



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA**



**PROYECTO DE MODIFICACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS DE LA  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA QUÍMICA**

**TOMO I**

**Título que se otorga:  
Ingeniero Químico**

Fecha de aprobación del H. Consejo Técnico:  
13 de agosto de 2013

# ÍNDICE

## TOMO I

---

<b>1.</b>	<b>PRESENTACIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>5</b>
	Introducción	6
1.1	Antecedentes	9
<b>2.</b>	<b>FUNDAMENTACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS</b>	<b>12</b>
2.1	Avances de la disciplina	13
2.2	Necesidades sociales que atiende el plan de estudios	14
2.3	Campos de trabajo actual y potencial	15
2.4	Estudios similares que se imparten en los ámbitos nacional e internacional	16
2.5	Justificación de la formación de profesionistas en la disciplina que compete al plan de estudios	20
<b>3.</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>23</b>
<b>4.</b>	<b>PLAN DE ESTUDIOS</b>	<b>24</b>
4.1	Objetivo	25
4.2	Perfiles	25
	4.2.1 De ingreso	25
	4.2.2 Intermedio	25
	4.2.3 De egreso	26
	4.2.4 Profesional	29
4.3	Duración de los estudios, total de créditos y asignaturas o módulos	31
4.4	Estructura y organización de la propuesta de modificación del plan de estudios	33
	4.4.1 Ciclo Básico	36
	4.4.2 Ciclo Profesional	37
4.5	Mecanismos de flexibilidad	38
4.6	Seriación	40
4.7	Tablas de asignaturas por semestre	41
4.8	Mapa curricular del plan de estudios propuesto	45
4.9	Tabla comparativa de las características generales del plan de estudios vigente y el propuesto	46
4.10	Requisitos	46
	4.10.1 De ingreso	46
	4.10.2 Extracurriculares y prerrequisitos	46
	4.10.3 De permanencia	46
	4.10.4 De egreso	47

4.10.5 De titulación	47
<b>5. CRITERIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS</b>	<b>49</b>
5.1 Recursos humanos	50
5.2 Infraestructura	50
5.3 Tabla de transición entre planes de estudio	51
5.3.1 Criterios administrativos	51
5.4 Tabla de equivalencias entre el plan de estudios vigente y el plan de estudios propuesto	51
<b>6. EVALUACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS</b>	<b>55</b>
6.1 Examen diagnóstico al ingreso	55
6.2 Examen diagnóstico del logro del perfil intermedio	56
6.3 Seguimiento de la trayectoria escolar	57
6.4 Evaluación de las asignaturas con alto índice de reprobación	58
6.5 Seguimiento del abandono escolar	58
6.6 Evaluación de la docencia, investigación y vinculación	59
6.7 Criterios generales de los programas de superación y actualización del personal académico	60
6.8 Evaluación del estado de los recursos materiales e infraestructura	61
6.9 Seguimiento de egresados	61
6.9.1 Seguimiento de alumnos en servicio social	62
6.9.2 Análisis de la práctica profesional	63
6.11 Mecanismos de actualización de contenidos y bibliografía	63
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>65</b>

## **ANEXOS**

<b>ANEXO 1</b>	<b>68</b>
• Oficio de aprobación del Consejo Universitario en 1993, de la separación administrativa de los componentes de la carrera de Ingeniería Química del 4º al 9º semestres.	69
• Oficio de aprobación de la modificación del plan de estudios por el Consejo Técnico.	71
<b>ANEXO 2</b>	<b>72</b>
• Opciones de titulación ratificadas por el Consejo Técnico.	73
• Oficio de aprobación del reglamento de operación de las opciones de titulación.	76
• Reglamento de operación de las opciones de obtención del título de licenciatura de la FES Zaragoza.	77

# TOMO I

# PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

La propuesta de modificación del Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Química de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, corresponde a la modificación llevada a cabo en el marco del artículo 15 del Reglamento General para la Presentación, Aprobación y Modificación de Planes de Estudio (RGPAMPE).

Para tal efecto, se convocó al claustro de profesores para realizar la evaluación del Plan y Programas de Estudio (PPE). En este sentido, se establecieron las siguientes acciones y estrategias: (i) revisión y evaluación del PPE por la Jefatura y el Comité Académico de la Carrera de IQ, (ii) encuentros con egresados, (iii) talleres para la revisión y propuestas de actualización del PPE por áreas y (iv) creación de una Comisión para la Revisión, Evaluación y Actualización del PPE.

De las anteriores estrategias se establecieron los siguientes acuerdos y acciones, los cuales se presentaron ante el H. Consejo Técnico:

- El Plan de Estudios por sus características innovadoras de origen, sigue siendo vigente para la disciplina en cuanto a su fundamentación académica, considerando su flexibilidad y la versatilidad multidisciplinaria planteadas.
- Se modificaron los objetivos de aprendizaje, se actualizaron los contenidos de los programas de todos los módulos, se actualizó la bibliografía de los programas, así como el perfil profesiográfico y los procedimientos de evaluación del aprendizaje.
- Se estimó pertinente mantener los perfiles de ingreso, permanencia y de egreso, el mapa curricular, la denominación de las asignaturas y/o módulos y su seriación.

Considerando los puntos antes señalados, el pleno del H. Consejo Técnico de la FES Zaragoza, aprobó esta propuesta del Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Química en la sesión ordinaria celebrada el día 13 de agosto de 2013 (acuerdo N°. 13/08-SO/19.1), acorde con lo establecido en el Reglamento General para la Presentación, Aprobación y Modificación de Planes de Estudio (RGPAMPE).

El plan propuesto deberá ser aprobado por el pleno del Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías (CAACFMI) y tendrá vigencia a partir del ciclo lectivo inmediato posterior a su aprobación. Se aplicará a los alumnos que ingresen a la licenciatura a partir del semestre 2016-1.

# INTRODUCCIÓN

En gran parte, el vertiginoso crecimiento de la industria química en México ha sido posible gracias a la sólida preparación de los profesionistas nacionales, formados en las universidades del país y, en particular, en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Sin embargo, esto no es suficiente, ya que hasta ahora no hemos emprendido la importante tarea de desarrollar una tecnología propia. Esto se debe, en parte, a razones económicas que han favorecido una industrialización acelerada sin importar el origen de la tecnología, pero también a la falta de confianza en nuestra propia cultura científica y tecnológica, que ha impedido establecer los mecanismos para asimilar la tecnología que hemos adquirido a un costo tan elevado. Este problema se debe abordar desde los centros educativos, donde es necesario proporcionar a los estudiantes una formación suficientemente sólida, una cultura científico-tecnológica adecuada que les permita como profesionistas actuar con firmeza y seguridad al resolver los problemas nacionales de su competencia.

En los últimos años dos factores han contribuido a hacer más difícil esta labor educativa: la sobrepoblación de los centros educativos, con todos los problemas que esto acarrea, y el crecimiento explosivo del conocimiento científico y tecnológico, que ha traído como consecuencia una ampliación de las áreas de actividad del ingeniero químico. Sin embargo, estos factores no han hecho sino agudizar el problema básico de la educación tradicional. La raíz del problema estriba en que el estudiante no siente una necesidad directa de los conocimientos que le tratamos de comunicar y, sin embargo, se ve obligado a ocuparse de ellos. En general, no logramos despertar en el estudiante una inquietud intelectual por conocer las verdades descubiertas por los técnicos y por los hombres de ciencia y, por tanto, estos hallazgos no significan nada para él.

Y así, nos encontramos con la siguiente paradoja: por una parte, la cultura no tiene más sentido que responder en una u otra medida a necesidades efectivamente sentidas por el hombre, mientras que el mecanismo seleccionado para adquirir esta cultura es estudiar, lo cual no es sentir estas necesidades. La cultura adquirida no es auténticamente asimilada y el egresado carece de confianza en sus habilidades en el momento de enfrentarse a un nuevo problema, a una necesidad real. Obviamente el problema no se resuelve dejando de estudiar, ya que tanto la ciencia como la tecnología han surgido de una verdadera y vital necesidad, la de aprovechar más eficientemente los recursos disponibles en beneficio de la humanidad. Y si bien es cierto, que en forma inmediata y directa lo único que nos hace falta son las técnicas, y que éstas se pueden transmitir en forma mecánica, también es cierto que los problemas a los que se debe enfrentar el hombre son cada vez más complejos y difíciles, y que las técnicas actuales no bastan para resolverlos. Es necesario buscar cada vez con mayor intensidad, nuevos caminos para resolver viejos y recientes problemas. Para esto es imprescindible tener una sólida formación científica, ya que la ciencia nos permite rectificar las teorías falsas, los caminos equivocados, delimita las alternativas posibles y hace, en general, más eficiente la búsqueda de nuevas soluciones.

Tampoco es válido suponer que México podrá siempre ir a la zaga del resto del mundo, importando la tecnología que ha sido desarrollada en otros lugares para resolver nuestros problemas tecnológicos, ya que si bien estos problemas, en muchos casos, son similares a los que dieron lugar a la tecnología existente, rara vez son iguales y, por lo tanto, las soluciones propuestas no son necesariamente las mejores para nuestras condiciones particulares. Por otra parte, ¿quién va a desarrollar la tecnología necesaria para resolver problemas propios que no se presenten en otras partes del mundo? Contamos con materias primas que son aprovechadas y necesidades sociales que no son satisfechas porque no hemos sido capaces de desarrollar la tecnología adecuada. Todo esto sin contar que la dependencia tecnológica no nos beneficia ni política ni económicamente.

Un factor indispensable para alcanzar un desarrollo tecnológico propio es la formación de ingenieros químicos capaces, que desempeñen con seguridad y confianza las diversas actividades profesionales a ellos encomendadas, con pleno conocimiento de su interrelación con otras profesiones y con capacidad para analizar en cada caso la repercusión de su actividad profesional en la sociedad en que vive. Esto es posible, si logramos despertar en los estudiantes la inquietud, la necesidad intelectual que los motive a adquirir los conocimientos científicos y tecnológicos indispensables que los respalden en su vida profesional. Por tanto, es conveniente reformar el sistema de enseñanza desde los niveles básicos y, fundamentalmente, la necesidad de generar conocimientos con responsabilidad social. El gran desafío que se nos presenta, tanto en nuestro papel de ingenieros químicos preocupados por el futuro de nuestra profesión y de nuestro país, así como en el de educadores responsables de la superación de nuestras respectivas casas de estudio, es lograr llevar a cabo no sólo la formación de ingenieros químicos de alta calidad, sino también formar ciudadanos con responsabilidad social.

El campo profesional del ingeniero químico es muy amplio, ya que se involucra en todas las actividades que se relacionen con el procesamiento de materias primas (de origen animal, vegetal o mineral) que tengan como fin obtener productos de mayor valor y utilidad.

Lo anterior implica una demanda creciente de ingenieros químicos suficientemente preparados para responder a las condiciones cambiantes de la industria química del país. Por lo tanto, el papel de las universidades es asumir la responsabilidad que implica la formación de ingenieros químicos con un alto nivel de preparación acorde con los retos o problemas que se presentan en nuestro país.

El Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Química de la FES Zaragoza resultó vanguardista y sirvió de ejemplo a otras instituciones de educación superior debido, entre otras cosas, a su enfoque multidisciplinario, amplio e integrador, a la incorporación de las nuevas tendencias de la profesión, a que favorece el desarrollo de las capacidades del alumno para enfrentar nuevos problemas, a la combinación de la teoría con la práctica mediante proyectos específicos lo cual se considera su principal fortaleza, a la enseñanza de las operaciones unitarias en forma modular y a que privilegia la enseñanza activa. Este plan de estudios rápidamente se distinguió de otros planes de ingeniería química por su enfoque hacia el área de proyectos al considerar, a partir del cuarto semestre, seis Laboratorios y Talleres de Proyectos (LTP) –teórico-prácticos– hacia los que convergen cada una de las asignaturas del módulo correspondiente (González, 2011).

En este contexto, la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza se ha dado a la tarea de proponerla modificación del Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Química a partir de estrategias de trabajo colaborativo entre alumnos, docentes, egresados y empleadores del sector industrial que, mediante sus saberes académicos, profesionales, técnicos y experienciales, contribuyen, en gran medida, a la formación de profesionales capaces de enfrentar los nuevos retos que presenta la industria química en nuestro país y sentar así las bases para las nuevas perspectivas que se esperan a nivel mundial.

Este proyecto no pretende modificar sustancialmente el plan de estudios vigente. Su alcance se limita a la actualización de los contenidos temáticos de los programas académicos y la bibliografía.



# 1.1 ANTECEDENTES

Durante la década de los setentas, el campo educativo en México fue objeto de cambios muy importantes. Particularmente, la Universidad Nacional Autónoma de México incrementó sensiblemente su oferta educativa a nivel bachillerato y profesional. En el primer caso, se creó el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), mientras que en el segundo, se crearon la Universidad Abierta y las Escuelas Nacionales de Estudios Profesionales (ENEP), que posteriormente dieron lugar a las actuales Facultades de Estudios Superiores (FES).

En 1975, el H. Consejo Universitario aprobó la creación de la ENEP Zaragoza como una Unidad Multidisciplinaria en la que se impartirían las carreras de Biología, Enfermería, Química Farmacéutica Biológica, Médico Cirujano, Cirujano Dentista, Psicología e Ingeniería Química.

La ENEP Zaragoza inició sus actividades en enero de 1976 sin todavía tener perfectamente definido el plan de estudios para la Licenciatura en Ingeniería Química, el cual sería terminado sobre la marcha, para posteriormente presentarlo para su aprobación al H. Consejo Técnico.

En su momento, el plan de estudios de esta licenciatura resultó vanguardista, a tal grado que ha servido de ejemplo a otras instituciones de educación superior debido, entre otras cosas, a:

- Su enfoque multidisciplinario, amplio e integrador,
- La incorporación de las nuevas tendencias de la profesión,
- Su organización para favorecer el desarrollo de las habilidades y capacidades del alumno para enfrentar y resolver nuevos problemas,
- La combinación de la teoría con la práctica mediante proyectos específicos, que es su principal fortaleza,
- La enseñanza de las operaciones unitarias en forma modular, y
- Que privilegia la enseñanza activa.

El Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Química de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza se distinguió rápidamente de otros planes de ingeniería química de la UNAM, y de otras instituciones de educación superior mexicanas, por su enfoque hacia el área de proyectos, al considerar, a partir del cuarto semestre, seis asignaturas, denominadas “Laboratorio y Taller de Proyectos (LTP)”, como elementos que permitirían integrar la teoría con la práctica de las asignaturas teóricas que se impartirían en el semestre correspondiente.

En el año de 1993, el Consejo Universitario realizó una separación administrativa de los componentes de la Licenciatura en Ingeniería Química, del 4° al 9° semestres, con el propósito de generar un acta de calificación para cada uno de ellos (Anexo 1). Este cambio no repercutió en el total de créditos del plan de estudios.

La Facultad de Estudios Superiores Zaragoza se ha dado a la tarea de formar ingenieros químicos, con un plan de estudios modular, que sigue siendo novedoso para la enseñanza de la ingeniería química en México, que continua teniendo vigencia, como se señaló en su primera revisión formal llevada a cabo entre los meses de febrero y marzo de 1996, y que se volvió a confirmar en el taller realizado por académicos de la licenciatura en junio de 2011. Con el fin de actualizar y/o reestructurar este plan de estudios, se realizaron una serie de “Seminarios de Ingeniería Química”, cuyo propósito fundamental fue el de crear un espacio de discusión y análisis en donde los sectores de la academia, la investigación y la industria realizaran un intercambio de ideas y puntos de vista que permitieran analizar el perfil profesional del ingeniero químico.

El plan de estudios de la Licenciatura en Ingeniería Química en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza tiene una duración de 9 semestres, con un total de 430 créditos. Es un plan constituido por módulos y se encuentra conformado por un ciclo básico y un ciclo profesional. En el ciclo básico, que incluye del primero al tercer semestres, el alumno cursa asignaturas fundamentales del área de las ciencias químico biológicas tales como: química, matemáticas, fisicoquímica y laboratorio de ciencia básica y se pretende que el mismo adquiera una capacidad adecuada como requisito para cursar el ciclo subsecuente. El ciclo profesional, de cuarto a noveno semestres, faculta al alumno para el desarrollo de ciertas habilidades, destrezas y actitudes y le ofrece una formación integral en las áreas del conocimiento que corresponden a su campo profesional.

En el ciclo profesional, se encuentra en cada uno un Laboratorio y Taller de Proyectos (LTP) que es un módulo que integra los conocimientos adquiridos en el semestre correspondiente y en el cual se aplican los conocimientos teóricos adquiridos a lo largo de la licenciatura para la resolución de problemas específicos. Esta característica, permite que el alumno, desde etapas muy tempranas de su formación, tenga un contacto más directo con lo que será su campo de trabajo.

Otro aspecto importante del plan de estudios es que brinda al alumno las herramientas necesarias para que genere un proyecto de ingeniería derivado de situaciones reales, lo exponga y defienda al final de un curso, lo que le permite adquirir seguridad, experiencia y desarrollar aquellas habilidades que le serán de gran utilidad en el ámbito profesional (González, 2011).

Después de casi 22 años de operación, y sin haber recibido modificación alguna, es posible pensar que el Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Química ha perdido parcialmente su pertinencia social, sin embargo, los proyectos de investigación desarrollados en los LTPs han jugado un papel determinante para el mantenimiento de su vigencia.

Las temáticas abordadas en los LTPs deben ser propuestas cada semestre por cada profesor de las asignaturas del mapa curricular y, posteriormente, sometidas a consideración y aprobación del Comité Académico de la Carrera, lo que ha permitido enfrentar continuamente problemas de actualidad, y hasta de vanguardia social, asegurando la pertinencia del plan de estudios vigente.

El testimonio de los participantes, en el Primer Encuentro de Egresados, celebrado del 18 al 20 de mayo de 2011, las conclusiones de los profesores de la Licenciatura que asistieron al Taller de Actualización del Plan de Estudios, llevado a cabo durante el mes de junio de 2011, y los resultados

del Segundo Encuentro de Egresados, celebrado el 5 de septiembre de 2012, permiten establecer que el Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Química sigue siendo pertinente y vigente para resolver los problemas actuales de la industria química, por lo que se considera que, en lo que se refiere a la formación básica y de ingeniería, no requiere cambios sustantivos.

Cabe señalar que la pertinencia y actualidad del plan de estudios acaba de ser ratificado por la reciente acreditación de la licenciatura por el CACEI, organismo acreditador de las Ingenierías. Si bien se hicieron algunos señalamientos al respecto del mismo plan de estudios, se reconoció la organización académica y la preparación profesional de los egresados del programa.

## **2. FUNDAMENTACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS**

## 2.1 AVANCES DE LA DISCIPLINA

La globalización ha acentuado la concentración de capitales en ciertas zonas del mundo. El desarrollo de tecnología, generalmente asociada a la acumulación del capital, también se concentra en los países industrializados. Estos países (líderes tecnológicos) definen los nuevos modos de producción, los nuevos productos de interés para la sociedad y las características de los mercados.

La ingeniería química se define como “la profesión en la cual el conocimiento de las matemáticas, química y otras ciencias básicas es aplicado con juicio para desarrollar maneras económicas de usar materiales y energía para el beneficio de la humanidad” (Agrawal & Mallapragada, 2010). Pero la ingeniería química no es un conjunto rígido de asignaturas que permanecen invariables, pues su contenido se ha ido perfilando a lo largo del tiempo, ajustándose a las distintas exigencias cambiantes con el propio desarrollo industrial y de las sociedades. Por lo que, en términos generales, se ha caracterizado por transformar las materias primas en productos útiles mediante la aplicación de procesos de tipo físico y químico que impacten favorablemente a la sociedad y que, a su vez, le retribuyan ganancias.

De ahí que se fundamenta en ciencias básicas tales como las matemáticas (álgebra lineal o superior, cálculo, ecuaciones diferenciales, métodos numéricos, matemática avanzada), las ciencias básicas de la ingeniería química (termodinámica, fenómenos de transporte, cinética química) y disciplinas aplicadas como son la ingeniería de procesos, el diseño de reactores, el diseño de equipos para procesos químicos y procesos de separación. También se van incorporando elementos de las ciencias ambientales, la biotecnología, la ingeniería de alimentos y la ingeniería de materiales. Y lo más reciente que es la incorporación de las tecnologías de la información y comunicación a los procesos industriales como una gran herramienta que todo ingeniero químico debe dominar.

Estos avances en la disciplina hacen que el plan de estudios vigente enfrente grandes retos, en cuanto a su modelo educativo y curricular, que se pueden resumir en conservar y potenciar sus fortalezas y disminuir o eliminar sus debilidades mediante las siguientes acciones:

- a) Explicitar la forma en que se distribuye la enseñanza de la física en el plan de estudios.
- b) Favorecer el uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC).
- c) Incorporar el estudio obligatorio de algún idioma (además del español).
- d) Favorecer la formación integral incorporando otras asignaturas (además de problemas socioeconómicos).
- e) Permitir la flexibilidad.
- f) Permitir la movilidad.
- g) Complementar la enseñanza mediante visitas y estancias industriales.
- h) Capacitar al alumno en áreas de actualidad (salidas terminales).
- i) Inducir la actitud emprendedora de nuevos negocios.
- j) Promover procesos de fabricación sustentables.

## 2.2 NECESIDADES SOCIALES QUE ATIENDE EL PLAN DE ESTUDIOS

La actual situación social y económica en el mundo está determinada en gran medida por el fenómeno de la globalización, caracterizada por la desaparición de fronteras y barreras comerciales y por facilitar múltiples intercambios entre las naciones y las personas.

En los últimos quince años, la industria química nacional ha registrado un decrecimiento por falta de inversión, lo que ha impactado a las instituciones de educación superior, con una baja en la matrícula de aquéllas donde se imparte la Licenciatura en Ingeniería Química, debido a que los jóvenes han dejado de percibir en esta área un futuro prometedor (Plan de Estudios, FES Cuautitlán, 2011).

Debido a lo anterior, es necesario formar profesionales en el campo de la ingeniería química con conocimientos, habilidades y actitudes que puedan resolver los problemas de orden ambiental mediante su contribución en las modificaciones de los procedimientos de diseño, construcción, operación, administración, análisis, simulación, optimización y control de las plantas de la industria (Plan de Estudios, FES Cuautitlán, 2011).

Aun cuando los países en vías de desarrollo, entre ellos México, realizan esfuerzos muy importantes para desarrollar su propia tecnología, la brecha tecnológica con respecto a los países desarrollados sigue incrementándose. La compra de tecnología (principal modo de adquisición) produce un efecto contraproducente de dependencia que se manifiesta, entre otras cosas, en falta de competitividad. En el aspecto económico, algunos de los países en vías de desarrollo deben ajustarse a los lineamientos marcados por fondos y organismos internacionales como el Fondo Monetario Internacional.

La globalización y las economías de mercado también han influido en el diseño de los planes de estudio y en la oferta académica por parte de las instituciones de educación superior. Los nuevos planes de estudio necesariamente deben coadyuvar a lograr la independencia tecnológica de las naciones, pero sobre todo, deben formar ingenieros químicos capaces de fabricar productos que se consuman cotidianamente, con la calidad suficiente para competir en los mercados internacionales, a pesar de las limitaciones tecnológicas y económicas del país. Ante esta amplitud de horizontes de trabajo que desarrolla el ingeniero químico es fundamental que, durante su formación profesional, adquiera las siguientes habilidades: creatividad, búsqueda y manejo de información, aprender por cuenta propia nuevos conocimientos, trabajo en equipo, comunicación oral y escrita, administración del tiempo y trabajo bajo presión, manejo de la incertidumbre y resolución de problemas.

## 2.3 CAMPOS DE TRABAJO ACTUAL Y POTENCIAL

En general, se puede afirmar que, en la mayoría de las Instituciones de Educación Superior en México y en otros países, la formación de ingenieros químicos se ha orientado a atender las necesidades del área de procesos y proyectos de la industria química mexicana. El tipo de enseñanza que ha predominado es la tradicional, es decir, centrada en el profesor, pasiva desde el punto de vista del alumno, por asignaturas, con una gran proporción de asignaturas teóricas complementadas con unas cuantas prácticas de laboratorio, privilegiando la enseñanza de procesos (casi sin conexión con finanzas, administración y proyectos) y orientada principalmente al petróleo.

