismo público descentralizado del Gobierno del Estado de Jalisco con autonomía, personalidad jurídica y patrimonio propio, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 1 de su Ley Orgánica, promulgada por el Ejecutivo local el día 15 de enero de 1994, en ejecución del Decreto No. 15319, del H. Congreso del Estado de Jalisco.
- II. Que como lo señalan las fracciones I, II y IV, artículo 5 de la Ley Orgánica de la Universidad, en vigor, son fines de esta Casa de Estudios la formación y actualización de los técnicos, bachilleres, técnicos profesionales, profesionistas, graduados y demás recursos humanos que requiere el desarrollo socioeconómico del Estado; organizar, realizar, fomentar y difundir la investigación científica, tecnológica y humanística; y coadyuvar con las autoridades educativas competentes en la orientación y promoción de la educación superior, así como en el desarrollo de la ciencia y la tecnología.
- III. Que es atribución de la Universidad realizar programas de docencia, investigación y difusión de la cultura, de acuerdo con los principios y orientaciones previstos en el artículo 3 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como la de establecer las aportaciones de cooperación y recuperación por los servicios que presta, tal y como se estipula en las fracciones III y XII, artículo 6 de la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara.
- IV. Que de acuerdo con el artículo 22 de su Ley Orgánica, la Universidad de Guadalajara adoptará el modelo de Red para organizar sus actividades académicas y administrativas.
- V. Que es atribución del Consejo General Universitario, conforme lo establece el artículo 31, fracción VI, de la Ley Orgánica y el artículo 39, fracción I, del Estatuto General, crear,



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

## H. CONSEJO GENERAL UNIVERSITARIO

Exp. 021

Dictamen Núm. I/2013/\*\*\*

suprimir o modificar carreras y programas de posgrado y promover iniciativas y estrategias para poner en marcha nuevas carreras y posgrados.

- VI. Que conforme lo previsto en el artículo 27, de la Ley Orgánica, el H. Consejo General Universitario funcionará en pleno o por comisiones.
- VII. Que es atribución de la Comisión de Educación conocer y dictaminar acerca de las propuestas de los Consejeros, el Rector General o de los Titulares de los Centros, Divisiones y Escuelas, así como proponer las medidas necesarias para el mejoramiento de los sistemas educativos, los criterios de innovación pedagógica, la administración académica y las reformas de las que estén en vigor, conforme lo establece el artículo 85, fracciones I y IV, del Estatuto General.
- Que la Comisión de Educación, tomando en cuenta las opiniones recibidas, estudiará los planes y programas presentados y emitirá el dictamen correspondiente -que deberá estar fundado y motivado- y se pondrá a consideración del H. Consejo General Universitario, según lo establece el artículo 17, del Reglamento General de Planes de Estudio de esta Universidad.
- VIII. Que de conformidad con el artículo 86, fracción IV, del Estatuto General, es atribución de la Comisión de Hacienda proponer al Consejo General Universitario el proyecto de aranceles y contribuciones de la Universidad de Guadalajara.
- IX. Que tal y como lo prevén los artículos 8, fracción I, y 9, fracción I, del Estatuto Orgánico del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, es atribución de la Comisión de Educación de ese Centro Universitario dictaminar sobre la pertinencia y viabilidad de las propuestas para la creación, modificación o supresión de carreras y programas de posgrado a fin de remitirlas, en su caso, al H. Consejo General Universitario.
- X. Que los criterios y lineamientos para el desarrollo de posgrados, así como su organización y funcionamiento, además de la presentación, aprobación y modificación de sus planes de estudio, son regulados por el Reglamento General de Posgrado de la Universidad de Guadalajara y, en especial, por los artículos 1, 3, 7, 10 y del 18 al 28 de dicho ordenamiento.

Por lo antes expuesto y fundado, estas Comisiones Permanentes Conjuntas de Educación y de Hacienda tienen a bien proponer al pleno del H. Consejo General Universitario tienen a bien proponer los siguientes

### Resolutivos:

**PRIMERO.** Se aprueba la creación, del programa académico del **Doctorado en Ciencias en Química**, de la Red Universitaria con sede en el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, a partir del ciclo escolar 2013 "B".