El campo natural de trabajo del ingeniero químico es amplísimo, es por esto que resulta prácticamente imposible preparar un ingeniero químico universal, capaz de resolver, a partir de su formación a nivel licenciatura, cualquier problema de cualquier giro de la industria química.

De igual manera, a lo largo de los años, el ingeniero químico ha demostrado ser capaz de desempeñarse con éxito en casi cualquier departamento de una empresa, incluyendo el área administrativa y financiera, pues este tipo de profesional, con una breve preparación extra, puede comprender y establecer relaciones existentes entre los aspectos técnicos de un proceso químico o fisicoquímico con los criterios de rentabilidad financiera.

En la actualidad, los ingenieros químicos pueden desarrollar sus actividades profesionales en un gran número de empresas tales como: plantas industriales, empresas de construcción, montaje de plantas y equipos, empresas proveedoras de servicios técnicos (consultoría, control de calidad, mantenimiento), organismos gubernamentales o no gubernamentales de acreditación, control y estándares, instituciones de educación superior y centros de investigación, entre otros.

Las tendencias futuras del ingeniero químico indican que deberá seguir atendiendo los procesos químicos que transforman las materias primas en productos valiosos, pero complementando su formación profesional para procurar un balance entre los aspectos técnicos, económicos y ambientales. Las tendencias del rediseño curricular de otras instituciones de educación superior en México van en este sentido. Los nuevos planes de estudio de la Licenciatura en Ingeniería Química se han ido modificando paulatinamente para ir incorporando en su mapa curricular asignaturas de corte administrativo y económico.

El Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Química de la FES Zaragoza, desde su creación en 1976, se ha orientado a formar ingenieros químicos generales (no especialistas en un sólo giro de la industria química), que puedan comprender integralmente todas las funciones que realiza una empresa para producir los bienes y servicios que demanda la sociedad. Es posible afirmar que ha logrado encontrar el equilibrio entre lo técnico y lo administrativo.

El modelo educativo, y la estructura curricular vigente, es acorde con las tendencias futuras de la formación profesional. Está basado en la enseñanza centrada en el alumno, de forma activa, que promueve el aprendizaje autodidáctico, conformada por módulos, con un enfoque que integra la

teoría con la práctica, privilegiando la resolución de problemas o proyectos, combinando aspectos técnicos con administrativos y orientada al diseño y operación de procesos de fabricación sustentables.

## 2.4 ESTUDIOS SIMILARES QUE SE IMPARTEN EN LOS ÁMBITOS NACIONAL E INTERNACIONAL

El Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Química de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, puede considerarse como único en México por la forma en la que combina el área de procesos con los aspectos administrativos y financieros, pero particularmente con el diseño y la evaluación de proyectos. Por esta razón, y como se puede ver a continuación, resulta un tanto difícil establecer comparaciones con otros planes que pudieran no ser tan afines. Como se puede apreciar en la distribución de sus créditos, el plan de estudios le da gran importancia a las actividades prácticas y a la formulación y evaluación de proyectos.

<b>El plan de estudios de la FES Zaragoza (1993) tiene las siguientes características:</b>	
<b>Título que se otorga:</b>	<b>Ingeniero Químico</b>
Enfoque:	Combina procesos con proyectos
Incidencia en área de proyectos:	8 asignaturas
Duración:	9 semestres
Créditos totales:	430
Créditos prácticos:	100
Asignatura socio humanística:	1 (6 créditos)

<b>El plan de estudios de la Facultad de Química (2006) se considera el principal referente a nivel nacional. Sus principales características son:</b>	
<b>Título que se otorga:</b>	<b>Ingeniero Químico</b>
Enfoque:	Mayormente procesos
Incidencia en área de proyectos:	1 asignatura (7 créditos)
Duración:	9 semestres
Créditos totales:	405
Créditos prácticos:	20 (6 Laboratorios)
Asignaturas optativas disciplinarias:	(6-10) (42 créditos)
Asignaturas optativas socio humanísticas:	4 (24 créditos)



El plan de estudios de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (2005) es parecido al de Zaragoza en cuanto a que se cursan, desde el tercer semestre, Laboratorios Multidisciplinarios, que podrían ser equivalentes a los Laboratorios Integrales. Sus principales características son:

<b>Título que se otorga:</b>	<b>Ingeniero Químico</b>
Enfoque:	Mayormente procesos
<i>Incidencia en área de proyectos:</i>	2 asignaturas (10 créditos)
<i>Duración:</i>	9 semestres
Créditos totales:	405

El plan de estudios del Instituto Politécnico Nacional, en la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (E.S.I.Q.I.E., 2010), tradicionalmente se ha distinguido por enfocarse casi en forma exclusiva al área de procesos. Sus principales características con respecto al plan de estudios propuesto son:

<b>Título que se otorga:</b>	<b>Ingeniero Químico Industrial</b>
Enfoque:	Procesos
Incidencia en área de proyectos:	1 asignatura (7 créditos)
Duración:	9 semestres
Créditos totales:	400
Créditos prácticos:	140
Asignaturas optativas disciplinarias:	5 (31 créditos)
Asignatura optativa socio humanística:	1 asignatura (4 créditos)

La Universidad Autónoma Metropolitana, en su plantel Iztapalapa, imparte la carrera de Ingeniería Química por lo que puede considerarse la competencia más inmediata de la FES Zaragoza por su ubicación y modelo educativo. Las principales características de su plan de estudios son:

<b>Título que se otorga:</b>	<b>Ingeniero Químico</b>
Enfoque:	Procesos
Incidencia en área de proyectos:	Nula
Duración:	12 trimestres
Créditos totales:	493 mínimos, 579 máximos
Créditos prácticos:	53 (9 Laboratorios)
Asignaturas optativas disciplinarias:	6 (56 créditos)
Asignaturas optativas socio humanísticas:	5 (40 créditos)

**El plan de estudios del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (2011) está enfocado hacia el área administrativa y hacia el área de Procesos Sustentables. Sus principales características son:**

<b>Título que se otorga:</b>	<b>Ingeniero Químico Administrador</b>
Enfoque:	Administración y dirección. Poco en Procesos
Duración:	9 semestres y 1 semestre remedial
<b>Título que se otorga:</b>	<b>Ingeniero Químico en Procesos Sustentables</b>
Enfoque:	Procesos
	9 semestres y 1 semestre remedial

**La Universidad Autónoma de San Luis Potosí ha venido ganando prestigio en los últimos años. Las principales características de su plan de estudios son:**

<b>Título que se otorga:</b>	<b>Ingeniero Químico</b>
Enfoque:	Procesos
Incidencia en área de proyectos:	3 asignaturas (18 créditos)
Duración:	9 semestres
Créditos totales:	449
Créditos prácticos:	47
Asignaturas optativas disciplinarias:	2 (12 créditos)
Asignaturas optativas socio humanísticas:	4 (20 créditos)

**Como parte de la comparación con instituciones de educación sudamericanas se tiene a la Universidad de Chile. Las principales características de su plan de estudios son:**

<b>Título que se otorga:</b>	<b>Ingeniero Civil Químico</b>
Enfoque:	Procesos, Innovación Tecnológica
Incidencia en área de proyectos:	2 asignaturas (15 créditos)
Duración:	12 semestres
Créditos totales:	575
Créditos prácticos:	20 (2 laboratorios)
Asignaturas optativas disciplinarias:	11 (equivalentes a 115 créditos)

**Las principales características del plan de estudios (2011) de la Universidad Simón Bolívar de Venezuela son:**

<b>Título que se otorga:</b>	<b>Ingeniero Químico</b>
Enfoque:	Procesos
Incidencia en área de proyectos:	1 (4 créditos)
Duración:	10 semestres
Créditos totales:	216 unidades-crédito
Créditos prácticos:	26 (13 laboratorios)
Asignaturas optativas disciplinarias:	3 (9 créditos)

**Por parte de instituciones europeas, la FES Zaragoza ha trabajado en conjunto con la Universidad de Cádiz, España. Las principales características de su plan de estudios son:**

<b>Título que se otorga:</b>	<b>Ingeniero Químico</b>
Enfoque:	Procesos
Incidencia en área de proyectos:	1 (6 créditos)
Duración:	5 años: 3 para obtener el grado de técnico y 2 años más para obtener el título profesional
Créditos totales:	345
Créditos prácticos:	No determinado
Asignaturas optativas disciplinarias:	58.5
Asignaturas optativas socio humanísticas:	

Para realizar un proceso de comparación de planes de estudio a nivel nacional e internacional, es necesario estar conscientes del compromiso social que debe cumplir el egresado de la Licenciatura en Ingeniería Química para con sus semejantes, su entorno y su país. Por lo tanto un ejercicio reflexivo nos obliga a cuestionar lo siguiente:

- 1) En cuanto al ámbito internacional, qué tan conveniente resulta el comparar el Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Química de la FES Zaragoza, con el plan de estudios de cualquier universidad de Estados Unidos y Canadá, por citar sólo dos ejemplos, estos países son nuestros socios comerciales más cercanos, si Estados Unidos tiene una industria química 20 veces mayor que la nuestra y Canadá forma tres veces más maestros en ciencia que nosotros (Barnés de Castro, 1992). Aplicando este mismo razonamiento en cuanto a cercanía (geográfica) y lejanía (nivel económico), qué sentido práctico tiene el comparar nuestro plan de estudios con el de una Universidad de Australia o del Reino Unido, si en ambos casos la distancia y la diferencia del nivel económico es considerable. De igual manera no resulta provechoso, desde ningún punto de vista, sentirnos bien porque comparamos nuestro Plan de Estudios con el de una universidad de un país de África o una universidad de Haití.

2) En cuanto a nivel nacional, la Licenciatura en Ingeniería Química se imparte en 56 instituciones educativas, en 63 diferentes planteles, de éstos, 29 pertenecen a universidades públicas, 25 forman parte del sistema nacional de tecnológicos y 9 son instituciones privadas (Barnés de Castro, 1992). Existe una diferencia significativa en cuanto a la matrícula. En cuanto a universidades públicas, qué sentido tiene comparar a la Universidad Autónoma de Puebla (matrícula: 2792), con la Universidad de Sonora (matrícula: 59), es evidente que ambas instituciones tienen diferencias significativas de infraestructura, por mencionar sólo un rubro. De igual manera, qué beneficio nos reporta comparar al Instituto Tecnológico de Ciudad Madero (matrícula: 676) con el Instituto Tecnológico de Tijuana (matrícula: 12).

Ante estos dos importantes temas de reflexión, considerando la desigualdad territorial y económica en cuanto al ámbito internacional, las expectativas de desarrollo y mercado laboral de un egresado de una universidad de un país altamente industrializado, comparadas con las de un egresado de la Licenciatura en Ingeniería Química de la FES Zaragoza, son totalmente diferentes. Más aún, la remuneración por el desarrollo de sus actividades profesionales, no tiene parámetro de comparación.

En cuanto a las instituciones nacionales, es evidente que la discontinuidad industrial nacional obliga a diferentes niveles de especificidad en los planes de estudios de las instituciones educativas, por citar un caso, es muy diferente el enfoque y las características del plan de estudios del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero (ubicado en una zona altamente petrolizada), si lo comparamos con el plan de estudios del Instituto Tecnológico de Tepic, la oferta y demanda laboral de la zona geográfica en que están ubicados son simplemente diferentes, aunque en ambas se imparte la Licenciatura en Ingeniería Química.

## **2.5 JUSTIFICACIÓN DE LA FORMACIÓN DE PROFESIONISTAS EN LA DISCIPLINA QUE COMPETE AL PLAN DE ESTUDIOS**

De acuerdo con González (2011), el Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Química presenta actualmente los siguientes retos:

- a) Los escasos avances que en los últimos 20 años ha tenido la industria en México, particularmente la industria de desarrollo. En este terreno, la industria química, si bien ha mantenido su posicionamiento gracias a la inversión de capitales extranjeros, no ha dejado de ser básicamente una industria de maquila, que ha sido el resultado de una política industrial de desarrollo encabezada por el Estado. Política que de existir, se debería fundamentar en objetivos concretos de mediano alcance y con una visión de integración a la industria química global. Al respecto, por ejemplo, el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), institución prestigiada en investigación y desarrollo tecnológico en su área, en un estudio prospectivo realizado al año 2025, considera, que se debe dar prioridad a la exploración, producción, refinación y petroquímica. Pero de manera muy particular llama la atención lo referente al medio ambiente, biotecnología e ingeniería molecular que son áreas que de manera prioritaria requieren atención.
- b) Una fuerte demanda social de ingenieros químicos comprometidos no sólo con el desarrollo de la industria de este sector, sino también, y de manera decidida, con una industria limpia, en la medida que las presiones ambientales a nivel global se hacen cada vez más rigurosas ante la negativa de

las grandes corporaciones mundiales, principalmente en Norteamérica, de firmar tratados y acuerdos internacionales a favor de la conservación y restablecimiento del equilibrio ambiental.

- c) La demanda que el sector industrial tiene de ingenieros químicos con una visión empresarial sólida que impacte, en sus funciones, al desarrollo de la empresa en sus diferentes ámbitos.
- d) Formar ingenieros químicos que durante el desarrollo profesional académico conformen sensiblemente su perfil, de tal suerte que al egresar sean capaces de solucionar problemas propios de su campo, pero también logren integrar conocimientos de diversas áreas para adaptarse con mayor eficiencia en ambientes reales que requieren no sólo un trabajo multidisciplinario, sino un ingeniero que pueda integrar, conciliar y resolver problemáticas de gran complejidad.
- e) Evaluar el modelo curricular que soporta al plan de estudios, de tal manera que, sin negar los aciertos que ha tenido en el transcurso de 22 años, pueda integrar y resignificar propuestas educativas innovadoras, tal es el caso de las aportaciones de la psicología cognitiva, la flexibilización, la formación integral del alumno, la transversalidad o el modelo por competencias.
- f) Evaluar con sumo cuidado las razones que han impedido que se consolide un programa permanente de formación docente que impacte directamente en el desempeño de los académicos y que de manera decisiva permita dar sentido e identidad a su función profesional dentro de la Licenciatura en Ingeniería Química.
- g) El reto sustancial es encontrar las razones fundamentales que deben guiar el proceso de reestructuración del plan de estudios y ofrecer a toda la comunidad los argumentos necesarios para generar una visión de trabajo grupal y cooperativo que sea capaz de vencer los individualismos que han impedido consolidar los grandes aciertos que el plan de estudios ha tenido en lo real y enriquecerlo con todo aquello que sea necesario para enfrentar los evidentes retos que se tienen en este campo profesional.
- h) La redefinición de las funciones del ingeniero químico del siglo XXI. Éste debe utilizar los principios de la ciencia para desarrollar y proporcionar tecnologías que mejoren la calidad de vida de las personas en todo el mundo, promover el empleo, fomentar el avance económico y social y proteger el medio ambiente a través del Desarrollo Humano Sostenible, que significa: en lo económico, acumulación, creatividad y eficiencia; en lo social, equidad, bienestar y respeto de las instituciones sociales; en lo cultural, identidad en torno a los valores y tradiciones de una comunidad; en lo político, legitimidad y responsabilidad; en lo internacional, una adecuada interacción entre los países y en lo ambiental, el conocimiento y conservación de los recursos naturales, que deben transferirse a las generaciones futuras en iguales o mejores posibilidades de uso (González, 2011).

## **3. METODOLOGÍA**

### 3. METODOLOGÍA

Para modificar el plan de estudios se han considerado una variedad de elementos que han permeado su puesta en marcha, siendo éstos: el desarrollo histórico de la Ingeniería Química, el conocimiento científico, tecnológico, académico y experiencial en el que ha estado inserto la licenciatura, desde su origen hasta la época actual.

Por lo anterior, se creyó necesario recabar la opinión de industriales de distintos giros y zonas geográficas, de egresados que ya cuentan con cierta experiencia profesional y de profesores e investigadores de esta licenciatura. Para realizar la modificación se estableció un programa de trabajo conformado por tres fases:

En la primera fase se llevó a cabo la aplicación de un instrumento y la celebración de dos eventos académicos, que consistieron en lo siguiente:

- Se practicó un estudio de mercado ocupacional en el año de 2007, organizado por la Licenciatura en Ingeniería Química, para conocer la opinión de los industriales respecto de las tendencias de la industria química mexicana y el perfil deseado de los ingenieros químicos.
- Se realizaron el Primer Encuentro de Egresados, del 18 al 20 de mayo de 2011, y el Segundo Encuentro de Egresados, del 5 de septiembre de 2012, cuyas conclusiones revelaron las principales áreas de trabajo en las que éstos se desenvuelven, así como las principales fortalezas y debilidades del plan de estudios vigente.
- Se llevó a cabo el Taller para la Actualización del Plan de Estudios, efectuado en las instalaciones de la Facultad, del 22 al 24 de junio de 2011, en el cual participaron profesores e investigadores de la licenciatura, y se concluyó que el plan de estudios vigente todavía es pertinente, ya que responde adecuadamente a las necesidades actuales de la industria química mexicana, por lo que se recomendó realizar sólo la actualización del plan manteniendo la esencia del plan de estudios original de 1976.

En la segunda fase se creó una Comisión para la Actualización del Plan de Estudios con académicos de la licenciatura, investigadores y especialistas en las áreas de conocimiento que conforman el plan. Las reuniones de la comisión se llevaron a cabo el 10 de enero de 2013 y las actividades realizadas fueron:

- Analizar la situación actual del plan de estudios vigente.
- Conocer el formato de trabajo para la elaboración de los programas académicos. Así mismo, es importante señalar que los trabajos para la modificación del plan de estudios comenzaron desde 1992, año en el que se procedió a la actualización de algunos programas de estudio.

La tercera fase consistió en dar a conocer a la comunidad académica del programa los resultados obtenidos, para recoger sus opiniones y recomendaciones sobre la propuesta de modificación.

## **4. PLAN DE ESTUDIOS**



## 4.1 OBJETIVO GENERAL DEL PLAN DE ESTUDIOS PROPUESTO

Formar ingenieros químicos para atender las necesidades del área de procesos de la industria química mexicana y transformar las materias primas en productos valiosos, procurando un balance entre los aspectos técnicos, financieros, económicos y ambientales.

## 4.2 PERFILES

Los perfiles de ingreso, intermedio, de egreso y profesional no se encuentran debidamente explicitados en el plan de estudios de 1976, pero de este documento se pueden extraer, enunciar y complementar de la siguiente manera:

### 4.2.1 De ingreso

Para alcanzar el éxito académico deseado, el aspirante a cursar la Licenciatura en Ingeniería Química en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza deberá:

- Tener especial interés, afinidad y gusto por desempeñarse profesionalmente en la industria química y sus áreas relacionadas, como son: petroquímica y derivados, papelera, pinturas, cementos, plásticos, nuevos materiales, etc.
- Haber cursado el Área de las Ciencias Físico-Matemáticas en el nivel medio superior.
- Poseer conocimientos básicos del idioma inglés que le permitan la comprensión de información técnica y científica en este idioma.
- Contar con conocimientos elementales de computación, tales como manejo de procesador de textos y hoja de cálculo.
- Poseer las actitudes y habilidades necesarias que propicien el logro de sus objetivos académicos, entre las cuales se destacan: la disposición para el trabajo en equipo, la capacidad de análisis y de síntesis, la creatividad, la constancia y la tenacidad.

Una vez que el aspirante ingresa a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza a cursar la Licenciatura en Ingeniería Química inicia su formación como profesional de dicha rama de la ingeniería. Esta formación se realiza en bloques temáticos, conformados cada uno de ellos por un número de asignaturas que le permiten al alumno adquirir los conocimientos, las habilidades, las actitudes y valores necesarios y suficientes para desempeñarse eficientemente en el bloque subsecuente.

### 4.2.2 Intermedio

El estudiante de Ingeniería Química al concluir el Ciclo Básico debe tener una formación sólida, orientada al análisis y resolución de problemas simples relacionados con los procesos fisicoquímicos y químicos que se llevan a cabo en las industrias de procesos o en los laboratorios industriales y de investigación. Y debe tener los conocimientos matemáticos, fisicoquímicos y químicos necesarios para el desarrollo de las funciones profesionales de la Licenciatura en Ingeniería Química.

### 4.2.3 De egreso

El egresado de la Licenciatura en Ingeniería Química de la FES Zaragoza tendrá una visión integral y multidisciplinaria de las funciones que realizan las empresas que son parte de la industria de la transformación como son: administración y creación de nuevas empresas, ingeniería de procesos y proyectos, prestación de servicios técnicos de calidad y en el campo de la investigación; además, participará en el diseño e innovación de métodos de producción y obtención de nuevos productos sustentables, contribuyendo así al desarrollo industrial, económico y social del país.

El egresado de la Licenciatura en Ingeniería Química de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza habrá adquirido una serie de conocimientos, habilidades y actitudes que lo distinguirán de egresados de otras instituciones de educación superior.

El ingeniero químico que se pretende formar deberá poseer los conocimientos esenciales, habilidades, aptitudes, valores y actitudes que a continuación se mencionan:

#### **Conocimientos para:**

- Diseñar, calcular y montar equipos e instalaciones para la industria de procesos.
- Analizar los procesos físicos y químicos que producen las transformaciones de los materiales.
- Determinar la cantidad de los productos generados durante una reacción química a nivel industrial, así como la cantidad de energía involucrada, realizando para ello los balances de materia y energía correspondientes.
- Discernir cuáles son los productos químicos que se obtienen durante una reacción química.
- Emplear las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) disponibles para modelar y simular los procesos de transformación de los materiales.
- Integrar los conocimientos teóricos y prácticos y aplicarlos para resolver problemas reales.
- Identificar las necesidades de nuevos productos químicos en áreas o sectores específicos y conceptualizar su proceso de obtención, desde el diseño del producto hasta la administración de las instalaciones que habrán de producirlo.
- Conducirse con honorabilidad durante su ejercicio profesional.
- Plantear soluciones creativas e innovadoras a los problemas de las ingenierías, y en particular de la ingeniería química.
- Promover proyectos de inversión en las áreas de los procesos industriales de transformación, previo análisis riguroso de su factibilidad.
- Involucrarse en los sistemas actuales de normalización, acreditación y certificación, en las áreas de los procesos industriales de transformación (calidad, ambiental, laboral, entre otros).
- Prevenir o, en su defecto, minimizar la contaminación de los recursos naturales (aire, agua, suelo, subsuelo) provocada por las actividades de las plantas de procesos químicos.
- Uso y manejo racional de los insumos que le corresponda administrar: combustibles, energía en sus diferentes formas, agua, aire y lubricantes.
- Identificar, diseñar y operar los procesos de separación adecuados para la obtención de productos químicos con alta pureza.
- Disminuir la generación de residuos de todo tipo en los procesos de transformación.

- Participar en la concepción, planeación, diseño, construcción, operación y administración de las plantas de procesos químicos.
- Desarrollar investigación básica y tecnológica de procesos limpios, de acuerdo con el modelo de desarrollo sostenible.
- Acceder a estudios de posgrado en áreas específicas de la ingeniería química, como son: nuevos materiales, polímeros, ambiental, seguridad e higiene industrial.

## **Habilidades y aptitudes**

En la actualidad, no es suficiente poseer los conocimientos básicos de la licenciatura, es también indispensable contar con un bagaje considerable de habilidades y aptitudes, definidas como cualidades que hacen apto a un individuo para realizar alguna actividad.