**SEGUNDO.** El Programa del **Doctorado en Ciencias en Química**, es un programa enfocado a la investigación de modalidad escolarizada y comprende las siguientes áreas de formación y unidades de aprendizaje:

### PLAN DE ESTUDIOS

Página 5 de 11



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

## H. CONSEJO GENERAL UNIVERSITARIO

Exp. 021

Dictamen Núm. I/2013/\*\*\*

Áreas de Formación	Créditos	Porcentaje
Área de Formación Básica Particular Selectiva	30	17
Área de Formación Especializante Obligatoria	110	61
Área de Formación Optativa Abierta	40	22
<b>Número de créditos para optar por el grado</b>	<b>180</b>	<b>100</b>



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

## H. CONSEJO GENERAL UNIVERSITARIO

Exp. 021

Dictamen Núm. I/2013/\*\*\*

### ÁREA DE FORMACIÓN BÁSICA PARTICULAR SELECTIVA

UNIDAD DE APRENDIZAJE	TIPO <sup>3</sup>	HORAS BCA <sup>1</sup>	HORAS AMI <sup>2</sup>	HORAS TOTALES	CRÉDITOS	PRE-REQUISITO
Termodinámica Química Avanzada	C	85	91	176	11	
Química Cuántica y Estadística	C	85	91	176	11	
Cinética Química Avanzada	C	85	91	176	11	
Síntesis de Polímeros	C	68	60	128	8	
Reacciones de Policondensación	C	85	91	176	11	
Química Orgánica Avanzada I	C	85	91	176	11	
Bioquímica Avanzada	C	85	91	176	11	
Biocatálisis	C	85	91	176	11	
Química Inorgánica	C	85	91	176	11	
Química del Estado Sólido	C	85	91	176	11	
Química Farmacéutica y de Productos Naturales	C	85	91	176	11	
Química del Agua	C	85	91	176	11	
Matemáticas Aplicadas a Química	C	68	60	128	8	

### ÁREA DE FORMACIÓN ESPECIALIZANTE OBLIGATORIA

UNIDAD DE APRENDIZAJE	TIPO <sup>3</sup>	HORAS BCA <sup>1</sup>	HORAS AMI <sup>2</sup>	HORAS TOTALES	CRÉDITOS	PRE-REQUISITO
Seminario de Avance de Proyecto de Investigación I	CT	32	128	160	10	Seminario de Investigación en Química I
Seminario de Avance de Proyecto de Investigación II	CT	32	128	160	10	Seminario de Avance de Proyecto de Investigación I
Seminario de Avance de Proyecto de Investigación III	CT	32	128	160	10	Seminario de Avance de Proyecto de Investigación II
Seminario de Avance de Proyecto de Investigación IV	CT	32	128	160	10	Seminario de Avance de Proyecto de Investigación III
Seminario de Avance de Proyecto de Investigación V	CT	32	128	160	10	Seminario de Avance de Proyecto de Investigación IV
Seminario de Avance de Proyecto de Investigación VI	CT	32	128	160	10	Seminario de Avance de Proyecto de Investigación V



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

## H. CONSEJO GENERAL UNIVERSITARIO

Exp. 021  
Dictamen Núm. I/2013/\*\*\*

Total		192	768	960	60	
-------	--	-----	-----	-----	----	--

UNIDAD DE APRENDIZAJE	CRÉDITOS
Tesis doctoral	50
<b>Total</b>	<b>50</b>

El área de formación especializante obligatoria contempla los créditos establecidos en el resolutivo tercero del presente dictamen.

### ÁREA DE FORMACIÓN OPTATIVA ABIERTA

UNIDAD DE APRENDIZAJE	TIPO <sup>3</sup>	HORAS BCA <sup>1</sup>	HORAS AMI <sup>2</sup>	HORAS TOTALES	CRÉDITOS	PRE- REQUISITO
Termoquímica Avanzada	C	68	60	128	8	
Técnicas Calorimétricas	C	68	60	128	8	
Química Computacional	C	68	60	128	8	
Análisis de Superficies y Películas Delgadas	C	68	60	128	8	
Reología	C	68	60	128	8	
Ciencia de los Polímeros	C	68	60	128	8	
Métodos de Caracterización de Polímeros	C	68	60	128	8	
Estructura y Propiedades de los Materiales	C	68	60	128	8	
Propiedades de Polímeros	C	68	60	128	8	
Espectroscopía y Métodos de Separación	C	68	60	128	8	
Síntesis Orgánica Avanzada	C	68	60	128	8	
Química Orgánica Avanzada II	C	68	60	128	8	
Espectroscopía para Análisis Orgánico Estructural	C	68	60	128	8	
Química Organometálica Avanzada	C	68	60	128	8	
Cristalografía Química y Mineralogía	C	68	60	128	8	
Preparación y Caracterización de Materiales en Estado Sólido	C	68	60	128	8	
Métodos Numéricos en Ingeniería Química	C	68	60	128	8	
Matemáticas Avanzadas en Ingeniería Química I	C	85	91	176	11	
Alimentos Funcionales	C	68	60	128	8	
Bioquímica del Metabolismo de Bacterias y Arqueobacterias	C	68	60	128	8	



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

## H. CONSEJO GENERAL UNIVERSITARIO

Exp. 021  
Dictamen Núm. I/2013/\*\*\*

Química Avanzada de los Productos Naturales	C	68	60	128	8	
Quimiometría: Planeación y Optimización de Experimentos	C	68	60	128	8	
Seminario de Investigación en Química	C	48	64	112	7	
Seminario de Investigación en Química	C	48	64	112	7	Seminario de Investigación en Química I
Seminario de Investigación en Química III	C	48	64	112	7	Seminario de Investigación en Química II
Temas Selectos en Química Orgánica	C	68	60	128	8	
Temas Selectos en Polímeros	C	68	60	128	8	
Temas Selectos en Electroquímica	C	68	60	128	8	
Temas Selectos en Bioquímica	C	68	60	128	8	
Temas Selectos en Fisicoquímica	C	68	60	128	8	
Temas selectos en Química del Agua	C	68	60	128	8	
Temas Selectos en Química Farmacéutica	C	68	60	128	8	
Temas Selectos en Caracterización de Polímeros	C	68	60	128	8	
Temas Selectos en Química Inorgánica	C	68	60	128	8	
Temas Selectos en Química Teórica	C	68	60	128	8	

<sup>1</sup>BCA = horas bajo la conducción de un académico.

<sup>2</sup>AMI = horas de actividades de manera independiente.

<sup>3</sup>CT = Curso Taller

C = Curso

**TERCERO.** El trabajo de tesis de doctorado consiste en el reporte de una investigación original que contribuya de manera relevante al campo de especialización del candidato. El registro de los créditos correspondientes será realizado por el Coordinador del Programa, con la aprobación de la Junta Académica, quién podrá emitir su aprobación, únicamente cuando el solicitante haya demostrado a satisfacción de dicha Junta, que el artículo científico mencionado en el resolutivo octavo párrafo (b) ha sido enviado y que los lectores del trabajo de tesis han autorizado la impresión del documento de tesis.

**CUARTO.** La Junta Académica propondrá al Rector del Centro el número mínimo y máximo de alumnos por promoción y la periodicidad de las mismas, con fundamento en los criterios académicos y de calidad.