El futuro ingeniero químico debe desarrollar habilidades y aptitudes durante su formación, de modo que desde el inicio de su ejercicio profesional sea exitoso. Las mínimas necesarias son:

- Creatividad y pensamiento crítico.
- Capacidad para resolver problemas y desarrollo de las estrategias inteligentes necesarias.
- Búsqueda y manejo adecuado de la información, incluye el empleo de herramientas actuales tales como Internet, bases de datos electrónicos especializados, patentes, marcas, etc.
- Comunicación oral y escrita eficaz.
- Trabajo en equipo y de colaboración antes que de competencia.
- Administración y planeación del tiempo.
- Manejo de la incertidumbre.
- Aprendizaje autónomo y autorregulado.
- Trabajo por objetivos, aplicando visión preventiva y, en su defecto, correctiva.
- Utilizar los principios de las ciencias básicas y los métodos propios de las ingenierías para resolver problemas científicos y prácticos de complejidad creciente en el ámbito profesional y de carácter multidisciplinario.
- Aplicar información experimental y/o conceptos matemáticos para la formulación de modelos representativos de los fenómenos físicos y químicos concurrentes en las aplicaciones en ingeniería, discerniendo sus limitaciones como consecuencia de las simplificaciones realizadas en su formulación.
- Obtener e interpretar resultados al aplicar modelos representativos para la solución de problemas con técnicas analíticas, gráficas, numéricas, estadísticas y computacionales y, al mismo tiempo, con juicio sobre la consistencia de los resultados obtenidos para inferir posibles fallas en la solución o deficiencias en los modelos.
- Integrar los conocimientos de las ciencias básicas y la ingeniería para describir, analizar, mejorar y diseñar los procesos industriales de interés para el sector industrial y de manufactura.
- Aplicar principios elementales de contabilidad, economía, aseguramiento de calidad, planeación estratégica y de administración en el análisis y mejoramiento del desempeño empresarial.
- Diseñar, optimizar y adaptar procesos de tratamiento y tecnologías de diagnóstico de contaminantes generados por las actividades industriales.

- Evaluar el impacto y el riesgo ambiental generado por actividades antropogénicas y promover un modelo de desarrollo sustentable.
- Analizar y resolver problemas mediante una actitud crítica, creativa, integradora y de compromiso social.
- Obtener información relevante de fuentes bibliográficas, experimentales y personales, y proponer criterios y estrategias para la evaluación de la naturaleza y magnitud de los problemas planteados, así como líneas de acción para resolverlos.
- Habilidad para expresar sus ideas en forma oral y escrita de manera satisfactoria.
- Comprender la información técnica de su ámbito, disponible en lengua inglesa y comunicaciones, de manera satisfactoria, en forma oral y escrita.
- Mantener una actualización continua de sus conocimientos, mediante la consulta de fuentes de información y asistencia a foros relevantes para la profesión.

### **Actitudes y valores**

Se define la palabra “actitud” como la disposición manifiesta de cualidades físicas, intelectuales, morales y de servicio que posee una persona y que le otorgan una imagen positiva para el desempeño de algún puesto, cargo o actividad dentro de alguna organización. Tales cualidades regularmente se aprenden de las personas con las que se convive o a las que se admira, se toman como un referente en el modo de actuar, y no se adquieren de manera expresa dentro de las aulas. Sin embargo, hoy en día, las actitudes que el alumno necesita incorporar a su personalidad, deben formar parte explícita de los planes de estudio. Para el caso de la Licenciatura en Ingeniería Química, se consideran importantes las siguientes actitudes:

- Congruencia entre pensamiento y acción.
- Ética profesional.
- Calidad en el trabajo.
- Productividad y pertinencia en el empleo de los recursos.
- Actitud emprendedora y propositiva.
- Mentalidad y pensamiento asertivos.
- Flexibilidad de criterio y respeto a la opinión del “otro”.
- Liderazgo.
- Nacionalismo e identidad.
- Promotor del cambio.
- Disponibilidad positiva ante el estudio, el trabajo y la vida misma.
- Vocación de servicio hacia una mejor calidad de vida de la sociedad.
- Actitud de competitividad internacional.
- Tener conciencia respecto de la problemática ambiental nacional e internacional.
- Mente abierta para solucionar los problemas de la industria de procesos y de manufactura.
- Actitud emprendedora para generar empresas.
- Confianza en su preparación académica.
- Actitud de colaboración para trabajar en equipo.
- Disposición para aprender a aprender.
- Comprometido con su formación.

- Responsable y crítico.
- Disciplinado, puntual y organizado.
- Respetuoso de sus semejantes.
- Iniciativa para un aprendizaje autodidacta.
- Interés por la actualización permanente en su profesión.
- Actitud de mejora continua.
- Tolerante y de mente abierta para aceptar otras opiniones.
- Talante para analizar y resolver problemas desde una perspectiva interdisciplinaria.
- Comprensión del entorno social y natural.
- Disposición para promover los más altos valores éticos, morales y humanos en su ejercicio profesional y para actuar por la conservación del medio ambiente y la naturaleza.

### **4.2.3 Profesional**

El campo de acción profesional y laboral de un ingeniero químico es muy amplio, lo que determina que su perfil profesional también lo sea. De manera general se puede decir que el ingeniero químico es el profesional de la ingeniería que posee los conocimientos necesarios para resolver los problemas que se presentan en el diseño y administración de los procesos químicos industriales. Las principales áreas que puede cubrir el profesional de la Licenciatura en Ingeniería Química de la FES Zaragoza son:

#### **A) Manejo y control de plantas industriales de proceso**

Consta de dos actividades básicas: operación y mantenimiento.

##### **A.1.- Operación**

En esta área requiere realizar un trabajo conjunto con otros profesionales, a fin de:

- Interpretar los diagramas funcionales, eléctricos, de tuberías y de instrumentación.
- Discernir el funcionamiento de los equipos aislados y del proceso en su conjunto.
- Establecer balances de materia y energía.
- Atender el control de calidad de materias primas y productos.
- Supervisar y controlar las emisiones contaminantes.
- Manejar al personal a su cargo.
- Coordinar la buena operación del proceso y optimizar la producción.
- Elaborar reportes periódicos de producción y analizarlos desde el punto de vista de costos, rendimientos y productividad del equipo y personal.
- Colaborar en el establecimiento de la producción de la planta, de inventarios de materias primas y productos, así como de medidas de seguridad en situaciones de emergencia.

## **A.2.- Mantenimiento**

En colaboración con ingenieros eléctricos y mecánicos, el profesional analizará:

- Las políticas y los programas de mantenimiento preventivo y la supervisión de su implantación.
- Las medidas necesarias para el mantenimiento correctivo, en caso de falla del equipo a su cargo.
- La selección y la especificación del equipo de instrumentación.
- El montaje de equipos e instrumentos.

## **B) Desarrollo de proyectos para la industria de procesos químicos**

### **B.1.- Ingeniería de Proceso**

El profesional de la ingeniería química, en colaboración con profesionistas con experiencia, habrá de:

- Seleccionar las bases de diseño del producto y del proceso.
- Establecer la disponibilidad de materias primas y de otros insumos.
- Determinar el comportamiento dinámico del proceso y de los sistemas de control.
- Seleccionar y dimensionar los equipos principales.
- Analizar las alternativas de los procesos desde los puntos de vista técnico, económico, de utilización de mano de obra y recursos naturales, mediante estudios en planta piloto y simulación con modelos matemáticos. Así mismo, evaluará los sistemas adecuados que prevengan la contaminación ambiental.

### **B.2.- Ingeniería de Proyectos**

Colaborará en el establecimiento de:

- Localización de equipo.
- Diagramas eléctricos.
- Sistemas de servicios auxiliares.
- Materiales de construcción.
- Equipos de proceso, servicio y almacenamiento.
- Evaluaciones técnico-económicas para la selección y la adquisición de equipo.
- Manual de datos para el cliente.
- Instructivo de arranque y operación.
- Programas de actividades.
- Relaciones con clientes, contratistas y proveedores.
- Diseño de producto.
- Evaluaciones financieras y económicas.

### **B.3.- Cálculo de equipos**

Auxiliado de otros profesionales con experiencia, realizará:

- La selección, el dimensionamiento y la instrumentación adecuada de equipo.
- La determinación del mejor arreglo mediante estudios en planta piloto y técnicas de simulación.
- La elección de materiales de construcción.
- La elaboración de manuales de mantenimiento y operación.

### **C) Servicios técnicos de asesoría**

Los conocimientos adquiridos le permitirán:

- Identificar el diseño y funcionamiento de los equipos que emplee, así como las propiedades y las aplicaciones de diversos productos.
- Asesorar al cliente respecto de problemas de su competencia, determinando la mejor solución, tanto desde el punto de vista técnico como económico, de acuerdo con sus necesidades específicas.
- Realizar investigaciones de mercado, además de planear y supervisar los programas de venta.

## **4.3 DURACIÓN DE LOS ESTUDIOS, TOTAL DE CRÉDITOS Y ASIGNATURAS O MÓDULOS**

La Licenciatura en Ingeniería Química se cursa en nueve semestres en sistema escolarizado, con un total de 430 créditos. El plan de estudios está conformado por un Ciclo Básico, que abarca los semestres primero a tercero, y un Ciclo Profesional, que comprende los semestres de cuarto a noveno. El número total de asignaturas es de 37:28 teórico-prácticas y 9 prácticas, que contabilizan un total de 137 horas teóricas y 156 prácticas, todas ellas obligatorias; con seriación indicativa entre las asignaturas del Ciclo Básico. Así mismo, los alumnos no podrán cursar asignaturas del cuarto semestre en adelante si no han cubierto el total de créditos del Ciclo Básico, además de existir seriación obligatoria para cursar los módulos del Ciclo Profesional.

## Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Química de la FES Zaragoza

ASIGNATURAS	SEMESTRE	CRÉDITOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminario de Problemas Socioeconómicos</li> <li>• Matemáticas I</li> <li>• Química I</li> <li>• Laboratorio de Ciencia Básica I</li> </ul>	1º	6 18 14 10
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matemáticas II</li> <li>• Química II</li> <li>• Fisicoquímica I</li> <li>• Laboratorio de Ciencia Básica II</li> </ul>	2º	10 12 14 10
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bioestadística</li> <li>• Química III</li> <li>• Fisicoquímica II</li> <li>• Laboratorio de Ciencia Básica III</li> </ul>	3º	12 12 14 10
<b>ANÁLISIS DE PROCESOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Balance de Masa y Energía</li> <li>• Fenómenos de Transporte</li> <li>• Métodos Numéricos</li> <li>• Química Industrial</li> <li>• Laboratorio y Taller de Proyectos</li> </ul>	4º	12 11 7 8 10
<b>MANEJO DE MATERIALES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de Equipo</li> <li>• Flujo de Fluidos</li> <li>• Separación Mecánica y Mezclado</li> <li>• Laboratorio y Taller de Proyectos</li> </ul>	5º	12 12 12 12
<b>MANEJO DE ENERGÍA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniería Eléctrica</li> <li>• Ingeniería de Servicios</li> <li>• Transferencia de Calor</li> <li>• Laboratorio y Taller de Proyectos</li> </ul>	6º	12 12 12 12
<b>PROCESOS DE SEPARACIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Termodinámica Química</li> <li>• Diseño de Equipo de Separación</li> <li>• Transferencia de Masa</li> <li>• Laboratorio y Taller de Proyectos</li> </ul>	7º	12 12 12 12
<b>DISEÑO DE PROCESOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinámica y Control de Procesos</li> <li>• Ingeniería de Procesos</li> <li>• Ingeniería de Reactores</li> <li>• Laboratorio y Taller de Proyectos</li> </ul>	8º	12 12 12 12



ASIGNATURAS	SEMESTRE	CRÉDITOS
<b>DESARROLLO DE PROYECTOS</b>		
• Administración de Proyectos		12
• Ingeniería Económica	9º	12
• Ingeniería de Proyectos		12
• Laboratorio y Taller de Proyectos		12
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>430</b>

## 4.4 ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DE LA PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

Como se ha mencionado, el objetivo general del Plan de Estudios es formar ingenieros químicos para atender las necesidades del área de procesos de la industria química mexicana y transformar las materias primas en productos valiosos, procurando un balance entre los aspectos técnicos, financieros, económicos y ambientales.

La formación integral de los alumnos de ingeniería química implica una perspectiva de aprendizaje intencionado, orientado al fortalecimiento de una personalidad responsable, ética, crítica, participativa, creativa y solidaria, que busca promover no sólo el crecimiento del profesional, sino el del ser humano, a través de un proceso con una visión multidimensional de la persona y su integración a grupos de trabajo que, de manera colaborativa, participen en el desarrollo colectivo de la sociedad.

Las tendencias de formación profesional apuntan a la formación integral humana (física, deportiva, emocional, cultural y ética-ambiental) a través de fomentar el autocuidado, el comportamiento ético y la responsabilidad ecológica, relativa a la sustentabilidad ambiental en los entornos mediatos e inmediatos.

### Características de la enseñanza de la ingeniería química

#### a) Educación superior de alto nivel

El objetivo fundamental que se persigue en la Licenciatura en Ingeniería Química, como en cualquier otra de tipo universitario, es proporcionar educación superior de alto nivel. Se considera que este objetivo se alcanzará si se logra desarrollar en el alumno la capacidad de: observar, explicar, predecir, diseñar y controlar los procesos químicos y fisicoquímicos que intervienen en una planta de proceso.

Es importante enseñar al alumno no sólo a resolver problemas utilizando conceptos básicos y principios específicos, sino además capacitarlo para que, a través de observaciones experimentales y conceptos previamente establecidos, sea capaz de desarrollar por sí mismo modelos conceptuales que describan adecuadamente los sistemas bajo estudio. Lo primero lo capacita para resolver los problemas conocidos que se presentan con mayor frecuencia, mientras que lo segundo, le permite enfrentarse a problemas nuevos y mantenerse al día en los avances científicos y tecnológicos.

b) Capacitación progresiva

Se considera conveniente desarrollar en el alumno, desde el inicio del plan de estudios, las habilidades necesarias para capacitarlo, de forma progresiva, en el desempeño de las actividades profesionales específicas y de complejidad creciente.

La capacitación progresiva redundará en una transición paulatina de la actividad académica a la actividad profesional, además de propiciar un mejor aprovechamiento de los recursos invertidos en aquellos alumnos que por algún motivo no terminan sus estudios profesionales, ya que éstos podrían incorporarse directamente al sistema productivo, desempeñando las actividades para las que ya han sido capacitados.

Este objetivo se puede lograr, en primer término, organizando los contenidos teóricos de lo simple a lo complejo, de tal forma que se vayan graduando y reforzando en cada uno de los momentos del plan de estudios para vincularlos con las funciones profesionales específicas que se cursarán en cada ciclo escolar y, en segundo lugar, tomando como base el eje articulador de los contenidos, que son los proyectos específicos derivados de situaciones reales, a través de la estrategia de resolución de problemas.

c) Integración docencia-servicio

Es importante que el alumno se dé cuenta del papel que juega dentro de la sociedad en el desempeño de su actividad profesional. Para esto se pretende que los proyectos en los que deba participar tengan como objetivo la resolución de problemas reales, tanto en la misma facultad como en la comunidad que le rodea, tales como producción y recuperación de materias primas y reactivos para los laboratorios de enseñanza e investigación, productos para las Clínicas Universitarias de la Facultad, eliminación de fuentes de contaminación de la propia escuela y de las colonias vecinas, tratamiento de agua y diseño de redes de distribución del agua tratada, entre otros.

Es necesario diseñar la enseñanza práctica en forma adecuada. El alumno debe recabar por sí mismo la información adicional que requiera (bibliográfica o experimentalmente), plantear un posible esquema de resolución mediante la aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos y, finalmente, demostrar experimentalmente que la solución propuesta conduce a los resultados deseados.

d) Participación activa del alumno

La responsabilidad del aprendizaje debe recaer fundamentalmente en el alumno y no en el profesor, como ha sucedido hasta ahora. Es necesario definir el papel del alumno como sujeto activo y productivo del proceso, con capacidad para participar directamente en la organización del mismo. Bajo este esquema, así como el profesor desempeña un trabajo y tiene obligaciones concretas, el alumno deberá desempeñar su trabajo y tener obligaciones concretas.

Es necesario definir el papel del profesor como orientador y motivador de los alumnos y no como repetidor de información que puede y debe encontrarse en otras fuentes.

Es importante tomar en cuenta la gran heterogeneidad del alumnado de nuevo ingreso, que más que disminuir aumenta dentro del sistema actual, debido al gran número de grupos por semestre y a la gran diversidad en la formación de los profesores.

La heterogeneidad del alumnado se debe a los procesos de formación escolar previa a su ingreso a la UNAM, aunados a los diferentes estilos de aprendizaje desarrollados por cada uno de ellos, su capacidad de abstracción y las habilidades adquiridas en el proceso de asimilación de los contenidos curriculares. Sin embargo, el proceso educativo actual no toma en cuenta dichas diferencias, sino que postula implícitamente que el material humano es homogéneo y se pretende dar una formación uniforme. Esto trae como consecuencia que se impida el desarrollo y la iniciativa de los alumnos más capaces, produciendo pérdida de interés y frustración, mientras que los menos preparados rápidamente se quedan atrás y desertan, a pesar de que muchos de ellos podrían salir adelante airoosamente bajo otras circunstancias.

Para aumentar la eficiencia del sistema de enseñanza, es necesario que sean tomadas en cuenta, dentro de lo posible, las diferencias de capacidad de los alumnos, así como del tiempo requerido para la asimilación y el aprendizaje de un tema dado.

Los contenidos curriculares de la Licenciatura en Ingeniería Química se encuentran organizados en: unidades didácticas, las unidades didácticas pueden estar organizadas por asignaturas, de forma disciplinaria, por módulos, o de manera multidisciplinaria, que es a partir de un problema concreto derivado de la realidad.

Se consideró conveniente la organización e integración del conocimiento a impartir a lo largo de un periodo académico en unidades didácticas. Cada unidad didáctica está integrada por uno o más temas de una disciplina determinada, con objetivos generales y/o específicos. Esta organización trae consigo varias ventajas, entre otras:

- Permite una mejor organización e integración del conocimiento.
- Facilita la comprensión de los objetivos a alcanzar, por parte del alumno.
- Propicia una secuencia por niveles de complejidad.
- Permite una evaluación del avance alcanzado por el alumno, en forma periódica y más completa.
- Posibilita la generación de material didáctico, pudiéndose abocar cada profesor al desarrollo de la unidad en la que tenga mayor conocimiento y experiencia.
- Permite lograr una mayor flexibilidad en el avance del alumno, en caso de ofrecerse varias fechas posibles de evaluación de cada unidad.

Para ello los conocimientos contenidos en las asignaturas que integran el Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Química, se ordenan de la siguiente manera:

- Básicos generales:
  - Matemáticas
  - Física
  - Química
  - Laboratorios de Ciencia Básica
- Fundamentales de la profesión:
  - Fisicoquímica
    - Termodinámica Clásica
    - Termodinámica Química
    - Cinética Química
  - Ingeniería Química
    - Balances de Materia y Energía
    - Fenómenos de Transporte
- Conocimientos aplicados:
  - Operaciones Unitarias
  - Laboratorios de Operaciones Unitarias
  - Ingeniería de Reactores
  - Simulación de Procesos

De ahí que el plan de estudios que se propone consta de dos ciclos de enseñanza: un Ciclo Básico y un Ciclo Profesional específico para la licenciatura.

#### **4.4.1 Ciclo Básico**

Una revisión cuidadosa de los objetivos de la Licenciatura en Ingeniería Química, así como de los planes de estudio existentes en la Facultad de Química y la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, subrayan la necesidad de una formación básica sólida, orientada al análisis y resolución de problemas simples, relacionados con los procesos fisicoquímicos y químicos que se llevan a cabo en las industrias de proceso, en los laboratorios industriales y de investigación. Así mismo, se plantea la necesidad de ubicar al alumno en la realidad socioeconómica actual del país, en particular en aquellos aspectos directamente relacionados con las actividades profesionales de los egresados de la Licenciatura en Ingeniería Química.

Los conocimientos fundamentales de las tres disciplinas básicas del ciclo matemáticas, químicas y fisicoquímicas, han sido organizados en unidades didácticas diseñadas de acuerdo con objetivos concretos de aprendizaje. Esto permite establecer una relación estrecha entre las unidades de las diferentes asignaturas que se cursan en forma simultánea, facilitando así la integración de conocimientos y permitiendo su aplicación inmediata, como un mecanismo adicional de refuerzo del aprendizaje. De esta manera, se evita que la división de la ciencia por disciplinas se convierta en una barrera difícil de franquear, que impida la correcta integración de conocimientos afines e incapacite al alumno para resolver problemas que trasciendan los límites artificialmente impuestos.

Con objeto de resolver los problemas de la falta de relación teórico-práctica y de integración de conocimientos, los laboratorios del Ciclo Básico han sido diseñados de tal forma que en ellos se

llevarán a cabo pequeños proyectos experimentales en los que será necesario aplicar los conocimientos adquiridos en las asignaturas teóricas. Así mismo, la aplicación de conocimientos se reforzará mediante un taller de problemas, en el que participarán todos los profesores del área y que estará enfocado a la resolución de problemas numéricos relacionados con las asignaturas del semestre.

Por último, se ha establecido un Seminario de Problemas Socioeconómicos con la idea de proporcionar al alumno los instrumentos mínimos de análisis socioeconómico que requerirá en su actividad profesional, así como de generar en él una visión amplia de los problemas del desarrollo económico y social de México, además de proporcionar un sentido social a la actividad profesional que las disciplinas del área originan.

#### **4.4.2 Ciclo Profesional**

El segundo ciclo, que cubre los aspectos profesionales de la Licenciatura en Ingeniería Química, está integrado por seis semestres enfocados hacia el estudio de aspectos específicos. Se define proyecto como: un programa de actividades orientadas a la resolución de un problema complejo, cuya temática está ubicada dentro del campo profesional del alumno y con los objetivos y contenidos curriculares.

La estructura del semestre se basa en considerar que debe proporcionarse al alumno la información básica requerida para el avance de cada proyecto. Esta información se ofrecerá a través de dos mecanismos: a) Unidades Didácticas Generales que comprenden el material básico fundamental para poder desarrollar exitosamente cualquier proyecto dentro del área de actividades y, b) Unidades Didácticas Especiales, generadas por necesidades específicas de los proyectos.

Las Unidades Didácticas Generales, relacionadas estrechamente entre sí, están agrupadas en paquetes de unidades o asignaturas a cargo de un solo profesor. Las Unidades Didácticas Especiales, cuando sean necesarias, serán impartidas en los talleres y estarán a cargo de profesores especialistas.

El desarrollo de los proyectos se llevará a cabo en el laboratorio de ingeniería química. Cada proyecto será desarrollado por un grupo de alumnos asesorados por los profesores a cargo de las asignaturas del semestre. La responsabilidad y participación en un proyecto serán compartidas entre alumnos y profesores. Los problemas seleccionados deberán ser representativos de los problemas de la industria nacional.

<b>Estructura de la Licenciatura en Ingeniería Química con respecto a los Ciclos Básico y Profesional</b>	
<b>CICLO BÁSICO</b>	
Duración: Tres Semestres	
Asignaturas:	Seminario de Problemas Socioeconómicos Matemáticas I y II, Bioestadística Química I, II y III Fisicoquímica I y II Laboratorio de Ciencia Básica I, II y III
Créditos:	142
<b>CICLO PROFESIONAL</b>	
Duración: Seis Semestres	
Módulos:	Análisis de Procesos Manejo de Materiales Manejo de Energía Procesos de Separación Diseño de Procesos Desarrollo de Proyectos
Créditos:	288
<b>TOTAL DE CRÉDITOS DE LA LICENCIATURA: 430</b>	

## 4.5 MECANISMOS DE FLEXIBILIDAD

La flexibilidad curricular es un concepto con una noción amplia que implica varias acepciones. La flexibilidad curricular se puede entender como una reorganización académica, rediseño de planes y programas de estudio en cuanto a sus contenidos y actividades, así como que el alumno tenga la posibilidad de elegir el contenido de enseñanza, el momento y los escenarios de sus aprendizajes. Así mismo, se puede referir al proceso de apertura y redimensionamiento de articular el desarrollo del conocimiento con la acción, es decir, como forma de consolidar, en el curso de la formación profesional, una mayor interdependencia entre el saber y el saber hacer. Esto significa que se plantea una mayor articulación de los conocimientos que se producen y reproducen en los programas académicos con los intereses de los alumnos y las demandas del entorno social. La organización de los contenidos curriculares se ha diversificado con el aporte de numerosos productos multidisciplinares, interdisciplinares y sobre todo transdisciplinares que se apoyan, fundamentalmente, en enfoques centrados en el análisis de problemas y su solución. Esto cambia la orientación de un plan de estudios que pasa del aprendizaje centrado en los imaginarios de las disciplinas, a uno centrado en problemas, donde los límites de los contenidos disciplinares de las asignaturas se debilitan para dar paso a un gran cuerpo de conocimientos.

En este plan de estudios se pretende rescatar la flexibilidad enmarcada en el enfoque de los núcleos integradores representados por los Laboratorios y Talleres de Proyectos (LTP). En los LTPs se agrupan los conocimientos obtenidos por el alumno hasta el semestre correspondiente, permitiéndole proponer problemas y su solución, apoyados en la teoría y bajo la asesoría de los profesores. Estos

núcleos integradores son considerados el centro, eje, fundamento, o elemento principal al que se van agregando otros para formar un todo, debido a que articulan conocimientos y problemas de una o varias disciplinas o áreas. Así mismo, los problemas son elegidos de situaciones reales con las necesidades presentes y futuras de la sociedad, reconociendo que en los procesos de enseñanza y aprendizaje se ponen en juego tanto la esfera intelectual, como la humana, la profesional y la social. En este sentido, el plan de estudios tiene un carácter mixto, en donde el Ciclo Básico, es de tipo tradicional con una serie de asignaturas que proporcionan a los alumnos los elementos teóricos y metodológicos básicos para la conceptualización, definición, categorización, clasificación y aplicación en el campo de la Ingeniería Química, constituyendo las bases fundamentales para el cumplimiento de las funciones profesionales u objetivos terminales del ingeniero químico. El Ciclo Profesional, estructurado por módulos, en donde la relación de la teoría con la práctica, y la relación de la docencia con la investigación, permean la resolución de problemas que se plantean en las actividades prácticas de los alumnos, premisas importantes del modelo educativo de la Facultad, como elemento integrador de los contenidos curriculares.

Por otro lado, se puede decir que hay una flexibilidad al interior del Ciclo Básico ya que no hay una seriación obligatoria, dando la posibilidad de cursar las asignaturas en el orden que así lo consideren, pero como los contenidos siguen una lógica curricular, se les hace la recomendación de respetar la secuencia en los semestres.

Así mismo, los alumnos tienen la posibilidad de complementar su formación llevando una parte del plan de estudios en otras instituciones extranjeras a través de las diferentes convocatorias que genera la Dirección General de Cooperación e Internacionalización (DGEI) para movilidad estudiantil a nivel licenciatura, con base en los Convenios Generales de Movilidad e Intercambio Académico, establecidos con una gran diversidad de instituciones científicas, culturales y de educación superior, tanto públicas como privadas, nacionales e internacionales. En este sentido, la UNAM ha construido una sólida plataforma para la estrategia de internacionalización. Los convenios abren y fortalecen espacios interinstitucionales de cooperación académica y permiten, a su vez, la asociación de miembros o grupos de la comunidad con sus pares o contrapartes ubicados en centenares de instituciones distribuidas a lo largo y ancho del mapa internacional. Es importante señalar que los alumnos deberán cumplir con los requerimientos específicos que establezcan tanto la institución receptora como la emisora.

## 4.6 SERIACIÓN

Como se mencionó anteriormente, dentro del Ciclo Básico no existe seriación obligatoria entre las asignaturas, sólo recomendada para el adecuado desarrollo de los cursos correspondientes, siendo las que se señalan a continuación:

SERIACIÓN INDICATIVA ENTRE LAS ASIGNATURAS DEL CICLO BÁSICO		
ASIGNATURA	ASIGNATURA ANTECEDENTE	ASIGNATURA SUBSECUENTE
Matemáticas I	Ninguna	Matemáticas II, Bioestadística, Físicoquímica I y Laboratorio de Ciencia Básica II
Química I	Ninguna	Química II, Físicoquímica I y Laboratorio de Ciencia Básica II
Laboratorio de Ciencia Básica I	Ninguna	Laboratorio de Ciencia Básica II
Matemáticas II	Matemáticas I	Físicoquímica II
Química II	Química I	Química III, Físicoquímica II y Laboratorio de Ciencia Básica III
Físicoquímica I	Matemáticas I y Química I	Físicoquímica II, Química III y Laboratorio de Ciencia Básica III
Laboratorio de Ciencia Básica II	Laboratorio de Ciencia Básica I, Matemáticas I y Química I	Laboratorio de Ciencia Básica III

Los alumnos no podrán cursar ninguna asignatura del cuarto semestre en adelante, correspondiente al Ciclo Profesional, si no han cubierto todos los créditos del Ciclo Básico.

La seriación obligatoria entre semestres es la que se muestra a continuación:

SERIACIÓN	SEMESTRE
1°, 2° y 3 <sup>er</sup> anteceden a	4°
1°, 2° y 3 <sup>er</sup> anteceden a	5°
4° antecede a	6°
4° y 5° anteceden a	7°
5° y 6° anteceden a	8°
6° y 7° anteceden a	9°

Dentro del Ciclo Profesional, tanto las inscripciones como los créditos serán por asignatura, ya que los cursos y los LTPs que integran cada semestre están diseñados para ser cursados en forma simultánea.



## 4.7 TABLAS DE ASIGNATURAS POR SEMESTRE

Como se mencionó anteriormente, el plan de estudios está conformado por dos ciclos de enseñanza. En el Ciclo Básico se incluyen 12 asignaturas con un total de 142 créditos; y en el Ciclo Profesional se contabilizan 288 créditos; obteniéndose al final un total de 430 créditos.

Dentro del Ciclo Básico, los semestres 1° y 3° tendrán un total de 48 créditos, distribuidos en 15 horas teóricas y 18 prácticas (10 horas de laboratorio y 8 h de taller correspondientes a las tres asignaturas que completan el semestre); en tanto que el 2° semestre será de 46 créditos, distribuidos en 15 horas teóricas y 16 prácticas (10 horas de laboratorio y 6 h de taller correspondientes a las tres asignaturas que completan el semestre).

Todos los semestres del Ciclo Profesional serán de 48 créditos, distribuidos en 15 horas teóricas y 18 prácticas (12 horas de laboratorio y 6 h de taller), con excepción del cuarto semestre en el cual las horas teóricas serán 16, al igual que las prácticas.

ASIGNATURAS CICLO BÁSICO							
CLAVE	DENOMINACIÓN	MODALIDAD	CARÁCTER	HORAS/SEMANA		TOTAL DE HORAS POR SEMESTRE	TOTAL DE CRÉDITOS
				TEÓRICAS	PRÁCTICAS		
<b>PRIMER SEMESTRE</b>							
	Seminario de Problemas Socioeconómicos	Seminario	Obligatorio	2	2	64	6
	Matemáticas I	Teoría/Taller	Obligatorio	8	2	160	18
	Química I	Teoría/Taller	Obligatorio	6	2	128	14
	Laboratorio de Ciencia Básica I	Laboratorio	Obligatorio	0	10	160	10
<b>SEGUNDO SEMESTRE</b>							
	Matemáticas II	Teoría/Taller	Obligatorio	4	2	96	10
	Química II	Teoría/Taller	Obligatorio	5	2	112	12
	Fisicoquímica I	Teoría/Taller	Obligatorio	6	2	128	14
	Laboratorio de Ciencia Básica II	Laboratorio	Obligatorio	0	10	160	10
<b>TERCER SEMESTRE</b>							
	Bioestadística	Teoría/Taller	Obligatorio	4	4	128	12
	Química III	Teoría/Taller	Obligatorio	5	2	112	12
	Fisicoquímica II	Teoría/Taller	Obligatorio	6	2	128	14
	Laboratorio de Ciencia Básica III	Laboratorio	Obligatorio	0	10	160	10

MÓDULOS CICLO PROFESIONAL							
CLAVE	DENOMINACIÓN	MODALIDAD	CARÁCTER	HORAS/SEMANA		TOTAL DE HORAS POR SEMESTRE	TOTAL DE CRÉDITOS
				TEÓRICAS	PRÁCTICAS		
<b>CUARTO SEMESTRE</b>							
	Balance de Masa y Energía	Teoría/Taller	Obligatorio	5	2	112	12
	Fenómenos de Transporte	Teoría/Taller	Obligatorio	5	1	96	11
	Química Industrial	Teoría/Taller	Obligatorio	3	2	80	8
	Métodos Numéricos	Teoría/Taller	Obligatorio	3	1	64	7
	Laboratorio y Taller de Proyectos	Laboratorio	Obligatorio	0	10	160	10
<b>QUINTO SEMESTRE</b>							
	Flujo de Fluidos	Teoría/Taller	Obligatorio	5	2	112	12
	Separación Mecánica y Mezclado	Teoría/Taller	Obligatorio	5	2	112	12
	Diseño de Equipo	Teoría/Taller	Obligatorio	5	2	112	12
	Laboratorio y Taller de Proyectos	Laboratorio	Obligatorio	0	12	192	12
<b>SEXTO SEMESTRE</b>							
	Ingeniería de Servicios	Teoría/Taller	Obligatorio	5	2	112	12
	Ingeniería Eléctrica	Teoría/Taller	Obligatorio	5	2	112	12
	Transferencia de Calor	Teoría/Taller	Obligatorio	5	2	112	12
	Laboratorio y Taller de Proyectos	Laboratorio	Obligatorio	0	12	192	12

<b>SÉPTIMO SEMESTRE</b>							
	Termodinámica Química	Teoría/Taller	Obligatorio	5	2	112	12
	Diseño de Equipo de Separación	Teoría/Taller	Obligatorio	5	2	112	12
	Transferencia de Masa	Teoría/Taller	Obligatorio	5	2	112	12
	Laboratorio y Taller de Proyectos	Laboratorio	Obligatorio	0	12	192	12
<b>OCTAVO SEMESTRE</b>							
	Ingeniería de Reactores	Teoría/Taller	Obligatorio	5	2	112	12
	Ingeniería de Procesos	Teoría/Taller	Obligatorio	5	2	112	12
	Dinámica y Control de Procesos	Teoría/Taller	Obligatorio	5	2	112	12
	Laboratorio y Taller de Proyectos	Laboratorio	Obligatorio	0	12	192	12
<b>NOVENO SEMESTRE</b>							
	Ingeniería Económica	Teoría/Taller	Obligatorio	5	2	112	12
	Ingeniería de Proyectos	Teoría/Taller	Obligatorio	5	2	112	12
	Administración de Proyectos	Teoría/Taller	Obligatorio	5	2	112	12
	Laboratorio y Taller de Proyectos	Laboratorio	Obligatorio	0	12	192	12

## 4.8 MAPA CURRICULAR DEL PLAN DE ESTUDIOS PROPUESTO

### Ciclo Básico Total de Créditos: 142

PRIMER SEMESTRE			
ASIGNATURA	HORAS		CRÉD
	TEÓR	PRÁCT	
Laboratorio de Ciencia Básica I	0	10	10
Matemáticas I	8	2	18
Química I	6	2	14
Seminario de Problemas Socioeconómicos	2	2	6

Primer semestre 48 créditos

SEGUNDO SEMESTRE			
ASIGNATURA	HORAS		CRÉD
	TEÓR	PRÁCT	
Fisicoquímica I	6	2	14
Laboratorio de Ciencia Básica II	0	10	10
Matemáticas II	4	2	10
Química II	5	2	12

Segundo semestre 46 créditos

TERCER SEMESTRE			
ASIGNATURA	HORAS		CRÉD
	TEÓR	PRÁCT	
Bioestadística	4	4	12
Fisicoquímica II	6	2	14
Química III	5	2	12
Laboratorio de Ciencia Básica III	0	10	10

Tercer semestre 48 créditos

Para ingresar al ciclo profesional, es necesario haber acreditado las 12 asignaturas del Ciclo Básico.

### Ciclo Profesional Total de Créditos: 288

SEXTO SEMESTRE			
ASIGNATURA	HORAS		CRÉD
	TEÓR	PRÁCT	
Ingeniería de servicios	5	2	12
Ingeniería eléctrica	5	2	12
Transferencia de calor	5	2	12
Laboratorio y taller de proyectos	0	12	12

Sexto semestre 48 créditos

QUINTO SEMESTRE			
ASIGNATURA	HORAS		CRÉD
	TEÓR	PRÁCT	
Flujo de fluidos	5	2	12
Separación mecánica y mezclado	5	2	12
Diseño de equipo	5	2	12
Laboratorio y taller de proyectos	0	12	12

Quinto semestre 48 créditos

CUARTO SEMESTRE			
ASIGNATURA	HORAS		CRÉD
	TEÓR	PRÁCT	
Balance de masa y energía	5	2	12
Fenómenos de transporte	5	1	11
Química industrial	3	2	8
Métodos numéricos	3	1	7
Laboratorio y taller de proyectos	0	10	10

Cuarto semestre 48 créditos

SÉPTIMO SEMESTRE			
ASIGNATURA	HORAS		CRÉD
	TEÓR	PRÁCT	
Termodinámica química	5	2	12
Diseño de equipos y separación	5	2	12
Transferencia de masa	5	2	12
Laboratorio y taller de proyectos	0	12	12

Séptimo semestre 48 créditos

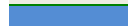




OCTAVO SEMESTRE			
ASIGNATURA	HORAS		CRÉD
	TEÓR	PRÁCT	
Ingeniería de reactores	5	2	12
Ingeniería de procesos	5	2	12
Dinámica y control de procesos	5	2	12
Laboratorio y taller de proyectos	0	12	12

Octavo semestre 48 créditos

NOVENO SEMESTRE			
ASIGNATURA	HORAS		CRÉD
	TEÓR	PRÁCT	
Ingeniería económica	5	2	12
Ingeniería de proyectos	5	2	12
Administración de proyectos	5	2	12
Laboratorio y taller de proyectos	0	12	12

Noveno semestre 48 créditos

**PENSUM ACADÉMICO:** total horas teóricas: 2192; total horas prácticas: 2496; total asignaturas: 37; total asignaturas teórico-prácticas: 28; total asignaturas prácticas: 9. **Total de créditos: 430.**

COLOR	
	Ciclo Básico
	Ciclo Profesional
	Ciclo Básico
	Ciclo Intermedio
	Ciclo Terminal

## 4.9 TABLA COMPARATIVA DE LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PLAN DE ESTUDIOS VIGENTE Y EL PROPUESTO

Las modificaciones realizadas fueron la actualización de los contenidos de los programas de las asignaturas, así como la inclusión de los mecanismos de evaluación del aprendizaje.

### 4.10 REQUISITOS

#### 4.10.1 De ingreso

Para ingresar a la Universidad es indispensable:

- a) Solicitar la inscripción de acuerdo con los instructivos que se establezcan.
- b) Haber obtenido en el ciclo de estudios inmediato anterior un promedio mínimo de siete o su equivalente.
- c) Ser aceptado mediante concurso de selección, que comprenderá una prueba escrita y que deberá realizarse dentro de los periodos que al efecto se señalen.

Para ingresar al nivel de licenciatura el antecedente académico indispensable es el bachillerato, cumpliendo con lo prescrito en el artículo 8° del Reglamento General de Inscripciones.

Además, los aspirantes deben haber cursado el área de físico-matemáticas.

#### 4.10.2 Extracurriculares y prerrequisitos

- a) El alumno debe poseer conocimientos básicos del idioma inglés que le permitan la comprensión técnica y científica de este idioma.
- b) El alumno debe contar con conocimientos elementales de computación, tales como manejo de procesador de textos y hoja de cálculo.

#### 4.10.3 De permanencia

Son los límites de tiempo que tiene el alumno para cursar el plan de estudios y están establecidos en los artículos 22, 24 y 25 del Reglamento General de Inscripciones, que a la letra dicen:

**Artículo 22.** Los límites de tiempo para estar inscrito en la Universidad con los beneficios de todos los servicios educativos y extracurriculares, serán:

- a) Cuatro años para cada uno de los ciclos de bachillerato,
- b) En el ciclo de licenciatura, un 50 por ciento adicional a la duración del plan de estudios respectivo, y

- c) En las carreras cortas, las materias específicas deberán cursarse en un plazo que no exceda al 50% de la duración establecida en el plan de estudios respectivo.

Los alumnos que no terminen sus estudios en los plazos señalados, no serán reinscritos y únicamente conservarán el derecho a acreditar las materias faltantes por medio de exámenes extraordinarios, en los términos del capítulo III del Reglamento General de Exámenes, siempre y cuando no rebasen los límites establecidos en el artículo 24.

Estos términos se contarán a partir del ingreso al ciclo correspondiente, aunque se suspendan los estudios, salvo lo dispuesto en el artículo 23.

**Artículo 24.** El tiempo límite para el cumplimiento de la totalidad de los requisitos de los ciclos educativos de bachillerato y licenciatura, será el doble del tiempo establecido en el plan de estudios correspondiente, al término del cual se causará baja de la Institución. En el caso de las licenciaturas no se considerará, dentro de este límite de tiempo, la presentación del examen profesional.

**Artículo 25.** Los alumnos que hayan suspendido sus estudios podrán reinscribirse, en caso de que los plazos señalados en el artículo 22 no se hubieran extinguido; pero tendrán que sujetarse al plan de estudios vigente en la fecha de su reingreso y, en caso de una suspensión mayor de tres años, deberán aprobar el examen global que establezca el consejo técnico de la facultad o escuela correspondiente.

Los alumnos, al concluir su 50 por ciento adicional que les otorga el artículo 22 del Reglamento General de Inscripciones, podrán concluir sus estudios en otro lapso igual a través de exámenes extraordinarios.

#### **4.10.4 De egreso**

El alumno deberá haber cursado y aprobado el 100 por ciento de créditos y el total de las asignaturas contempladas en el plan de estudios.

#### **4.10.5 De titulación**

- Haber obtenido el 100% de créditos.
- Presentar constancia del Servicio Social.
- Optar por cualquier opción de titulación.

Opciones de Titulación aprobadas por el H. Consejo Técnico de la FES Zaragoza, en la sesión del 12 de Marzo de 2013 (Anexo 2).

1. Titulación por total de créditos y alto nivel académico.
2. Titulación por Tesis o Tesina.
3. Titulación por seminario de titulación.
4. Titulación por actividad de apoyo a la docencia.
5. Titulación por experiencia profesional.
6. Titulación por profundización de conocimientos vía Programa de Educación Continua (Diplomados).

7. Titulación por informe de servicio social.
8. Titulación mediante créditos en posgrado.

Las opciones de titulación a las que con mayor frecuencia recurren los alumnos corresponden a los numerales 2 y 5.

El examen profesional se llevará a cabo al concluir el noveno semestre, de acuerdo con los estatutos universitarios vigentes. De esta manera se incrementará notablemente el porcentaje de alumnos titulados.



## **5. CRITERIOS PARA LA IMPLANTACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS**

## 5.1 RECURSOS HUMANOS

El personal académico de la Licenciatura en Ingeniería Química está integrado por:

CATEGORÍA	NÚMERO
Profesores de carrera	15
Profesores de asignatura	68
Técnicos académicos	3
TOTAL	86

## 5.2 INFRAESTRUCTURA

Para cumplir con los objetivos del plan de estudios, la Licenciatura en Ingeniería Química, en forma compartida con otras licenciaturas, cuenta con recursos materiales suficientes. Los recursos materiales con los cuenta la facultad y dispone la licenciatura para realizar el proceso de enseñanza y de aprendizaje. En cuanto a espacios físicos la Facultad cuenta con: 47 aulas, 19 laboratorios, tres auditorios de diferentes capacidades, dos bibliotecas, una sala de videoconferencias y seis salas de cómputo, distribuidos en los dos campos (Campus I y Campus II), en donde desarrollan las actividades correspondientes a las diferentes áreas académicas; además de gimnasio y varias canchas deportivas, entre otras instalaciones.

En lo referido a la Licenciatura en Ingeniería Química se cuenta con:

INFRAESTRUCTURA	SERVICIOS QUE OFRECE	CANTIDAD
Laboratorios T-1408 y T-1410	Apoyo a la docencia (semestres 6º y 7º)	2
Planta piloto	Prácticas del ciclo profesional	1
Laboratorio de cómputo	Simulación de procesos, planteado de planos, internet, etc.	1

La facultad cuenta con un acervo de 31,470 títulos de libros (85,160 volúmenes), 412 títulos de revistas (8560 fascículos), 620 títulos de videos, el cual crece cada año. Además de una serie de servicios que prestan las bibliotecas: préstamo de equipo de cómputo con acceso a internet, sala de consulta, consulta de base de datos. Por otro lado, el alumno tiene el servicio de préstamo por la biblioteca central (Ciudad Universitaria). Y a través de la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM se proporciona el servicio de acceso a la biblioteca digital (<http://www.dgbiblio.unam.mx/>), la consulta de revistas de suscripción, apoyo técnico e informático, procesos técnicos, servicios de obtención de documentos, entre otros; favoreciendo así el desarrollo del modelo educativo y la matrícula.

## 5.3 TABLA DE TRANSICIÓN ENTRE PLANES DE ESTUDIO

SEMESTRE	PLAN VIGENTE (1976)	PLAN PROPUESTO (2016)
2016-I	Tercer semestre	Primer semestre
2016-II	Cuarto semestre	Segundo semestre
2017-I	Quinto semestre	Tercer semestre
2017-II	Sexto semestre	Cuarto semestre
2018-I	Séptimo semestre	Quinto semestre
2018-II	Octavo semestre	Sexto semestre
2019-I	Noveno semestre	Séptimo semestre
2019-II	50 por ciento adicional a la duración del plan de estudios para la conclusión de la licenciatura en forma ordinaria*	Octavo semestre
2020-I		Noveno semestre
2020-II		
2021-I		
2021-II		
2022-I		50 por ciento adicional a la duración del plan de estudios para la conclusión de la licenciatura mediante exámenes extraordinarios*
2022-II		
2023-I		
2023-II		
2024-I		
2024-II	Pérdida de vigencia del Plan 1993	Implantación total del Plan 2016

\*Artículos 22 y 24 del Reglamento General de Inscripciones

### 5.3.1 Criterios Administrativos

Este plan de estudios actualizado entrará en vigor al siguiente ciclo lectivo inmediato posterior a la fecha de aprobación por el Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías.

## 5.4 TABLA DE EQUIVALENCIAS ENTRE EL PLAN DE ESTUDIOS VIGENTE Y EL PLAN DE ESTUDIOS PROPUESTO

Esta propuesta de plan de estudios mantiene las mismas características crediticias y de distribución de horas, aprobada desde 1976 y la separación administrativa aprobada en 1993 por el H. Consejo Universitario, como se muestra en la tabla siguiente:

SEMESTRE	CURSO	1976				1993*				2016**				
		HORAS DE TEORÍA	HORAS DE TALLER	HORAS DE LABORATORIO	NO. DE CRÉDITOS	HORAS DE TEORÍA	HORAS DE TALLER	HORAS DE LABORATORIO	NO. DE CRÉDITOS	HORAS DE TEORÍA	HORAS DE TALLER	HORAS DE LABORATORIO	NO. DE CRÉDITOS	
1	Seminario de Problemas Socioeconómicos	1	4		6	1	4		6	1	4		6	
	Matemáticas I	8	2		18	8	2		18	8	2		18	
	Química I	6	2		14	6	2		14	6	2		14	
	Laboratorio de Ciencia Básica I			10	10			10	10			10	10	
2	Matemáticas II	4	2		10	4	2		10	4	2		10	
	Química II	5	2		12	5	2		12	5	2		12	
	Fisicoquímica I	6	2		14	6	2		14	6	2		14	
	Laboratorio de Ciencia Básica II			10	10			10	10			10	10	
3	Bioestadística	4	4		12	4	4		12	4	4		12	
	Química III	5	2		12	5	2		12	5	2		12	
	Fisicoquímica II	6	2		14	6	2		14	6	2		14	
	Laboratorio de Ciencia Básica III			10	10			10	10			10	10	
4	Análisis de Procesos	Balace de Masa y Energía	5			10	5	2		12	5	2		12
		Fenómenos de Transporte	5			10	5	1		11	5	1		11
		Química Industrial	3			6	3	2		8	3	2		8
		Métodos Numéricos	3			6	3	1		7	3	1		7
		Laboratorio y Taller de Proyectos			16	16			10	10			10	10
5	Manejo de Materiales	Flujo de Fluidos	5			10	5	2		12	5	2		12
		Separación Mecánica y Mezclado	5			10	5	2		12	5	2		12

		Diseño de Equipo	5			10	5	2		12	5	2		12
		Laboratorio y Taller de Proyectos			18	18			12	12			12	12
6	Manejo de Energía	Ingeniería de Servicios	5			10	5	2		12	5	2		12
		Ingeniería Eléctrica	5			10	5	2		12	5	2		12
		Transferencia de Calor	5			10	5	2		12	5	2		12
		Laboratorio y Taller de Proyectos			18	18			12	12			12	12
7	Procesos de Separación	Termodinámica Química	5			10	5	2		12	5	2		12
		Diseño de Equipo de Separación	5			10	5	2		12	5	2		12
		Transferencia de Masa	5			10	5	2		12	5	2		12
		Laboratorio y Taller de Proyectos			18	18			12	12			12	12
8	Diseño de Procesos	Ingeniería de Reactores	5			10	5	2		12	5	2		12
		Ingeniería de Procesos	5			10	5	2		12	5	2		12
		Dinámica y Control de Procesos	5			10	5	2		12	5	2		12
		Laboratorio y Taller de Proyectos			18	18			12	12			12	12

9	Desarrollo de Proyectos	Ingeniería Económica	5			10	5	2		12	5	2		12
		Administración de Proyectos	5			10	5	2		12	5	2		12
		Ingeniería de Proyectos	5			10	5	2		12	5	2		12
		Laboratorio y Taller de Proyectos			18	18			12	12			12	12

\*Separación administrativa realizada con el aval del H. Consejo Universitario, según consta en el documento 2/667 del 25 de mayo de 1993 (Anexo I). El total de créditos no se ve afectado.