**QUINTO.** Los requisitos de ingreso al Doctorado en Ciencias en Química, además de los establecidos en la normatividad universitaria, son los siguientes:



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

## H. CONSEJO GENERAL UNIVERSITARIO

Exp. 021  
Dictamen Núm. I/2013/\*\*\*

- a. El grado de Maestro o en su caso el acta de examen de grado, para el caso de Doctorado;
- b. Acreditar un promedio mínimo de ochenta con certificado original o documento que sea equiparable de los estudios precedentes, según sea el caso;
- c. Aprobar un examen de selección que conste de:
  1. Un examen de conocimientos generales en: Termodinámica Química, Matemáticas, Química Orgánica, Química Inorgánica y Bioquímica.
  2. Un examen de inglés (lectura y comprensión).
  3. Un examen de razonamiento lógico matemático y lógico analítico.
- d. Aprobar una entrevista con un miembros de la planta académica;
- e. Carta de exposición de motivos para cursar el programa, y
- f. Aprobar los demás requisitos publicados en la convocatoria respectiva.

**SEXTO.** Los requisitos de permanencia son los establecidos por la normatividad universitaria vigente.

**SÉPTIMO.** La modalidad para obtener el grado de doctor será tesis.

**OCTAVO.** Para obtener el grado de Doctorado en Ciencias en Química, además de los establecidos por la Normatividad Universitaria son los siguientes requisitos:

- a. Cumplir los créditos señalados en el plan de estudios.
- b. Contar con la aceptación o la publicación de un artículo científico incluyendo resultados de su tesis de doctorado, en una revista indexada en el Journal Citation Reports o en otro índice avalado por la Junta Académica.
- c. Presentar, defender y aprobar la tesis de grado, ante un jurado designado por la Junta Académica de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento General de Posgrado.
- d. Obtener un puntaje de al menos 450 puntos en el examen TOEFL o su equivalente, mediante el documento de acreditación correspondiente.

**NOVENO.** El doctorado tendrá una duración de 7 (siete) semestres, los cuales serán contados a partir del momento de la inscripción del alumno, excluyendo los periodos en los que oficialmente haya sido autorizada su ausencia del posgrado.

**DÉCIMO.** Los certificados se expedirán como Doctorado en Ciencias en Química. El grado se expedirá como Doctor o Doctora en Ciencias en Química.

**DÉCIMO PRIMERO.** Los alumnos del Doctorado en Ciencias en Química aportarán por concepto de matrícula semestral el equivalente a 3 (tres) salarios mínimos generales mensuales, vigentes en la zona metropolitana de Guadalajara.

**DÉCIMO SEGUNDO.** Para favorecer la movilidad estudiantil y la internacionalización de los planes de estudio, la Junta Académica, de conformidad a lo previsto en el Reglamento General de Posgrado de la Universidad de Guadalajara, propondrá el número de alumnos para intercambio y los criterios que deben establecerse en el convenio para su envío y recepción.

**DÉCIMO TERCERO.** El costo de operación e implementación de este programa educativo será cargado al techo presupuestal que tiene autorizado el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. Los recursos generados por concepto de las cuotas de inscripción y recuperación,





# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

## H. CONSEJO GENERAL UNIVERSITARIO

Exp. 021  
Dictamen Núm. I/2013/\*\*\*

más los que se gestionen con instancias financiadoras externas, serán canalizados a este programa educativo.

**DÉCIMO CUARTO.** De conformidad a lo dispuesto en el último párrafo del artículo 35 de la Ley Orgánica, solicítase al C. Rector General resuelva provisionalmente la presente propuesta, en tanto la misma es aprobada por el pleno del H. Consejo General Universitario.

Atentamente  
"PIENSA Y TRABAJA"  
Guadalajara, Jal.; 8 de febrero de 2013  
Comisiones Permanentes Conjuntas de Educación y de Hacienda

Dr. Marco Antonio Cortés Guardado  
Presidente

Mtro. Pablo Arredondo Ramírez

Dra. Ruth Padilla Muñoz

Dr. Héctor Raúl Pérez Gómez

Mtro. I. Tonatiuh Bravo Padilla

Mtro. Miguel Enrique Magaña Virgen

Dr. Martín Vargas Magaña

C. Diego Arturo Zavala Trejo

C. Marco Antonio Núñez Becerra

Lic. José Alfredo Peña Ramos  
Secretario de Actas y Acuerdos