\*\*NO sufre modificaciones la denominación de la asignatura, el número de créditos, las horas asignadas y la ubicación de los semestres.

## **6. EVALUACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS**

# 6. EVALUACIÓN Y ACTUALIZACIÓN

La evaluación del plan de estudios deberá realizarse permanentemente para permitir su actualización o modificación cada 5 años. Algunos elementos de evaluación que deben tomarse en cuenta son:

## 6.1 EXAMEN DIAGNÓSTICO AL INGRESO

### Objetivo

Determinar el nivel de conocimientos y el perfil de los alumnos de primer ingreso a la Licenciatura en Ingeniería Química de la FES Zaragoza.

### Indicadores

- Dominio de conocimientos previos necesarios para iniciar la licenciatura.
- Habilidades intelectuales.
- Dominio de otros idiomas.
- Dominio de herramientas informáticas.
- Características socioeconómicas y culturales.
- Características de personalidad.
- Expectativas acerca de la licenciatura.

### Instrumentos principales

- Directorio de los alumnos de primer ingreso por generación.
- Cuestionario para valorar conocimientos previos y expectativas.
- Cuestionario para valorar habilidades.
- Prueba psicométrica.

## 6.2 EXAMEN DIAGNÓSTICO DEL LOGRO DEL PERFIL INTERMEDIO

### Objetivo

Determinar los conocimientos, habilidades y actitudes obtenidos por los alumnos al finalizar el ciclo básico de la Licenciatura en Ingeniería Química.



## **Indicadores**

- Contenidos esenciales por asignatura.
- Habilidades que se requieren dominar por el alumno en el ciclo básico.
- Actitudes que se requiere que el alumno adquiera en el ciclo básico.

## **Instrumentos principales**

- Examen de conocimientos para el ciclo básico.
- Examen práctico para el ciclo básico.
- Escalas de valoración de actitudes para el ciclo básico.

# **6.3 SEGUIMIENTO DE LA TRAYECTORIA ESCOLAR**

## **Objetivo**

Analizar el rendimiento académico de los alumnos por generación, que permita identificar tanto las fortalezas como las debilidades que inciden en su avance académico, para llevar a cabo las estrategias de intervención que se consideren pertinentes.

## **Indicadores**

- Número de alumnos aprobados, reprobados y no presentados por asignatura.
- Promedios de calificación por grupo.
- Determinación de asignaturas con alto índice de reprobación.
- Identificación de alumnos con alto desempeño académico.
- Número de alumnos con alto desempeño académico.
- Número de alumnos con baja temporal o definitiva por generación.

## **Instrumentos principales**

- Bases de datos de la trayectoria académica de cada alumno, por grupo y por generación.
- Cuestionario dirigido a alumnos.
- Cuestionario dirigido a docentes.
- Cuestionario que se aplicará a los alumnos que han abandonado sus estudios.
- Análisis de la trayectoria académica de los alumnos por generación.

## 6.4 EVALUACIÓN DE LOS ASIGNATURAS CON ALTO ÍNDICE DE REPROBACIÓN

### Objetivo

Determinar los principales factores que inciden en la reprobación escolar de la Licenciatura en Ingeniería Química.

### Indicadores

- Número de asignaturas con alto índice de reprobación en la licenciatura.
- Análisis de los programas de las asignaturas con alto índice de reprobación.
- Porcentaje de conocimientos previos con los que cuentan los alumnos.
- Metodología didáctica empleada en el proceso de enseñanza y aprendizaje.
- Criterios de evaluación del aprendizaje empleados en las asignaturas con alto índice de reprobación y su relación con el proceso de enseñanza.
- Apoyos didácticos que utiliza el profesor.

### Instrumentos principales

- Cuestionario dirigido a los alumnos.
- Cuestionario dirigido a los profesores e instancias académico-administrativas.
- Programas de estudio de las asignaturas.
- Procedimiento de evaluación del aprendizaje.

## 6.5 SEGUIMIENTO DEL ABANDONO ESCOLAR

### Objetivo

Analizar los aspectos más relevantes que inciden en el abandono escolar dentro de la Licenciatura en Ingeniería Química.

### Indicadores

- Índices de alumnos de baja temporal o definitiva.
- Índices de alumnos que abandonan la licenciatura por generación.
- Índices de los aspectos más importantes que encaminan al alumno al abandono escolar.
- Identificación de alumnos con probabilidades de abandono escolar.

### Instrumentos principales

- Bases de datos de la trayectoria académica de cada alumno, por grupo y por generación.
- Cuestionario dirigido a alumnos.
- Cuestionario dirigido a docentes.

- Cuestionario que se aplicará a los alumnos que han abandonado sus estudios.
- Análisis de la trayectoria académica de los alumnos por generación.

## 6.6 EVALUACIÓN DE LA DOCENCIA, INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN

### Objetivo

Fortalecer las funciones sustantivas de docencia, investigación y su vinculación con el proceso de enseñanza y aprendizaje de los alumnos.

### Indicadores

#### *Docencia*

- Evaluación de la enseñanza por los alumnos.
- Cumplimiento de los objetivos establecidos en los programas académicos.
- Participación de la planta docente en los proyectos estratégicos del Plan de Desarrollo Institucional.
- Retroalimentación a la docencia de los proyectos de investigación y vinculación.
- Participación del personal docente en proyectos institucionales con financiamiento.

#### *Investigación*

- Número de proyectos de investigación en los que participan profesores de la carrera por año.
- Líneas de investigación establecidas por la licenciatura.
- Financiamiento con el que cuentan los proyectos.
- Resultados de los proyectos elaborados:
  - Tesis.
  - Publicaciones.
  - Patentes.
  - Conferencias, ponencias, etc.
- Impacto de la investigación realizada en la docencia y en la vinculación de la licenciatura con el entorno.

#### *Vinculación*

- Áreas actuales de vinculación de la licenciatura con el entorno.
- Áreas potenciales de vinculación de la licenciatura con el entorno.
- Convenios de colaboración establecidos por año.
- Seguimiento de los proyectos de colaboración que se llevan a cabo.
- Resultados obtenidos de los proyectos de colaboración y su aplicación.
- Participación de la planta docente y alumnos en los proyectos de colaboración
- Impacto de los proyectos de colaboración con los planes, programas de estudio y en la investigación.

### ***Instrumentos principales***

- Base de datos de la planta docente:
  - Directorio de la planta docente.
  - Número de profesores por tipo de contratación, categoría y nivel.
  - Estudios de posgrado que han realizado.
  - Participación en actividades de educación continua.
- Base de datos de los proyectos de investigación en los que participan profesores y alumnos de la Licenciatura en Ingeniería Química.
- Base de datos de los proyectos de colaboración en los que participan profesores y alumnos de la Licenciatura en Ingeniería Química.
- Cuestionario de evaluación de la práctica docente por los alumnos.
- Listas de cotejo.
- Escalas.
- Reportes.

## **6.7 CRITERIOS GENERALES DE LOS PROGRAMAS DE SUPERACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PERSONAL ACADÉMICO**

### **Objetivo**

Promover la actualización y formación del personal académico de la Licenciatura en Ingeniería Química con base en los requerimientos curriculares, el Plan de Desarrollo Institucional, los avances científicos-tecnológicos y propuestas pedagógicas innovadoras.

### **Indicadores**

- Análisis de las modalidades de la práctica docente en la Licenciatura en Ingeniería Química.
- Resultados de la evaluación del desempeño docente.
- Determinación del perfil profesiográfico del docente por ciclos, áreas o asignaturas.
- Programas de formación docente con los que cuenta la licenciatura.
- Programas de formación docente que se llevan a cabo en otras dependencias e instituciones.
- Aplicación de programas de formación docente.
- Impacto de la formación docente en la práctica educativa y los programas de estudio.

### **Instrumentos principales**

- Base de datos de la planta docente.
  - Directorio de la planta docente.
  - Número de profesores por tipo de contratación, categoría y nivel.
  - Estudios de posgrado que han realizado.
  - Participación en actividades de educación continua.
- Análisis de la pertinencia de los programas de formación docente de la Licenciatura en Ingeniería Química.

- Análisis de los resultados e impacto de los programas de formación docente que se llevaron a cabo.

## **6.8 EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LOS RECURSOS MATERIALES E INFRAESTRUCTURA**

### **Objetivo**

Evaluar el estado en el que se encuentran la infraestructura y los recursos materiales con los que cuenta la licenciatura y su adecuación para el óptimo funcionamiento de la misma a corto y mediano plazo.

### **Indicadores**

- Inventario de los recursos materiales e infraestructura con los que cuenta la licenciatura.
- Análisis del estado en el que se encuentran los recursos materiales e infraestructura con los que cuenta la licenciatura.
- Análisis de los requerimientos de recursos materiales e infraestructura por año para el periodo 2007-2010.

### **Instrumentos principales**

- Listas de cotejo.
- Escalas.
- Reportes del estado de materiales e infraestructura.

Etapa. Análisis de la relación Plan de Estudios-Sociedad (coherencia externa).

Esta etapa tiene como finalidad analizar las respuestas que el plan de estudios vigente ofrece para la formación de ingenieros químicos, tomando en cuenta principalmente los siguientes aspectos: contexto socioeconómico y político del país en el marco nacional e internacional, necesidades sociales a las que se pretende que responda, avances científico-tecnológicos y situación específica de este campo profesional.

## **6.9 SEGUIMIENTO DE EGRESADOS**

### **Objetivo**

Evaluar la trayectoria académica y profesional de los egresados de la Licenciatura en Ingeniería Química de la FES Zaragoza.

## **Indicadores**

- Tiempo para la inserción en el mercado laboral.
- Ubicación por área en el campo laboral.
- Nivel, categoría y sueldo.
- Promociones.
- Educación continua para su actualización.
- Estudios de posgrado.
- Funciones profesionales que realiza.
- Investigaciones y publicaciones realizadas por los egresados.
- Retroalimentación al plan de estudios.
- Vigencia de conocimientos adquiridos en la licenciatura.
- Contenidos curriculares aplicados en la práctica.

## **Instrumentos principales**

- Base de datos por generación.
- Cuestionario de seguimiento de egresados.

### **6.9.1 Seguimiento de alumnos en servicio social**

#### **Objetivo**

Analizar el desempeño de los alumnos de Ingeniería Química de la FES Zaragoza en el Servicio Social y su retroalimentación al plan de estudios de la licenciatura.

#### **Indicadores**

- Áreas en las que se desempeñan los alumnos.
- Funciones que realizan en las áreas mencionadas.
- Logro de funciones profesionales establecidas en el plan de estudios.
- Retroalimentación al plan de estudios.

#### **Instrumentos principales**

- Cuestionario dirigido a los prestadores de servicio social.
- Cuestionario dirigido a los coordinadores de programas de servicio social en los que participan los estudiantes de la licenciatura.
- Informe anual del coordinador del servicio social de la licenciatura.

## 6.9.2 Análisis de la práctica profesional

### Objetivo

Analizar la práctica profesional vigente de la ingeniería química y sus tendencias de desarrollo a nivel nacional e internacional, así como su vinculación con el Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Química de la FES Zaragoza.

### Indicadores

- Campos de trabajo actual y potencial.
- Funciones profesionales desarrolladas en los campos de trabajo actual y potencial.
- Marco legal de ejercicio profesional.
- Participación y proyección colegiada.
- Innovaciones en el campo profesional.
- Necesidades sociales relacionadas con la profesión.
- Políticas y programas gubernamentales relacionados con la profesión.
- Tendencias en el desarrollo disciplinar y de la profesión a nivel nacional e internacional.
- Líneas de investigación atingentes a la profesión a nivel nacional e internacional.

### Instrumentos principales:

- Encuesta a empleadores.
- Entrevistas a expertos.
- Análisis de la normatividad vigente.
- Investigación documental.
- Corrientes innovadoras en congresos, encuentros, coloquios, etc.

## 6.10 MECANISMOS DE ACTUALIZACIÓN DE CONTENIDOS Y BIBLIOGRAFÍA

### Objetivo

Evaluar la actualidad y pertinencia de los contenidos curriculares y bibliografía de la Licenciatura en Ingeniería Química, con base en los requerimientos del campo profesional y los avances científico-tecnológicos, así como las propuestas educativas innovadoras.

### Indicadores

- Organización y secuencia de contenidos curriculares.
- Actualización de contenidos con base en los avances científico-tecnológicos.
- Relación de contenidos por área curricular y ciclo profesional.
- Metodología didáctica propuesta en las aulas y su contrastación con la práctica.
- Relación teoría-práctica.

- Elementos que integran los programas analíticos.
- Organización y congruencia de los elementos que integran los programas analíticos.
- Relación entre lo planeado y lo realizado.
- Relación maestro-alumno.
- Actualización de la bibliografía básica y complementaria.
- Disponibilidad de la bibliografía básica y complementaria.
- Disponibilidad de recursos materiales y equipo.
- Recursos didácticos empleados por el profesor.

### **Instrumentos principales**

- Cuestionario de evaluación de los programas analíticos dirigido a los alumnos.
- Cuestionario de evaluación de los programas analíticos dirigido a los profesores e instancias académico-administrativas.
- Inventario del acervo bibliográfico con el que cuenta la Licenciatura en Ingeniería Química en la biblioteca del Campus II de la FES Zaragoza.
- Análisis de las modificaciones que se deben llevar a cabo en los programas analíticos de cada semestre.
- Instrumento de evaluación de los programas analíticos.
- Listado de los requerimientos para incrementar el acervo bibliográfico de la licenciatura en forma anual.
- Apoyos didácticos con los que cuenta el alumno.
- Apoyos didácticos con los que cuenta el profesor.

### **Etapa. Síntesis general.**

Esta etapa tiene como propósito integrar los resultados del proceso de evaluación. Se puede llevar a cabo de manera parcial, para retroalimentar los programas de estudio y su operatividad, o de manera general, para elaborar propuestas fundamentadas acerca del plan de estudios vigente en su totalidad, encaminadas a decidir si continúa como está o si se reestructura parcial o totalmente. Esta síntesis general se llevará a cabo de manera anual y comprenderá los siguientes aspectos:

- Planeación y realización de un Taller de Evaluación Curricular en el que participen los equipos responsables de cada uno de los proyectos de investigación educativa y el equipo coordinador.
- Revisión de los informes de los proyectos de investigación educativa que se hayan llevado a cabo respecto de la relación Plan de Estudios-Sociedad y del análisis curricular.
- Integración de los principales resultados obtenidos de los proyectos de investigación.
- Elaboración de propuestas y conclusiones generales.



# **BIBLIOGRAFÍA**

1. Agrawal, R. & Mallapragada, D.S. (november 2010), Chemical Engineering in a Solar Energy-Driven Sustainable Future, AIChE Journal, Volume 56, Issue 11, pages 2762-2768.
2. Barnés de Castro, F. (julio 1992), La formación del Ingeniero Químico para el año 2000, Educación Química 3 [3], págs. 194-212.
3. González, G. (2011), La autoevaluación, momento de fisura de la realidad. El plan de estudios de la licenciatura de ingeniero químico de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza-UNAM, Tesis de Maestría en Enseñanza Superior, UNAM.
4. Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería Química, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, (2011), Actualización del plan de estudios aprobado por el H. Consejo Técnico de la FES Cuautitlán en su sesión del día 21 de Mayo de 2011.
5. Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería Química, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM (1976). [https://www.dgae.unam.mx/planes/zaragoza/Ingquim\\_zaragoza.pdf](https://www.dgae.unam.mx/planes/zaragoza/Ingquim_zaragoza.pdf) (1993) [Consultado el día 28 de junio de 2013].
6. Plan de Estudios de la Facultad de Química, UNAM (2013). [http://www.quimica.unam.mx/cont\\_espe2.php?id\\_rubrique=60&id\\_article=3127&color=E6AD04&rub2=745](http://www.quimica.unam.mx/cont_espe2.php?id_rubrique=60&id_article=3127&color=E6AD04&rub2=745) [Consultado el día 28 de junio de 2013].
7. Plan de Estudios de la Universidad Autónoma Metropolitana en su plantel Iztapalapa (2013). [http://www.uam.mx/licenciaturas/pdfs/24\\_10\\_Lic\\_Ing\\_Quimica\\_Izt.pdf](http://www.uam.mx/licenciaturas/pdfs/24_10_Lic_Ing_Quimica_Izt.pdf) [Consultado el día 28 de junio de 2013].
8. Plan de Estudios del Instituto Politécnico Nacional (ESIQIE, 2010). [http://www.esiqie.ipn.mx/Documents/IQI\\_2010.pdf](http://www.esiqie.ipn.mx/Documents/IQI_2010.pdf) [Consultado el día 28 de junio de 2013].
9. Plan de Estudios del Tecnológico de Monterrey (2011). <http://www.itesm.edu/wps/wcm/connect/itesm/tecnologico+de+monterrey/carreras+profesionales/areas+de+estudio/ingenieria+y+ciencias/iqa> [Consultado el día 28 de junio de 2013].
10. Plan de Estudios de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (2012). <http://www.uaslp.mx/Spanish/Academicas/FCQ/ofert/licen/iq/Paginas/default.aspx> [Consultado el día 28 de junio de 2013].
11. Plan de Estudios de la Universidad de Cádiz, España (2009). [http://ciencias.uca.es/grados/grado\\_ingenieria\\_quimica/memoria%20grado%20ing%20quimica.pdf](http://ciencias.uca.es/grados/grado_ingenieria_quimica/memoria%20grado%20ing%20quimica.pdf) [Consultado el día 28 de junio de 2013].
12. Plan de Estudios de la Universidad de Chile (2007). <http://escuela.ing.uchile.cl/normas-y-reglamentos/0025028%20Planes%20de%20Estudios.pdf> [Consultado el día 28 de junio de 2013].
13. Plan de Estudios de la Universidad Simón Bolívar de Venezuela (2011). <http://www.secretaria.usb.ve/sites/default/files/documentos/CATALOGO%20INTEGRADO%20USB.pdf> [Consultado el día 28 de junio de 2013].
14. Portal de Estadística Universitaria, (2000- 2013), Series Estadísticas UNAM, disponible en: [http://www.estadistica.unam.mx/series\\_inst/index.php](http://www.estadistica.unam.mx/series_inst/index.php) [Consultado el día 20 de julio de 2013].

# ANEXOS

# **ANEXO 1**

- **OFICIO DE APROBACIÓN DEL CONSEJO UNIVERSITARIO EN 1993, DE LA SEPARACIÓN ADMINISTRATIVA DE LOS COMPONENTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA DEL 4º AL 9º SEMESTRES.**
- **OFICIO DE APROBACIÓN DE LA MODIFICACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS POR EL CONSEJO TÉCNICO.**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

CONSEJO UNIVERSITARIO

2/667

Ing. Leopoldo Silva  
Director General de Administración Escolar  
P r e s e n t e .

La Comisión del Trabajo Académico, en su sesión efectuada con esta fecha, conoció y examinó la solicitud de Separación Administrativa de los Componentes de la Carrera de Ingeniería Química, del 4o. al 9o. semestres, para que se genere un acta de calificación por cada uno de ellos, que presenta la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, La Comisión considerándola conveniente, tomó el siguiente:

ACUERDO NUM. 6.- La Comisión del Trabajo Académico acordó comunicar a la Dirección General de Administración Escolar para su cumplimiento, que es de aprobarse la solicitud de Separación administrativa de los componentes de la Carrera de Ingeniería Química, del 4o. al 9o. semestres, para que se genere un acta de calificación por cada uno de ellos, que presenta la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, aprobada por su Consejo Técnico, en virtud de que dicha propuesta está fundamentada en el plan de estudios vigente de la carrera, que en los primeros tres semestres tiene un acta por cada asignatura y del 4o. al 9o., una por módulo, que cada uno de estos módulos se encuentran integrados por componentes, que se tiene una sola acta por módulo, lo que implica que para acreditarlo, el alumno tiene que pasar todos los componentes o materias que lo integran, si no acredita la totalidad de los componentes (materia), aparece en el acta la calificación de NA, por lo que se tienen que guardar las calificaciones restantes: se hace notar que dicha reforma administrativa no implica cambio en los créditos de la carrera ni en los contenidos de los componentes especificados en el plan de estudios, y facilita un mejor control en el manejo de calificaciones.

Atentamente  
POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU  
Ciudad Universitaria, D.F., a 25 de mayo de 1993  
PRESIDENTE DE LA COMISION

Ing. José Manuel Covarrubias



DIRECCION GENERAL DE ADMINISTRACION ESCOLAR  
SUBDIRECCION DE IDENTIFICACION Y NORMATIVIDAD  
DEPARTAMENTO DE PLANES Y PROGRAMAS DE ESTUDIOS

c.c. al C.            Secretario de Servicios Académicos  
c.c. al C.            Secretario Administrativo  
c.c. al C.            Director General de Incorporación y Revalidación de  
Estudios  
c.c. al C.            Director General de Personal  
c.c. al C.            Jefe de la Oficina de Registro de Planes de Estudio  
c.c. al C.            Director de Orientación Vocacional  
c.c. al C.            Director General de Planeación, Evaluación y  
Proyectos Académicos.

V1



**DIRECCION GENERAL DE ADMINISTRACION ESCOLAR**  
**SUBDIRECCION DE CERTIFICACION Y NORMATIVIDAD**  
**DEPARTAMENTO DE PLANES Y PROGRAMAS DE ESTUDIO**

AA/mc/eh



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"ZARAGOZA"

H. CONSEJO TÉCNICO



Oficio No: **FESZ/CT/568/13**

Asunto: **Modificación de Plan  
de Estudios**

**DR. ROBERTO MENDOZA SERNA**  
Jefe de la Carrera de Ingeniería Química  
**Presente**

Me permito informarle que el H. Consejo Técnico de esta Facultad, en su Sesión Ordinaria del 13 de agosto del año en curso, con el Acuerdo No. 13/08-SO/19.1, **aprobó el Proyecto de Modificación del Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Química**, considerando lo siguiente:

1. El Plan de Estudios por sus características innovadoras de origen, sigue siendo vigente para la disciplina en cuanto a su fundamentación académica, considerando su flexibilidad y versatilidad multidisciplinaria planteadas.
2. Se actualizaron los objetivos de aprendizaje, los contenidos de los programas sintéticos, la bibliografía, el perfil profesiográfico y los mecanismos de evaluación del aprendizaje; y se elaboraron los programas analíticos.
3. Se estimó pertinente mantener los perfiles de ingreso, permanencia y de egreso, el mapa curricular, el nombre de las materias así como su seriación.

Por tal motivo, este Cuerpo Colegiado determinó que el documento se envíe a la Coordinación de Apoyos a los Consejos Académicos de Área, y posteriormente al Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías (CAACFMI), acorde con lo establecido en la Legislación Universitaria.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

Atentamente  
**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**  
México, D.F., 14 de agosto de 2013  
**EL PRESIDENTE DEL CONSEJO TÉCNICO**

  
**DR. VÍCTOR MANUEL MENDOZA NÚÑEZ**

## **ANEXO 2**

- **OPCIONES DE TITULACIÓN RATIFICADAS POR EL CONSEJO TÉCNICO.**
- **OFICIO DE APROBACIÓN DEL REGLAMENTO DE OPERACIÓN DE LAS OPCIONES DE TITULACIÓN.**
- **REGLAMENTO DE LAS OPCIONES DE TITULACIÓN.**





**OPCIONES DE TITULACIÓN RATIFICADAS  
POR EL CONSEJO TÉCNICO,  
MEDIANTE EL ACUERDO No. 13/03-SO/1.1,  
CELEBRADO EL 12 DE MARZO DE 2013**



El H. Consejo Técnico ratificó las siguientes Opciones de Titulación para la Licenciatura en Ingeniería Química:

<b>OPCIONES</b>	<b>REQUISITOS</b>
1. Totalidad de créditos y alto nivel académico	<ol style="list-style-type: none"><li>1 Haber cubierto el 100% de créditos del plan de estudios.</li><li>2. Promedio igual o superior a 9.5.</li><li>3. Presentar carta de terminación y de liberación de servicio social.</li><li>4. Haber acreditado el idioma, a nivel comprensión de lectura.</li><li>5. No haber tenido calificaciones reprobatorias o NP en alguna asignatura o módulo.</li><li>6. No haber presentado exámenes extraordinarios en alguna asignatura o módulo.</li><li>7. A todos los alumnos que cumplan con estos requisitos se les otorgará mención honorífica.</li></ol>
2. Tesis o Tesina y examen profesional	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Haber concluido el 100% de créditos del plan de estudios.</li><li>2. Haber concluido el servicio social.</li><li>3. Haber acreditado el idioma, a nivel comprensión de lectura.</li><li>4. Elaborar el escrito de tesis acorde con los criterios establecidos por el Consejo Técnico.</li><li>5. Réplica oral conforme se establece en los artículos 21, 22 y 24 del RGE.</li><li>6. Se otorgará mención honorífica a los alumnos que tengan un promedio general en la carrera igual o mayor de 9.0; exposición de tesis de calidad, réplica oral de calidad.</li></ol>
3. Seminario de tesis o tesina	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Haber concluido el 100% de créditos del plan de estudios.</li><li>2. Haber concluido el servicio social.</li><li>3. Haber acreditado el idioma, a nivel comprensión de lectura.</li><li>4. Constancia de aprobación de un curso básico de cómputo, cuando la carrera así lo establezca.</li><li>5. El alumno deberá cursar un seminario organizado por la carrera dentro de los tiempos curriculares para la elaboración de la tesis o tesina.</li><li>6. Réplica oral conforme se establece en los artículos 21, 22 y 24 del RGE.</li><li>7. Se otorgará mención honorífica a los alumnos que tengan un promedio general en la carrera igual o mayor de 9.0; exposición de tesis de calidad, réplica oral.</li></ol>
4. Actividad de apoyo a la docencia	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Haber concluido el 100% de créditos del plan de estudios y tener promedio mínimo de 8.</li><li>2. Haber concluido el servicio social.</li><li>3. Haber acreditado el idioma, a nivel comprensión de lectura.</li><li>4. Constancia de aprobación de un curso básico de cómputo, cuando la carrera así lo establezca.</li><li>5. Aprobar un curso de introducción a la docencia con una duración mínima de 40 horas.</li><li>6. Participar como profesor adjunto honorífico en una asignatura o módulo que se</li></ol>

	<p>imparta en su carrera en un mínimo de 4 horas/semana/mes por un semestre.</p> <p>7. Ser co-autor de un material de apoyo didáctico elaborado por el profesor titular de la asignatura o módulo en donde participe.</p> <p>8. Presentar un examen ante un jurado, el cual consistirá en la evaluación del material didáctico y presentación oral acorde con lo establecido en el artículo 23 de RGE.</p> <p>9. Se otorgará mención honorífica a los alumnos que tengan un promedio general en la carrera igual o mayor de 9.0 y la opinión favorable del jurado considerando la calidad del material didáctico, exposición oral y réplica.</p>
5. Trabajo profesional	<p>1. Haber concluido el 100% de créditos del plan de estudios.</p> <p>2. Haber concluido el servicio social.</p> <p>3. Haber acreditado el idioma, a nivel comprensión de lectura.</p> <p>4. Comprobante formal de práctica profesional en el ámbito disciplinario mínima de un año.</p> <p>5. Presentar un escrito de 20 a 30 cuartillas en el que describa y se fundamente la práctica profesional ejercida, acorde con el siguiente formato: (i) portada, (ii) fundamentación relativa a la vinculación de la práctica profesional con el perfil profesional del plan de estudios, (iii) descripción de la práctica profesional, incluyendo esquemas, diagramas de flujo e imágenes, (iv) principales logros o experiencias que reforzaron su formación profesional, (v) referencias.</p> <p>6. Presentar un examen ante un jurado, el cual consistirá en la evaluación del reporte de la práctica profesional, acorde con lo establecido en el artículo 23 de RGE.</p>
6. Ampliación y profundización de conocimientos	<p>El alumno podrá optar por alguna de las dos opciones siguientes:</p> <p><b>I. Profundización del conocimiento (Diplomados)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Haber concluido el 100% de créditos del plan de estudios.</li> <li>- Haber concluido el servicio social.</li> <li>- Haber acreditado el idioma, a nivel comprensión de lectura.</li> <li>- Constancia de aprobación de un curso básico de cómputo, cuando la carrera así lo establezca.</li> <li>- Aprobar un diplomado de educación continua impartido por la UNAM, con una duración mínima de 240 horas, especificado como opciones de titulación en su licenciatura.</li> </ul> <p><b>II. Ampliación del conocimiento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Haber concluido el 100% de créditos del plan de estudios con un promedio mínimo de 8.5.</li> <li>- Haber concluido el servicio social.</li> <li>- Haber acreditado el idioma, a nivel comprensión de lectura.</li> <li>- Constancia de aprobación de un curso básico de cómputo, cuando la carrera así lo establezca.</li> <li>- Aprobar un número adicional de asignaturas de la misma licenciatura o de otra afín impartida en la UNAM, equivalente a por lo menos el diez por ciento de créditos totales de su licenciatura, con un promedio mínimo de 9. Dichas asignaturas se considerarán como un semestre adicional.</li> </ul>
7. Informe final de servicio social	<p>1. Haber concluido el 100% de créditos del plan de estudios y <b>tener un promedio mínimo de 8.</b></p> <p>2. Solicitar por escrito a la jefatura de carrera esta opción de titulación, antes de iniciar el servicio social.</p>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Las opciones de servicio social para titulación deberán ser práctica profesional a nivel comunitario o participación en actividades de investigación en proyectos aprobados por un grupo colegiado y registrados en la División de Investigación y Posgrado.</li> <li>4. Concluir el servicio social en un máximo de un año a partir de la fecha de inicio.</li> <li>5. Haber acreditado el idioma, a nivel comprensión de lectura.</li> <li>6. Constancia de aprobación de un curso básico de cómputo, cuando la carrera así lo establezca.</li> <li>7. Entregar un informe sobre las actividades realizadas, con una extensión de 20 a 30 cuartillas en el que se fundamente y se describa el servicio social en el marco de su práctica profesional, acorde con la siguiente estructura: (i) portada, (ii) índice, (iii) fundamentación del proyecto o programa, (iv) descripción del servicio social realizado, incluyendo la presentación sistemática de las actividades, para lo cual se podrán presentar esquemas, diagramas de flujo, cuadros, gráficas e imágenes, (v) relevancia de las actividades realizadas, señalando logros, (vi) propuestas, (vii) referencias.</li> <li>8. Presentar un examen ante un jurado, el cual consistirá en la evaluación del reporte de la actividad del servicio social, y la presentación acorde con lo establecido en el artículo 23 de RGE.</li> </ol>
8. Créditos de posgrado	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Haber concluido el 100% de créditos del plan de estudios y tener promedio mínimo de 8.</li> <li>2. Haber concluido el servicio social.</li> <li>3. Haber acreditado el idioma, a nivel comprensión de lectura.</li> <li>4. Constancia de aprobación de un curso básico de cómputo, cuando la carrera así lo establezca.</li> <li>5. Cursar y aprobar dos semestres en un posgrado (especialización, maestría o doctorado) con una calificación mínima de 8.</li> <li>6. En el caso de las especializaciones de Enfermería con duración de un año, aprobar un semestre con una calificación mínima de 8.</li> </ol>



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"ZARAGOZA"

H. CONSEJO TÉCNICO



Oficio No: FESZ/CT/506/13  
Asunto: Se envía Reglamento

DR. ROBERTO MENDOZA SERNA  
Jefe de la Carrera de Ingeniería Química  
P r e s e n t e

Me permito informar a usted que H. Consejo Técnico de esta Facultad en su Sesión Ordinaria del 11 de junio de 2013, con el Acuerdo No. 13/06-SO/3.2, aprobó el **Reglamento de Operación de las Opciones de Titulación de Licenciatura de la FES Zaragoza**, del cual se le hace entrega en archivo PDF en el CD anexo para su consulta y aplicación a partir de la fecha de aprobación.

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
México, D.F., 24 de julio de 2013  
EL SECRETARIO DEL H. CONSEJO TÉCNICO

DR. VICENTE J. HERNÁNDEZ ABAD

Anexo: CD

VJHA/@ma\*

*Recibo  
Vicente J. Hernández Abad  
6/ Agosto /13*

**Acuse  
Recibo**

# REGLAMENTO DE OPERACIÓN DE LAS OPCIONES DE TITULACIÓN DE LICENCIATURA DE LA FES ZARAGOZA

## PRESENTACIÓN

El presente Reglamento se emite con la finalidad de establecer la normatividad y procedimientos a la que se deben apegar todos los Comités Académicos de Carrera de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, así como los funcionarios y académicos involucrados en la operación de las opciones de titulación aprobadas por el H. Consejo Técnico en la sesión ordinaria del día 12 de marzo de 2013. Este reglamento se enmarca en la normatividad que en materia de trámites escolares emite la Dirección General de Asuntos Escolares de la UNAM.

## CAPÍTULO I. DEFINICIONES

**Artículo 1.** Para los fines de este reglamento, quienes participan en los diferentes procesos de titulación que se desarrollan en la FES Zaragoza, en orden alfabético, son:

*Alumno en proceso de titulación:* Es el estudiante que para obtener el título de licenciatura haya cursado en su totalidad el plan de estudios respectivo y cuente con el 100% de los créditos respectivos, que ha elegido alguna de las opciones de titulación aprobadas por el H. Consejo Técnico de la FES Zaragoza y operadas en su carrera, y que cuenta con el servicio social liberado (salvo las opciones de titulación por servicio social).

*Comité de evaluación de trabajos recepcionales:* Con base en los artículos 20 y 23 del RGE son el grupo de académicos (sinodales), incluidos el director y asesor (si existiera) de trabajo recepcional, designados por el Director de la Facultad para valorar en conjunto los conocimientos generales del sustentante en su carrera. Así mismo, verificarán que demuestre su capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos y que posee criterio profesional, con base en los resultados de la evaluación del trabajo recepcional escrito y de la réplica o el examen oral correspondiente. Para ser miembro del comité, los miembros diferentes al director o asesor del trabajo recepcional escrito deberán haber dirigido o asesorado al menos tres trabajos recepcionales con anterioridad o tener una formación académica de posgrado en la temática del trabajo recepcional.

*Director de trabajo recepcional escrito:* Con base en los artículos 28 a 30 del Reglamento General de Exámenes, es la persona dedicada a la docencia, la investigación o el ejercicio profesional en la UNAM o en otras instituciones, que tiene las funciones de dirigir, supervisar y orientar el trabajo académico de titulación del alumno que se encuentra en proceso de obtención del título.

*Asesor de trabajo recepcional escrito:* Con base en los artículos 28 a 30 del Reglamento General de Exámenes (RGE), es el académico de la UNAM que colabora con el director del trabajo recepcional escrito en el desarrollo del mismo.

*Participación como director o asesor.* El número máximo de trabajos recepcionales con registro vigente en los que una persona podrá fungir como director o asesor es de cinco, salvo que el H. Consejo Técnico autorice, con plena justificación académica y a solicitud expresa, un número mayor.

*Jurado de examen profesional:* Con base en los artículos 21 a 26 de Reglamento General de Exámenes, son el grupo de académicos (sinodales), incluidos el director y asesor (si existiera) de trabajo recepcional, designados por el Director de la Facultad, para valorar en conjunto los conocimientos generales del sustentante en su carrera. Así mismo, verificarán que demuestre su capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos y que posee criterio profesional, con base en los resultados de la evaluación del trabajo recepcional escrito (si la opción lo requiere) y de la réplica o el examen oral correspondiente. Para las modalidades de titulación en las que se requiere un trabajo escrito, todos los miembros de los jurados de exámenes diferentes al director o asesor del mismo deberán haber dirigido o asesorado al menos tres trabajos de este tipo con anterioridad o tener una formación académica de posgrado en la temática del trabajo. Ningún profesor podrá ser revisor o sinodal de más de tres proyectos, tesis, tesinas, artículos académicos, informes de servicio social o informes de práctica profesional con fines de titulación en un año (sin contar entre estos tres aquéllos en los que funja como director o asesor).

*Revisor de proyecto, protocolo o propuesta de trabajo recepcional escrito:* Con base en los artículos 21 a 27 y 29 del Reglamento General de Exámenes (RGE), es el académico de la UNAM que colabora para evaluar los protocolos, proyectos o propuestas de trabajo recepcional en las diferentes modalidades de titulación, y que ha fungido anteriormente como director o asesor de al menos tres trabajos de tesis o tesina. Ningún profesor podrá ser revisor o sinodal de más de tres proyectos, protocolos, tesis, tesinas, artículos académicos, informes de servicio social o informes de práctica profesional con fines de titulación en un año (sin contar entre estos tres aquéllos en los que funja como director o asesor), salvo en aquellos casos donde el 100% de los posibles sinodales o revisores de la carrera ya hayan participado en al menos tres dictámenes de trabajo recepcional en el año.

*Sinodal de examen:* Es un miembro del jurado de examen profesional o del comité de evaluación de trabajos recepcionales. Para ser sinodal, un profesor deberá haber dirigido o asesorado al menos tres trabajos recepcionales escritos con anterioridad o tener una formación de posgrado en la temática de la tesis o tesina, además de cumplir con los requisitos estipulados en el Artículo 29 del RGE. Ningún profesor podrá ser revisor o sinodal de más de tres proyectos, tesis, tesinas, artículos académicos, informes de servicio social o informes de práctica profesional con fines de titulación en un año (sin contar entre estos tres aquéllos en los que funja como director o asesor), salvo en aquellos casos donde el 100% de los posibles sinodales o revisores de la carrera ya hayan participado en al menos tres dictámenes de trabajos recepcionales en el año. Un sinodal de examen profesional podrá renunciar a esta función por causas justificadas de salud, cuando renuncie a la UNAM, esté de viaje o alguna otra causa de fuerza mayor, notificándolo a la Jefatura de carrera con la mayor antelación posible.

**Artículo 2.** Se consideran como modalidades de trabajo recepcional escrito las siguientes: (i) tesis, (ii) tesina, (iii) informe final de servicio social, (iv) reporte de trabajo profesional, (v) material de apoyo didáctico, y (vi) artículo académico. La descripción de los documentos a los que se hace referencia en este reglamento, en estricto orden alfabético, es la siguiente:



*Informe final de Servicio Social como opción de titulación:* Es un trabajo recepcional derivado de la participación en actividades de investigación en proyectos aprobados por un grupo colegiado y registrados en la División de Estudios de Posgrado e Investigación o de la práctica profesional a nivel comunitario, institucional, o ambos. Los componentes mínimos que debe contener este tipo de trabajo recepcional son:

- 1) Carátula.
- 2) Índice.
- 3) Fundamentación del proyecto o programa, resaltando la vinculación del servicio social con la práctica profesional (extensión de 10 a 20 cuartillas, letra arial 12, a doble espacio).
- 4) Objetivos.
- 5) Descripción del servicio social realizado, incluyendo la presentación sistemática de las actividades, para lo cual se podrán presentar esquemas, diagramas de flujo, cuadros, gráficas e imágenes (extensión de 10 a 20 cuartillas, letra arial 12, a doble espacio).
- 6) Relevancia de las actividades realizadas, señalando los logros (extensión de 5 a 10 cuartillas, letra arial 12, doble espacio).
- 7) Propuestas (extensión de 3 a 6 cuartillas, letra arial 12, doble espacio).
- 8) Referencias. Treinta referencias como mínimo; citar en el texto del informe y listar al final, en el apartado de referencias, acorde con los criterios internacionales del área que corresponda (APA, Vancouver o Harvard).

*Informe de actividad profesional:* Es un trabajo recepcional donde se comprueba de manera formal la práctica profesional en el ámbito disciplinario mínima de un semestre. El trabajo es un escrito de 20 a 30 cuartillas en el que describa y se fundamente la práctica profesional ejercida, acorde con el siguiente formato:

- 1) Carátula.
- 2) Índice.
- 3) Fundamentación relativa a la vinculación de la práctica profesional con del perfil profesional del plan de estudios (extensión 5 a 10 cuartillas, letra arial 12, doble espacio).
- 4) Descripción de la práctica profesional, incluyendo esquemas, diagramas de flujo e imágenes (extensión, 10 a 20 cuartillas, letra arial 12, doble espacio).
- 5) Principales logros o experiencias que reforzaron su formación profesional (extensión, 5 a 10 cuartillas).
- 6) Referencias. Veinte referencias como mínimo; citar en el texto del informe y listar al final, en el apartado de referencias, acorde con los criterios internacionales del área que corresponda (APA, Vancouver o Harvard).

*Protocolo de tesis o tesina:* Es un documento en el que se detallan diversos aspectos del proyecto que se desarrollará como trabajo recepcional por parte de un alumno en proceso de titulación. Para todas las carreras, el protocolo incluirá los siguientes apartados:

- 1) Carátula.
- 2) Índice.

- 3) Introducción (extensión, una a dos cuartillas, letra arial 12, doble espacio).
- 4) Marco Teórico (extensión, cuatro a diez cuartillas, letra arial 12, doble espacio).
- 5) Planteamiento del problema.
- 6) Hipótesis de trabajo (si el proyecto lo justifica).
- 7) Objetivos.
- 8) Material y métodos.
- 9) Cronograma de actividades.
- 10) Referencias. Veinte referencias como mínimo; citar en el texto del informe y listar al final, acorde con los criterios internacionales del área que corresponda (APA, Vancouver o Harvard).

*Proyecto de material de apoyo didáctico:* Es un documento donde se presentará en forma breve la propuesta para optar por la modalidad de apoyo a la docencia con la elaboración de material didáctico para la titulación. El texto debe incluir:

- 1) Datos del alumno (nombre, carrera, número de cuenta, generación, promedio).
- 2) Módulo, asignatura, materia, unidad de aprendizaje o actividad académica para la que se desarrollará el material.
- 3) Nombre del director del proyecto.
- 4) Fundamentación académica de la propuesta (extensión de dos a tres cuartillas, letra arial 12, doble espacio).
- 5) Problema (pregunta de investigación).
- 6) Objetivos.
- 7) Estructura que se pretende dar al material de apoyo didáctico (capitulado, temas a abordar, estrategias, entre otros).
- 8) Cronograma.
- 9) Referencias, diez como mínimo; citar en el texto de la fundamentación y listar al final en el apartado de referencias acorde con los criterios internacionales del área que corresponda (APA, Vancouver o Harvard).

*Proyecto para el Informe de la Actividad Profesional:* Es un documento donde se presentará en forma breve (hasta tres cuartillas) la propuesta para optar por la modalidad de Informe de la Actividad Profesional para la titulación. El texto debe incluir:

- 1) Datos del alumno (nombre, carrera, número de cuenta, generación, promedio).
- 2) Actividad profesional desarrollada.
- 3) Nombre y datos fiscales de la empresa o registro de universidad o escuela.
- 4) Descripción de la actividad profesional (enfaticar la relación de la actividad con su perfil profesional, extensión de una a dos cuartillas, letra arial 12, doble espacio).
- 5) Deberá anexar una constancia que avale su actividad profesional por un año o más y copia del último comprobante de sueldo.

*Proyecto para la modalidad de Informe de Servicio Social como opción de titulación:* Es un documento donde se presentará en forma breve (hasta tres cuartillas) la propuesta para optar por la modalidad de Informe de Servicio Social para la titulación. El texto debe incluir:



- 1) Datos del alumno (nombre, carrera, número de cuenta, generación, promedio).
- 2) Programa de servicio social.
- 3) Nombre del asesor del servicio social.
- 4) Objetivos.
- 5) Descripción del programa de servicio social (enfatar la relevancia del programa del servicio social en el ámbito social y la relación con su perfil profesional, extensión de una a dos cuartillas, letra arial 12, doble espacio).

En el caso de servicio social-tesis (en las carreras para las que esté aprobada esta opción), deberá presentar el proyecto acorde con la siguiente estructura:

- 1) Datos del alumno (nombre, carrera, número de cuenta, generación, promedio).
- 2) Programa de servicio social (extensión de una cuartilla, letra arial 12, doble espacio).
- 3) Nombre del asesor del servicio social-tesis.
- 4) Fundamentación académica de la investigación que realizará (extensión de dos a tres cuartillas, letra arial 12, doble espacio).
- 5) Problema (pregunta de investigación).
- 6) Hipótesis.
- 7) Objetivos.
- 8) Material y métodos (diseño, universo de estudio, variables, técnicas, diseño estadístico).
- 9) Cronograma.
- 10) Referencias, diez como mínimo; citar en el texto de la fundamentación y listar al final en el apartado de referencias acorde con los criterios internacionales del área que corresponda (APA, Vancouver o Harvard).

*Registro del recepcional trabajo escrito.* Es el proceso académico-administrativo que debe realizar el alumno, de conformidad con lo descrito para cada modalidad de titulación, para que la jefatura de la carrera reconozca y otorgue de manera oficial la calidad de alumno en proceso de titulación. La jefatura de carrera actualizará, a finales de cada mes, la base de datos del registro de los trabajos recepcionales, y comunicará por escrito en los primeros cinco días hábiles de cada mes las cancelaciones de los registros a los profesores y alumnos que no concluyeron el trabajo en el tiempo establecido para cada opción de titulación. Un registro de trabajo recepcional escrito será considerado como vigente de acuerdo con los tiempos estipulados para cada modalidad de titulación.

*Tesina:* Es un informe científico breve y original de tipo monográfico o de revisión sistemática. La investigación documental debe ser exhaustiva (40 referencias como mínimo, de las cuales más del 50% deben ser artículos de revistas especializadas y por lo menos la mitad de éstos de los últimos cinco años). El tema debe ser relevante y relacionado con los contenidos académicos o temas emergentes de la carrera. Los apartados que se debe incluir en la tesina son:

Trabajo monográfico:

- 1) Carátula.
- 2) Índice.

- 3) Contenido: dividir en capítulos y subcapítulos acorde con la temática. Extensión de 50 a 100 cuartillas (letra arial 12, doble espacio). Establecer los capítulos y subcapítulos de manera lógica y sistemática acorde con la temática, incluir esquemas y figuras originales (no incluir imágenes de libros, de revistas o internet de otros autores). En caso de que se incluyan esquemas o figuras no originales, se deberá contar con el permiso o cesión de derechos del propietario intelectual de la obra, a favor de la UNAM.
- 4) Referencias. 40 como mínimo, de las cuales más del 50% deben ser artículos de revistas especializadas y por lo menos la mitad de estos de los últimos cinco años, citar en el texto del contenido y listar al final en el apartado de referencias acorde con los criterios internacionales del área que corresponda (APA, Vancouver o Harvard).

Revisión sistemática:

- 1) Carátula.
- 2) Índice.
- 3) Introducción: presentar la justificación del estudio (qué, porqué y para qué) y el propósito (cinco a diez cuartillas, letra arial 12, doble espacio).
- 4) Material y métodos: describir detalladamente la ruta crítica para búsqueda de los documentos incluidos en el trabajo, fuentes, índices documentales (medline, scopus, current contents, google, artemisa, etc.) palabras clave, criterios de inclusión y exclusión, precisar el número de documentos seleccionados para la revisión sistemática (análisis crítico).
- 5) Resultados y discusión: incluir uno o más cuadros relativos a los elementos de análisis (autor/año, objetivo, diseño, población, experimentos, hallazgos, etc....) describir y analizar y discutir con un enfoque crítico los datos más relevantes del concentrado de los estudios incluidos en los cuadros, con el fin de precisar el “estado del arte del conocimiento”, para poder resaltar y concluir los conocimientos científicos más sólidos sobre la temática abordada, considerando, tamaño de muestra, diseño de investigación, análisis estadístico e interpretación realizada en cada uno de los estudios presentados en el cuadro de análisis. La extensión de este apartado debe ser de 10 a 20 cuartillas, letra arial 12, a doble espacio.
- 6) Referencias. 40 como mínimo, de las cuales más del 50% deben ser artículos de revistas especializadas y por lo menos la mitad de éstos de los últimos cinco años, citar en el texto del contenido y listar al final en el apartado de referencias acorde con los criterios internacionales del área que corresponda (APA, Vancouver y Harvard).

*Tesis:* reporte impreso (y electrónico) apegado a un protocolo de investigación que se presente ante un jurado, con el fin de obtener un grado académico. Es resultado de una investigación observacional o experimental de tipo básica o aplicada que se lleva a cabo con el fin de acrecentar o verificar el conocimiento científico en el campo disciplinario. La investigación debe emanar o vincularse con la línea de investigación, o fundamentarse en la experiencia académica del director o asesor de tesis.

Los apartados que debe incluir un trabajo de tesis son:

- 1) Carátula.
- 2) Agradecimientos (Reconocimientos de tipo académico, institucional y financiamientos).
- 3) Dedicatoria (Menciones de tipo afectivo).

- 4) Índice.
- 5) Introducción.
- 6) Marco Teórico.
- 7) Planteamiento del problema.
- 8) Hipótesis (si el diseño lo justifica).
- 9) Objetivos.
- 10) Material y métodos:
  - Diseño (tipo de estudio).
  - Universo (población o muestra).
  - Variables.
  - Técnicas.
  - Análisis estadístico.
- 11) Resultados.
- 12) Discusión.
- 13) Conclusiones.
- 14) Perspectivas.
- 15) Referencias. 40 como mínimo, de las cuales al menos el 50% deben ser artículos de revistas especializadas, citar en el texto del contenido y listar al final en el apartado de referencias acorde con los criterios internacionales del área que corresponda (APA, Vancouver o Harvard).

## **CAPÍTULO II**

### **DE LAS OPCIONES DE TITULACIÓN QUE REQUIEREN LA PRESENTACIÓN DE UNA TESIS O TESINA Y RÉPLICA ORAL**

**Artículo 3.** De acuerdo con el Artículo 28 del Reglamento General de Exámenes, el alumno en proceso de titulación propondrá a quien fungirá como director y, si es el caso, al asesor del trabajo recepcional escrito, directamente ante la Jefatura de Carrera, eligiendo a aquel(los) que considere con mayor afinidad a sus intereses académicos. Cualquier profesor de la Facultad puede dirigir o asesorar tesis o tesinas en las diferentes carreras de la Facultad, siempre y cuando cumpla con los requisitos establecidos en el Artículo 29 del RGE y en este reglamento. Si la modalidad de titulación es por actividad de investigación, la tesis o tesina deberá ser parte de un proyecto aprobado de forma colegiada interna o externa a la dependencia y registrado ante la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la FES Zaragoza.

Los asesores de trabajo recepcional siempre serán profesores de la FES Zaragoza, preferentemente de la carrera del alumno en proceso de titulación.

En caso de que el director de trabajo recepcional propuesto fuera externo al personal académico de la FES Zaragoza, deberá presentar al Comité Académico de la Carrera (CAC) correspondiente su solicitud para llevar a cabo esta función, acompañada de resumen curricular, para verificar que cumple con el perfil descrito en el Artículo 29 del RGE. Solamente en caso de incumplimiento de alguno de los requisitos ahí establecidos, se dará respuesta negativa a esta solicitud.

**Artículo 4.** Con base en el inciso a) del Apartado A del Artículo 20 del RGE, las tesis podrán ser individuales o grupales (con un máximo de tres tesistas por proyecto). Las tesinas siempre serán individuales.

**Artículo 5.** Para el registro de proyecto, el alumno en proceso de titulación lo solicitará ante la Jefatura de carrera en el Formato Único de registro de trabajo de tesis o tesina anexo a este reglamento, acompañado por el protocolo escrito de trabajo recepcional que el alumno desea registrar. La Jefatura de carrera, en un lapso no mayor a 5 días naturales, asignará a un revisor de proyecto de tesis o tesina, mismo que deberá ser un profesor de la carrera donde el alumno realice el proceso de titulación, y que no se encuentre revisando algún otro proyecto o fungiendo como sinodal de otro trabajo recepcional (salvo aquéllos en los que el revisor participe como director o asesor) en el momento del registro.

La secretaría técnica de la carrera entregará el protocolo al revisor, quien tendrá 10 días naturales contados a partir de la recepción del protocolo para emitir por escrito su dictamen fundamentado académicamente ante la misma secretaría, el cual podrá ser:

- a) Aceptado. Si el protocolo es factible y está estructurado correctamente. El proyecto quedará registrado desde el día en que el revisor entregue el dictamen.
- b) Aceptado con modificaciones: El alumno en proceso de titulación se entrevistará con el revisor para que le haga conocer las propuestas de modificaciones, y contará con diez días naturales para realizar las mismas, entregará a la secretaría técnica de la carrera el protocolo corregido para que el revisor, en un lapso no mayor a cinco días naturales, entregue su nueva evaluación fundamentada.

Si el revisor no entrega el dictamen en el tiempo establecido, se entenderá que acepta el protocolo, y que renuncia a formar parte del jurado de examen profesional.

Si después de un año de registrado el protocolo no se han iniciado los trámites de obtención de título, el proyecto de tesis o tesina será suspendido. Después de un año de suspendido el registro y si no se han iniciado los trámites de titulación el registro será cancelado.

En caso de suspensión o cancelación del registro, podrá otorgarse una renovación del mismo cuando el alumno entregue la versión final de la tesis o tesina, para fines de titulación, y lo solicite de manera conjunta con el director de trabajo recepcional a la jefatura de la carrera.

**Artículo 6.** El incumplimiento de las funciones de dirección o asesoría de tesis deberá ser reportado a la Jefatura de la carrera correspondiente, quien turnará el asunto para su resolución en las instancias previstas en la legislación universitaria.

Una vez registrado el proyecto, el director, el asesor de tesis o tesina, o ambos, tendrán derecho de solicitar su sustitución por cualquier causa, en el momento en que lo consideren pertinente, presentando al CAC la argumentación de su decisión, en cuyo caso el alumno en proceso de titulación podrá proponer a la Jefatura de Carrera a otro académico para que los sustituya, sin necesidad de generar un nuevo registro.

**Artículo 7.** El incumplimiento de las tareas del alumno en proceso de titulación deberá ser reportado a la Jefatura de la carrera correspondiente, quien resolverá el asunto en primera instancia y, de no ser posible su resolución, lo turnará al CAC.

Una vez registrado el proyecto, el alumno en proceso de titulación tendrá derecho en cualquier momento a solicitar ante la Jefatura de carrera, cambio de director o asesor de tesis o tesina, solicitud que deberá presentarse por escrito y fundamentada para sus efectos ante las instancias correspondientes en el marco de la legislación universitaria.

**Artículo 8.** Una vez que el alumno en proceso de titulación, a juicio de su director y, en su caso, con el acuerdo del asesor de tesis o tesina, ha concluido el trabajo recepcional, procederá a someter el trabajo concluido, junto con los formatos solicitados por la instancia, a la Jefatura de la carrera, para que esta turne al Director de la Facultad una propuesta de jurado de examen profesional, misma que se conformará incluyendo:

- a) Al director de trabajo recepcional.
- b) Al revisor de protocolo de tesis o tesina (siempre y cuando no haya caído en el supuesto previsto en el antepenúltimo párrafo del artículo 5 de este reglamento, en cuyo caso será sustituido por un sinodal propuesto por la Jefatura de la carrera).
- c) Al asesor de trabajo recepcional. Si no existiera, el director de trabajo recepcional y el alumno en proceso de titulación propondrán a un sinodal.
- d) A un sinodal propuesto por el director de tesis o tesina y el alumno (que sería el segundo en caso de no haber asesor de tesis).
- e) A un sinodal propuesto por la Jefatura de la carrera. Este sinodal será electo de acuerdo con un padrón de sinodales existente en la Jefatura de la carrera.

No se asignará jurado para trabajos recepcionales en los que no se haya cubierto el requisito de registro en tiempo y forma.

La Jefatura de la carrera tendrá cinco días naturales posteriores a la recepción del trabajo de tesis y de los formatos pertinentes para establecer la propuesta de jurado que turnará al Director de la Facultad. Una vez recibida la propuesta por el alumno en proceso de titulación, éste y su director de trabajo recepcional contarán con dos días hábiles, si así lo consideraran necesario, para solicitar el cambio de alguno de los sinodales ante la Jefatura de la carrera, fundamentando dicha solicitud. La Jefatura de la carrera contará con un máximo de dos días hábiles para responder a la misma.

En apego al Artículo 22 del RGE, se contará con tres sinodales titulares (un presidente, vocal y secretario) y dos suplentes. El director de trabajo recepcional siempre será vocal y el asesor, si existiera, secretario del jurado. El resto de los sinodales (presidente y dos suplentes), se ordenarán dentro del jurado de acuerdo con su antigüedad académica en la FES Zaragoza.

Una vez que se cuenta con el jurado avalado por la Jefatura de la carrera, el alumno en proceso de titulación hará llegar a cada uno de los sinodales el trabajo impreso. Los sinodales contarán con un

máximo de quince días naturales -contados a partir de la fecha en que hayan recibido el trabajo recepcional escrito- para emitir su opinión con respecto al mismo. Transcurridos los quince días naturales para la revisión, la Jefatura de carrera convocará de ser necesario, en un plazo no mayor a diez días naturales, a todos los sinodales, con el propósito de establecer un acuerdo por consenso y emitir un dictamen único, el cual le será entregado al alumno el mismo día de la reunión. El alumno deberá entregar el documento corregido en un plazo no mayor de quince días hábiles, otorgándole un voto de confianza al director del trabajo para que verifique los cambios y se continúe con el trámite de titulación. En el caso de que los sinodales que no están de acuerdo con la aprobación del trabajo escrito no se presenten a la reunión, se asumirá que lo aprueban, sus observaciones no serán incluidas en el dictamen y deberán firmar el voto aprobatorio. En este último caso, si existiera la imposibilidad o negativa de la firma del voto, el director del trabajo recepcional escrito, de común acuerdo con la Jefatura de la carrera, sugerirá a un sustituto del sinodal en cuestión.

En apego al Artículo 26 del RGE, para proceder a la réplica oral del trabajo, se requiere la aprobación del trabajo escrito por parte de los cinco sinodales. Una vez aprobado el trabajo escrito, con base en el Artículo 25 del RGE, el alumno en proceso de titulación deberá entregar al menos con una semana de anticipación, un ejemplar del trabajo escrito a cada uno de los sinodales junto con una copia del comunicado de la fecha y hora asignadas para el examen profesional. Así mismo, entregará una copia del trabajo escrito para la Biblioteca de la Facultad y otra para la Biblioteca Central.

En los casos de tesis mancomunada, los alumnos en proceso de titulación informarán a la Unidad de Administración Escolar si la réplica oral se realizará en conjunto o de manera independiente. La Unidad de Administración Escolar notificará al jurado la petición de que la réplica oral sea grupal o individual.

El alumno en proceso de titulación continuará con los trámites que establezca la DGAE a través de la Unidad de Administración Escolar de la FES Zaragoza, para proceder a la titulación.

**Artículo 9.** Para el examen profesional, los sinodales y el sustentante, deberán presentarse 10 minutos antes de la hora señalada en el lugar designado para el examen profesional y portar vestimenta formal.

Pasados 15 minutos de la hora establecida para el examen profesional, los sinodales faltantes serán sustituidos por los suplentes, y en caso de llegar después de este tiempo, no se permitirá su participación. En caso de no haber sinodales faltantes, los suplentes podrán, a juicio del presidente del jurado, participar en el interrogatorio. Los suplentes podrán participar en la deliberación, no en la votación. Cuando un sinodal no se presente a un examen, tendrá la obligación de justificar su inasistencia por escrito a la Jefatura de carrera.

El Presidente del jurado determinará el orden en el cual los sinodales efectuarán su interrogatorio, dejando siempre al director de tesis o tesina, la posibilidad de estar al final.

Si no llegara a reunirse el mínimo de tres sinodales en el examen, éste se suspenderá y se solicitará por parte del sustentante su reprogramación a la Jefatura de carrera. No se podrán nombrar sinodales extraordinarios para llenar la inasistencia de sinodales designados.

El protocolo para la realización del examen profesional, es el siguiente:

- a) Al inicio del examen, el Presidente del jurado establecerá reglas generales sobre el comportamiento de los asistentes al evento, sustentadas en la solemnidad de este acto académico, y posteriormente pedirá al sustentante y a todos los asistentes que abandonen la sala de exámenes profesionales, quedando exclusivamente los sinodales, para acordar con ellos el orden en el cual se efectuará el interrogatorio, así como la dinámica del mismo.
- b) Posteriormente, solicitará al Secretario pida al sustentante y acompañantes que entren a la sala.
- c) El Presidente, con todos los sinodales de pie, le explicará al sustentante la forma en que se ha acordado llevar a cabo el examen. El Presidente para ello mencionará: *“Nos encontramos reunidos con la finalidad de llevar a cabo el examen profesional del alumno (nombre del alumno), de la carrera de (nombre de la carrera), que presentó para ello la tesis o tesina con título (título del trabajo). Se le otorgará tiempo necesario para la exposición del trabajo de tesis o tesina (que será de 20 minutos) y posteriormente se realizará un interrogatorio en donde intervendrán los miembros del jurado designado por el Director de la Facultad en el siguiente orden (leer el nombre y cargo de los sinodales)”*. El Presidente aclarará que una vez terminado el interrogatorio, les pedirá al sustentante y a los acompañantes que abandonen una vez más la sala para que se pueda proceder a la deliberación por parte del jurado, y que al final se les invitará a entrar para dar a conocer el resultado del examen profesional.
- d) El Presidente indicará al alumno que dé inicio a la exposición.
- e) Al concluir la exposición, iniciará el interrogatorio, mismo que podrá versar principalmente sobre el contenido de la tesis, de la tesina, o sobre conocimientos generales de la carrera.
- f) Los sinodales se abstendrán de dialogar entre ellos durante el interrogatorio y se concretarán a la interacción con el sustentante.
- g) Una vez concluido el interrogatorio, el Presidente pedirá al sustentante y a sus acompañantes, que abandonen la sala para que se pueda proceder a la deliberación por parte del jurado
- h) El jurado llevará a cabo la deliberación correspondiente. En caso de no haber consenso para el dictamen, se procederá a la votación de los sinodales, asentando el resultado mayoritario en los documentos correspondientes. Los únicos tres posibles dictámenes son “Aprobado”, “Aprobado con mención honorífica” o “Suspendido”.
- i) Una vez terminada la deliberación, se asentará el resultado del examen en el acta del mismo y el Presidente, Secretario y Vocal, procederán a su firma. Además el Secretario firmará la constancia correspondiente.
- j) Se permitirá la entrada a la sala, y se pedirá que el jurado, el sustentante y el público en general se pongan de pie para informar al sustentante el resultado a través de la lectura del acta del examen.
- k) Cuando el resultado del examen haya sido “Aprobado”, el Presidente del jurado le pedirá al sustentante participe en la protesta universitaria, a la cual dará lectura. El sustentante contestará “si protesto” y el Presidente leerá el corolario de la misma. Acto seguido, el Presidente pedirá al Secretario entregue al sustentante su constancia de aprobación y le pedirá que firme el libro de



registro. Cuando el resultado del examen haya sido “Suspendido”, el Presidente procederá hasta la lectura del acta, e informará al sustentante que no se podrá conceder otra evaluación antes de seis meses.

- l) El jurado podrá otorgar mención honorífica al sustentante que presente un examen de excepcional calidad y cuente con un promedio general en su historial académico igual o mayor a 9.0 (nueve punto cero). Cuando se otorgue una mención honorífica, el jurado lo justificará por escrito ante el Director de la FES Zaragoza.

### **CAPÍTULO III**

#### **ACTIVIDAD DE INVESTIGACIÓN EN LA QUE SE PRESENTA UN ARTÍCULO ACADÉMICO Y SU RÉPLICA EN EXAMEN ORAL**

**Artículo 10.** Los alumnos que opten por la actividad de investigación para obtener el título de alguna licenciatura, y cuyo trabajo escrito consista en una tesis o tesina, deberán apegarse a lo estipulado en los artículos 3 a 9 de este reglamento.

**Artículo 11.** Cuando un alumno en proceso de titulación opte por la actividad de investigación para obtener el título de alguna licenciatura, y su trabajo recepcional escrito consista en un artículo académico que se publicará en una revista arbitrada, deberá proponer ante la Jefatura de la carrera respectiva a quien fungirá como director y, si es el caso, al asesor del trabajo recepcional escrito. Cualquier profesor de la Facultad puede dirigir o asesorar la publicación del artículo académico a que se refiere la fracción b) del apartado A del Artículo 20 del RGE en las diferentes carreras de la Facultad, siempre y cuando cumpla con los requisitos establecidos en el Artículo 29 del mismo RGE y el trabajo recepcional del alumno forme parte de un proyecto de investigación avalado colegiadamente al interior o al exterior de la Facultad y se encuentre registrado ante la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPI) de la FES Zaragoza.

En caso de que el director de trabajo recepcional propuesto fuera externo al personal académico de la FES Zaragoza, se seguirán los lineamientos indicados al respecto en el Artículo 2 de este reglamento.

**Artículo 12.** Para el registro de titulación por trabajo de investigación con artículo académico como trabajo escrito, el alumno en proceso de titulación someterá el borrador de artículo ante la Jefatura de carrera acompañado del Formato único de registro de artículo académico como trabajo recepcional escrito anexo a este reglamento. La Jefatura de carrera, en un lapso no mayor a 5 días naturales, asignará a un revisor de la propuesta para la elaboración del artículo. La secretaría técnica de la carrera entregará el borrador al revisor.

El revisor tendrá diez días naturales contados a partir de la recepción del artículo para emitir por escrito su dictamen fundamentado académicamente ante la misma secretaría, el cual podrá ser:

- a) Aceptado, toda vez que se relaciona con el proyecto de investigación registrado ante la DEPI. La modalidad de titulación quedará registrada desde el día en que el alumno entregó la solicitud correspondiente;



- b) No aceptado, toda vez que el artículo no se relaciona con el proyecto de investigación registrado ante la DEPI.

Si el revisor no entrega el dictamen en el tiempo establecido, se entenderá que acepta el artículo, y que renuncia a formar parte del jurado de examen profesional.

Si después de un año de registrado no se han iniciado los trámites de obtención de título, el registro será suspendido, y volverá a estar vigente una vez que el alumno presente la aceptación del artículo en la revista.

**Artículo 13.** Una vez que el artículo académico ha sido aceptado para su publicación (en una revista arbitrada), se procederá a someter el mismo, junto con los formatos solicitados por la instancia, a la Jefatura de la carrera, para que esta turne al Director de la Facultad una propuesta de comité de evaluación, misma que se conformará incluyendo:

- a) Al director de trabajo recepcional.
- b) Al revisor durante el periodo de registro del artículo académico (siempre y cuando no esté en el supuesto del penúltimo párrafo del artículo 12 de este reglamento; de ser así, la Jefatura de la carrera asignará un sinodal).
- c) Al asesor de trabajo recepcional. Si no existiera, el director de trabajo recepcional y el alumno en proceso de titulación propondrán a un sinodal.
- d) A un sinodal propuesto por el director de trabajo recepcional y el alumno (que sería el segundo en caso de no haber asesor de tesis).
- e) A un sinodal propuesto por la Jefatura de la carrera. Este sinodal será electo de acuerdo con un padrón de sinodales existente en la Jefatura de la carrera.

La Jefatura de la carrera tendrá cinco días naturales posteriores a la recepción del trabajo y de los formatos pertinentes para establecer la propuesta de comité de evaluación que turnará al Director de la Facultad. Una vez recibida la propuesta por el alumno en proceso de titulación, éste y su director de trabajo recepcional contarán con dos días hábiles, si así lo consideraran necesario, para solicitar el cambio de alguno de los sinodales ante la Jefatura de la carrera, fundamentando académicamente dicha solicitud. La Jefatura de la carrera contará con un máximo de dos días hábiles para responder esta solicitud.

En apego al Artículo 23 del RGE, se contará con tres sinodales titulares (un presidente y dos vocales) y dos suplentes. El director de trabajo recepcional siempre será vocal y el asesor, si existiera, secretario. El resto de los sinodales (presidente y dos suplentes), se ordenarán dentro del jurado de acuerdo con su antigüedad académica en la FES Zaragoza.

Una vez que se cuenta con el comité avalado por la Jefatura de la carrera, el alumno en proceso de titulación hará llegar a cada uno de los sinodales el artículo académico. Los sinodales contarán con un máximo de quince días naturales para emitir su opinión con respecto al mismo. Transcurridos los quince días naturales para la revisión, la Jefatura de carrera convocará de ser necesario, en un plazo no mayor a diez días naturales, a todos los sinodales, con el propósito de establecer un acuerdo por

consenso y emitir un dictamen único, el cual le será entregado al alumno el mismo día de la reunión. El alumno deberá entregar el documento corregido en un plazo no mayor de quince días hábiles, otorgándole un voto de confianza al director del trabajo para que verifique los cambios y se continúe con el trámite de titulación. En el caso de que los sinodales que no están de acuerdo con la aprobación del trabajo escrito no se presenten a la reunión, se asumirá que lo aprueban, sus observaciones no serán incluidas en el dictamen y deberán firmar el voto aprobatorio. En este último caso, si existiera la imposibilidad o negativa de la firma del voto, el director del trabajo recepcional escrito, de común acuerdo con la Jefatura de la carrera, sugerirá a un sustituto del sinodal en cuestión.

En apego al Artículo 26 del RGE, para proceder a la réplica oral del trabajo, se requiere la aprobación del trabajo escrito por parte de los cinco sinodales. Una vez aprobado el trabajo escrito, con base en el Artículo 25 del RGE, el alumno en proceso de titulación deberá entregar con una semana de anticipación, a cada uno de los miembros del jurado, copia del comunicado de la fecha y hora asignadas para el examen profesional.

El alumno en proceso de titulación continuará con los trámites que establezca la DGAE a través de la Unidad de Administración Escolar de la FES Zaragoza, para proceder a la titulación.

**Artículo 14.** Para el examen profesional, se seguirán los lineamientos ya descritos en el Artículo 9 de este reglamento.

#### **CAPÍTULO IV DE LA OPCIÓN DE TITULACIÓN POR SEMINARIO DE TESIS O TESINA**

**Artículo 15.** El alumno deberá cursar un seminario organizado por la carrera, dentro de los tiempos previstos en la legislación universitaria, para la elaboración de la tesis o tesina.

**Artículo 16.** Una vez concluido y aprobado el seminario, el alumno en proceso de titulación preparará una tesis o tesina, y se apegará a lo descrito en el capítulo II de este Reglamento.

#### **CAPÍTULO V DE LA OPCIÓN DE TITULACIÓN POR EXAMEN GENERAL DE CONOCIMIENTOS**

**Artículo 17.** El examen general consistirá en preguntas de opción múltiple, repartidas en forma equitativa de acuerdo a las principales áreas del conocimiento consideradas en el plan de estudios. Cada Comité Académico de Carrera, a través de los procedimientos que juzgue convenientes, diseñará, elaborará, aplicará, evaluará y generará el dictamen correspondiente del examen profesional.

**Artículo 18.** Para obtener el título de la carrera, el alumno en proceso de titulación deberá aprobar el examen de conocimientos de acuerdo con los lineamientos de la propia carrera. Para el caso de la de Médico Cirujano, además del examen escrito, deberá aprobar un examen de conocimientos prácticos

ante un jurado compuesto por tres sinodales titulares y dos suplentes, de los que al menos deberán reunirse tres para llevar a cabo el examen. Todos deberán ser profesores de la misma carrera.

En el caso de la carrera de Biología, se podrán implementar exámenes sobre áreas específicas relevantes en el marco de cursos o Diplomados como opción de titulación de más de 200 horas, aprobadas por el Comité Académico de Carrera, organizados entre la Jefatura de carrera y el Coordinador del curso o Diplomado.

**Artículo 19.** Se podrán organizar cursos o Diplomados para preparar a los alumnos para el examen general de conocimientos.

**Artículo 20.** Se otorgará mención honorífica a los alumnos que tengan un promedio general en la carrera igual o mayor de 9.0 y calificación de 9.0 o superior en el examen general de conocimientos.

## **CAPÍTULO VI**

### **DE LA OPCIÓN DE TITULACIÓN POR TOTALIDAD DE CRÉDITOS Y ALTO NIVEL ACADÉMICO**

**Artículo 21.** A los alumnos que hayan cubierto el 100% de créditos del plan de estudios, con un promedio general igual o superior a 9.5, con servicio social liberado, que hayan acreditado la lectura de idioma inglés, que no hayan obtenido calificaciones reprobatorias o NP en alguna asignatura o módulo y no hubieran presentado exámenes extraordinarios en alguna asignatura o módulo, se les permitirá optar por esta modalidad de titulación, para lo cual deberán realizar todas las gestiones pertinentes ante la Jefatura de la carrera y la Unidad de administración escolar.

**Artículo 22.** A todos los alumnos que cumplan con estos requisitos se les otorgará mención honorífica.

## **CAPÍTULO VII**

### **DE LA OPCIÓN DE TITULACIÓN POR ACTIVIDAD DE APOYO A LA DOCENCIA**

**Artículo 23.** Los alumnos que hayan concluido el 100% de créditos del plan de estudios y tengan un promedio general mínimo de 8.0 (ocho punto cero), con servicio social liberado, que hayan acreditado el idioma a nivel comprensión de lectura y cuenten con una constancia de aprobación de un curso básico de cómputo cuando la carrera así lo establezca, podrán optar por esta modalidad de titulación.

**Artículo 24.** Cuando un alumno en proceso de titulación opte por la actividad de apoyo a la docencia para obtener el título de alguna licenciatura, deberá proponer ante la Jefatura de la carrera respectiva a quien fungirá como director del trabajo recepcional escrito; el trabajo será un material de apoyo didáctico. Cualquier profesor de la Facultad puede dirigir la publicación del material de apoyo didáctico al que se refiere la fracción f) del apartado A del Artículo 20 del RGE en las diferentes carreras de la Facultad, siempre y cuando cumpla con los requisitos establecidos en el Artículo 29 del mismo RGE y el trabajo recepcional del alumno forme parte de los materiales requeridos por la carrera o programa académico en el que participa el director, quien será el profesor del módulo, materia, asignatura, unidad de aprendizaje o actividad académica que apoye dicho material.

Los profesores externos a la FES Zaragoza no podrán fungir como directores de trabajos recepcionales escritos para esta modalidad de titulación.

**Artículo 25.** Para el registro de proyecto de material de apoyo didáctico, el alumno en proceso de titulación lo solicitará ante la Jefatura de carrera en el Formato único de registro de proyecto de material didáctico anexo a este reglamento, acompañado por el proyecto escrito de trabajo recepcional que el alumno desea registrar. La Jefatura de carrera, en un lapso no mayor a 5 días naturales, asignará a un revisor de proyecto de material de apoyo didáctico, mismo que deberá ser un profesor de la carrera del alumno en proceso de titulación, y que no se encuentre revisando algún otro proyecto o fungiendo como sinodal de otro trabajo recepcional en el momento del registro.

La secretaría técnica de la carrera entregará el proyecto al revisor, quien tendrá 15 días naturales contados a partir de la recepción del mismo para emitir por escrito su dictamen fundamentado académicamente ante la misma secretaría, el cual podrá ser:

- a) Aceptado. El material didáctico es adecuado a las necesidades de la carrera. El proyecto quedará registrado desde el día en que el revisor entregue el dictamen.
- b) Aceptado con modificaciones: El alumno en proceso de titulación se entrevistará con el revisor para que le haga conocer las propuestas de modificaciones, y contará con diez días naturales para realizar las mismas, entregará a la secretaría técnica de la carrera el proyecto corregido para que el revisor, en un lapso no mayor a cinco días naturales, entregue su nueva evaluación fundamentada.

Si el revisor no entrega el dictamen en el tiempo establecido, se entenderá que acepta el proyecto, y que renuncia a formar parte del jurado de examen profesional.

Si después de un año de registrado no se han iniciado los trámites de obtención de título, el proyecto será suspendido. Después de un año de suspendido el registro y si no se han iniciado los trámites de titulación el registro será cancelado.

En caso de suspensión o cancelación del registro, podrá otorgarse una renovación del mismo cuando el alumno entregue la versión final del material de apoyo para fines de titulación, solicitándolo a la jefatura de la carrera de común acuerdo con el director de trabajo recepcional.

**Artículo 26.** Una vez aceptado el proyecto de material didáctico, el alumno en proceso de titulación deberá aprobar un curso de introducción a la docencia con una duración mínima de 40 horas. Contará con un máximo de seis meses contados a partir de la fecha de registro del proyecto para cumplir con este requisito.

**Artículo 27.** Una vez aprobado el curso de introducción a la docencia, el alumno deberá participar como profesor adjunto honorífico a su director de trabajo recepcional en la asignatura, módulo, materia, unidad de aprendizaje o actividad académica sobre la que desarrollará el material de apoyo didáctico, en un mínimo de 4 horas/semana/mes por un semestre como práctica docente.

**Artículo 28.** Una vez que el material didáctico se ha concluido y el alumno cumplió con la práctica docente, se procederá a someter el mismo, junto con los formatos solicitados por la instancia, a la Jefatura de la carrera, para que esta turne al Director de la Facultad una propuesta de comité de evaluación, misma que se conformará incluyendo:

- a) Al director de trabajo recepcional.
- b) Al revisor durante el periodo de registro del proyecto (siempre y cuando no se encuentre en el supuesto previsto en el antepenúltimo párrafo del artículo 25 de este reglamento ya que, en ese caso, la carrera asignará a un sinodal en lugar del revisor).
- c) A dos sinodales propuestos por el director de trabajo recepcional y el alumno.
- d) A un sinodal propuesto por la Jefatura de la carrera. Este sinodal será electo de acuerdo con un padrón de sinodales existente en la Jefatura de la carrera.

La Jefatura de la carrera tendrá cinco días naturales posteriores a la recepción del trabajo y de los formatos pertinentes para establecer la propuesta de comité de evaluación que turnará al Director de la Facultad. Una vez recibida la propuesta por el alumno en proceso de titulación, éste y su director de trabajo recepcional contarán con dos días hábiles, si así lo consideraran necesario, para solicitar el cambio de alguno de los sinodales ante la Jefatura de la carrera, fundamentando académicamente dicha solicitud. La Jefatura de la carrera contará con un máximo de dos días hábiles para responder esta solicitud.

En apego al Artículo 23 del RGE, se contará con tres sinodales titulares (un presidente, vocal y secretario) y dos suplentes. El director de trabajo recepcional siempre será vocal. El resto de los sinodales (presidente, secretario y dos suplentes), se ordenarán dentro del jurado de acuerdo con su antigüedad académica en la FES Zaragoza.

Una vez que se cuenta con el comité avalado por la Jefatura de la carrera, el alumno en proceso de titulación hará llegar a cada uno de los sinodales el material de apoyo desarrollado. Los sinodales contarán con un máximo de quince días naturales para emitir su opinión con respecto al mismo. Transcurridos los quince días naturales para la revisión, la Jefatura de carrera convocará de ser necesario, en un plazo no mayor a diez días naturales, a todos los sinodales, con el propósito de establecer un acuerdo por consenso y emitir un dictamen único, el cual le será entregado al alumno el mismo día de la reunión. El alumno deberá entregar el documento corregido en un plazo no mayor de quince días hábiles, otorgándole un voto de confianza al director del trabajo para que verifique los cambios y se continúe con el trámite de titulación. En el caso de que los sinodales que no están de acuerdo con la aprobación del trabajo escrito no se presenten a la reunión, se asumirá que lo aprueban, sus observaciones no serán incluidas en el dictamen y deberán firmar el voto aprobatorio. En este último caso, si existiera la imposibilidad o negativa de la firma del voto, el director del trabajo recepcional escrito, de común acuerdo con la Jefatura de la carrera, sugerirá a un sustituto del sinodal en cuestión.

En apego al Artículo 26 del RGE, para proceder a la réplica oral del trabajo, se requiere la aprobación del trabajo escrito por parte de los cinco sinodales. Una vez aprobado el trabajo escrito, con base en el Artículo 25 del RGE, el alumno en proceso de titulación deberá entregar con una semana de

anticipación, a cada uno de los miembros del jurado, copia del comunicado de la fecha y hora asignadas para el examen profesional.

El alumno en proceso de titulación continuará con los trámites que establezca la DGAE a través de la Unidad de Administración Escolar de la FES Zaragoza, para proceder a la titulación.

**Artículo 29.** Para el examen profesional, se seguirán los lineamientos ya descritos en el Artículo 9 de este reglamento.

## **CAPÍTULO VIII DE LA OPCIÓN DE TITULACIÓN POR TRABAJO PROFESIONAL**

**Artículo 30.** Los alumnos que hayan concluido el 100% de créditos del plan de estudios, con servicio social liberado, que hayan acreditado el idioma a nivel comprensión de lectura y cuenten con una constancia que permita comprobar su actividad profesional, en la que hayan demostrado su dominio y competencias profesionales, podrán optar por esta modalidad de titulación.

**Artículo 31.** Cuando un alumno en proceso de titulación opte por trabajo profesional para obtener el título de alguna licenciatura, deberá proponer ante la Jefatura de la carrera respectiva a quien fungirá como director del trabajo recepcional escrito. Cualquier profesor de la Facultad puede dirigir el trabajo escrito al que se refiere la el inciso g) del apartado A del Artículo 20 del RGE en las diferentes carreras de la Facultad, siempre y cuando cumpla con los requisitos establecidos en el Artículo 29 del mismo RGE y en este mismo reglamento.

**Artículo 32.** Para el registro de proyecto del informe de trabajo profesional, el alumno en proceso de titulación lo solicitará ante la Jefatura de carrera en el Formato único de registro de proyecto de informe de trabajo profesional, acompañado por el proyecto escrito de trabajo recepcional que el alumno desea registrar. La Jefatura de carrera, en un lapso no mayor a 5 días naturales, asignará a un revisor de proyecto de informe de trabajo profesional, mismo que deberá ser un profesor de la carrera del alumno en proceso de titulación, y que no se encuentre revisando algún otro proyecto o fungiendo como sinodal de otro trabajo recepcional en el momento del registro.

La secretaría técnica de la carrera entregará el proyecto al revisor, quien tendrá diez días naturales contados a partir de la recepción del mismo para emitir por escrito su dictamen fundamentado académicamente ante la misma secretaría, el cual podrá ser:

- a) Aceptado: En el proyecto se propone un documento que permitirá demostrar el dominio de capacidades o competencias profesionales por parte del alumno en proceso de titulación.
- b) Aceptado con modificaciones: El alumno en proceso de titulación se entrevistará con el revisor para que le haga conocer las propuestas de modificaciones, y contará con diez días naturales para realizar las mismas, entregará a la secretaría técnica de la carrera el proyecto corregido para que el revisor, en un lapso no mayor a cinco días naturales, entregue su nueva evaluación fundamentada.

Si el revisor no entrega el dictamen en el tiempo establecido, se entenderá que acepta el proyecto, y que renuncia a formar parte del jurado de examen profesional.

Si después de tres meses de aprobado no se han iniciado los trámites de obtención de título, el proyecto será suspendido.

Sólo podrá otorgarse una renovación de registro cuando el alumno entregue la versión final del informe de práctica profesional para fines de titulación, solicitándolo a la Jefatura de la carrera de común acuerdo con el director de trabajo recepcional.

**Artículo 33.** Una vez que se ha concluido la escritura del informe de trabajo profesional, se procederá a someter el mismo, junto con los formatos solicitados por la instancia, a la Jefatura de la Carrera, para que esta turne al Director de la Facultad una propuesta de comité de evaluación, misma que se conformará incluyendo:

- a) Al director de trabajo recepcional.
- b) Al revisor durante el periodo de registro del proyecto (siempre y cuando no se encuentre en el supuesto descrito en el antepenúltimo párrafo del artículo 32 de este reglamento; si así fuera, la Jefatura de la carrera asignará un sinodal en sustitución del revisor).
- c) A dos sinodales propuestos por el director de trabajo recepcional y el alumno.
- d) A un sinodal propuesto por la Jefatura de la carrera. Este sinodal será electo de acuerdo con un padrón de sinodales existente en la Jefatura de la carrera.

La Jefatura de la carrera tendrá cinco días naturales posteriores a la recepción del trabajo y de los formatos pertinentes para establecer la propuesta de comité de evaluación que turnará al Director de la Facultad. Una vez recibida la propuesta por el alumno en proceso de titulación, éste y su director de trabajo recepcional contarán con dos días hábiles, si así lo consideraran necesario, para solicitar el cambio de alguno de los sinodales ante la Jefatura de la carrera, fundamentando dicha solicitud. La Jefatura de la carrera contará con un máximo de dos días hábiles para responder esta solicitud.

En apego al Artículo 23 del RGE, se contará con tres sinodales titulares (un presidente, un vocal y un secretario) y dos suplentes. El director de trabajo recepcional siempre será vocal. El resto de los sinodales (presidente, secretario y dos suplentes), se ordenarán dentro del jurado de acuerdo con su antigüedad académica en la FES Zaragoza.

Una vez que se cuenta con el comité avalado por la Jefatura de la carrera, el alumno en proceso de titulación hará llegar a cada uno de los sinodales el informe de trabajo profesional desarrollado. Los sinodales contarán con un máximo de quince días naturales para emitir su opinión con respecto al mismo. Transcurridos los quince días naturales para la revisión, la Jefatura de carrera convocará de ser necesario, en un plazo no mayor a diez días naturales, a todos los sinodales, con el propósito de establecer un acuerdo por consenso y emitir un dictamen único, el cual le será entregado al alumno el mismo día de la reunión. El alumno deberá entregar el documento corregido en un plazo no mayor de quince días hábiles, otorgándole un voto de confianza al director del trabajo para que verifique los



cambios y se continúe con el trámite de titulación. En el caso de que los sinodales que no están de acuerdo con la aprobación del trabajo escrito no se presenten a la reunión, se asumirá que lo aprueban, sus observaciones no serán incluidas en el dictamen y deberán firmar el voto aprobatorio. En este último caso, si existiera la imposibilidad o negativa de la firma del voto, el director del trabajo recepcional escrito, de común acuerdo con la Jefatura de la carrera, sugerirá a un sustituto del sinodal en cuestión.

En apego al Artículo 26 del RGE, para proceder a la réplica oral del trabajo, se requiere la aprobación del trabajo escrito por parte de los cinco sinodales. Una vez aprobado el trabajo escrito, con base en el Artículo 25 del RGE, el alumno en proceso de titulación deberá entregar con una semana de anticipación, a cada uno de los miembros del jurado, copia del comunicado de la fecha y hora asignadas para el examen profesional.

El alumno en proceso de titulación continuará con los trámites que establezca la DGAE a través de la Unidad de Administración Escolar de la FES Zaragoza, para proceder a la titulación.

**Artículo 34.** Para el examen profesional, se seguirán los lineamientos ya descritos en el Artículo 9 de este reglamento.

## **CAPÍTULO IX DE LA OPCIÓN DE TITULACIÓN MEDIANTE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**Artículo 35.** Los alumnos que hayan concluido el 100% de créditos del plan de estudios con un promedio mínimo de 8.0 (ocho punto cero), con servicio social liberado, que hayan acreditado el idioma a nivel comprensión de lectura y hayan acreditado un curso básico de cómputo en las carreras donde sea requerido, podrán optar por esta modalidad de titulación.

**Artículo 36.** Los alumnos en proceso de titulación que opten por esta modalidad para obtener el título de licenciatura, deberán notificarlo por escrito ante la Jefatura de la carrera respectiva antes de solicitar su ingreso a un programa de posgrado, para verificar el cumplimiento de los requisitos. Una vez notificada la carrera, el jefe de la misma contará con un máximo de cinco días naturales para responder al alumno en proceso de titulación con respecto a la aprobación o no de esta modalidad de titulación para el caso particular.

**Artículo 37.** Los alumnos en proceso de titulación que hayan obtenido una opinión favorable del jefe de la carrera, deberán ingresar a un programa de posgrado impartido en la UNAM, cumpliendo todos los requisitos que para ello se planteen en el plan de estudios correspondiente.

**Artículo 38.** Para iniciar los trámites de titulación, el alumno deberá presentar ante la Jefatura de la carrera los siguientes documentos (entre otros solicitados por la DGAE):

- a) Copia simple del pensum académico del programa de posgrado.
- b) Historia académica oficial emitida por la Coordinación de Estudios de Posgrado de la UNAM (CEP), avalada por el Coordinador del programa de posgrado respectivo, donde se demuestre



que aprobó dos semestres de especialización, maestría o doctorado con un promedio mínimo de 8.0 (ocho punto cero). Para el caso de las especializaciones en Enfermería con duración de un año, se deberá demostrar solo la aprobación de un semestre del programa.

**Artículo 39.** Una vez presentados estos documentos, el alumno en proceso de titulación continuará con los trámites que establezca la DGAE a través de la Unidad de Administración Escolar de la FES Zaragoza, para proceder a la titulación.

## **CAPÍTULO X**

### **DE LA OPCIÓN DE TITULACIÓN POR PROFUNDIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS**

**Artículo 40.** Los alumnos que hayan concluido el 100% de créditos del plan de estudios, con servicio social liberado, que hayan acreditado el idioma a nivel comprensión de lectura y hayan acreditado un curso básico de cómputo en las carreras donde sea requerido, podrán optar por esta modalidad de titulación.

**Artículo 41.** Las actividades de educación continua válidas para la titulación por profundización de conocimientos son:

- a) Diplomados que cuenten con el aval del H. Consejo Técnico como opción de titulación, o
- b) Cursos de educación continua avalados por el Comité Académico de la Carrera, con una suma no menor a 240 horas, cuyos contenidos estén relacionados y correspondan al campo disciplinar de la carrera o áreas afines. Para que esta alternativa tenga validez, el alumno en proceso de titulación deberá cubrir el total de 240 horas en un periodo no mayor a un año calendario, en cursos ofertados por los departamentos de educación continua, nivel licenciatura, de las diferentes dependencias de la UNAM. Si uno de los cursos se toma en una institución que no sea la UNAM o se rebasa el año establecido para cubrir las 240 horas, esta alternativa de titulación se cancela.

**Artículo 42.** Para ingresar a esta opción, deberán hacerlo del conocimiento del Coordinador académico-administrativo del programa de diplomado o de los cursos de educación continua a los que se hayan inscrito, quien a su vez lo comunicará a la Jefatura de la carrera respectiva.

**Artículo 43.** Para iniciar los trámites de titulación, el alumno deberá presentar ante la Jefatura de la carrera, una historia académica oficial emitida por la Unidad de Desarrollo Académico y Profesional, avalada por el Coordinador ya sea del programa de diplomado respectivo o de los cursos de educación continua, donde se demuestre que aprobó la totalidad de los programas y que cumplió todos sus requisitos de egreso.

**Artículo 44.** El alumno en proceso de titulación continuará con los trámites que establezca la DGAE a través de la Unidad de Administración Escolar de la FES Zaragoza, para proceder a la titulación.

## **CAPÍTULO XI DE LA OPCIÓN DE TITULACIÓN POR AMPLIACIÓN DE CONOCIMIENTOS**

**Artículo 45.** Los alumnos que hayan concluido el 100% de créditos del plan de estudios, con servicio social liberado, que hayan acreditado el idioma a nivel comprensión de lectura y hayan acreditado un curso básico de cómputo en las carreras donde sea requerido, podrán optar por esta modalidad de titulación.

**Artículo 46.** Para ingresar a esta opción, los alumnos en proceso de titulación deberán solicitarlo por escrito a la Jefatura de la carrera respectiva, que resolverá o no sobre la posibilidad de otorgar esta opción en función del cupo de los grupos que sean requeridos.

**Artículo 47.** Para iniciar los trámites de titulación, el alumno deberá aprobar un número adicional de asignaturas de la misma licenciatura o de otra afín impartida en la UNAM, equivalente a por lo menos el diez por ciento de créditos totales de su licenciatura, con un promedio mínimo de 9.

**Artículo 48.** El alumno en proceso de titulación continuará con los trámites que establezca la DGAE a través de la Unidad de Administración Escolar de la FES Zaragoza, para proceder a la titulación.

## **CAPÍTULO XII DE LA OPCIÓN DE TITULACIÓN POR SERVICIO SOCIAL**

**Artículo 49.** Los alumnos que hayan concluido el 100% de créditos del plan de estudios con un promedio mínimo de 8.0 (ocho punto cero), que hayan acreditado el idioma a nivel comprensión de lectura y cuenten con una constancia de aprobación de un curso básico de cómputo cuando la carrera así lo requiera, podrán optar por esta modalidad de titulación.

**Artículo 50.** Cuando un alumno en proceso de titulación opte por el informe final de servicio social para obtener el título de alguna licenciatura, deberá proponer ante la Jefatura de la carrera respectiva a quien fungirá como director del trabajo recepcional escrito. Cualquier profesor de la Facultad puede dirigir el trabajo escrito al que se refiere la el inciso j) del apartado A del Artículo 20 del RGE en las diferentes carreras de la Facultad, siempre y cuando cumpla con los requisitos establecidos en el Artículo 29 del mismo RGE y en este reglamento.

**Artículo 51.** Para el registro de proyecto del informe de servicio final, el alumno en proceso de titulación lo solicitará por escrito ante la Jefatura de carrera en el Formato único de registro de proyecto de servicio social como opción de titulación, acompañado por el proyecto de servicio social que el alumno desea registrar. La Jefatura de carrera, en un lapso no mayor a 5 días naturales, asignará a un revisor de proyecto, mismo que deberá ser un profesor de la carrera del alumno en proceso de titulación, y que no se encuentre revisando algún otro proyecto o fungiendo como sinodal de otro trabajo recepcional en el momento del registro.

La secretaría técnica de la carrera entregará el proyecto al revisor, quien tendrá diez días naturales contados a partir de la recepción del mismo para emitir por escrito su dictamen fundamentado académicamente ante la misma secretaría, el cual podrá ser:

- a) Aceptado: En el proyecto se propone la práctica profesional a nivel comunitario o la participación en actividades de investigación en proyectos aprobados por un grupo colegiado y registrados en la División de Investigación y Posgrado.
- b) Aceptado con modificaciones: El alumno en proceso de titulación se entrevistará con el revisor para que le haga conocer las propuestas de modificaciones, y contará con diez días naturales para realizar las mismas, entregará a la secretaría técnica de la carrera el proyecto corregido para que el revisor, en un lapso no mayor a cinco días naturales, entregue su nueva evaluación fundamentada.

Si el revisor no entrega el dictamen en el tiempo establecido, se entenderá que acepta el proyecto, y que renuncia a formar parte del jurado de examen profesional.

Una vez que el proyecto ha sido aceptado, el alumno procederá a su registro ante la DGOSE, y contará con un año como máximo para concluir el servicio social. Si después de un año de registrado no se han iniciado los trámites de obtención de título, el proyecto será cancelado en definitiva.

**Artículo 52.** Una vez que se ha concluido la escritura del informe de servicio social, se procederá a someter el mismo, junto con los formatos solicitados por la instancia, a la Jefatura de la Carrera, para que esta turne al Director de la Facultad una propuesta de comité de evaluación, misma que se conformará incluyendo:

- a) Al director de trabajo recepcional.
- b) Al revisor durante el periodo de registro del proyecto (siempre y cuando no se encuentre en el supuesto del penúltimo párrafo del artículo 51, ya que si ello ocurriera la Jefatura de la carrera deberá asignar otro sinodal).
- c) A dos sinodales propuestos por el director de trabajo recepcional y el alumno.
- d) A un sinodal propuesto por la Jefatura de la carrera. Este sinodal será electo de acuerdo con un padrón de sinodales existente en la Jefatura de la carrera.

La Jefatura de la carrera tendrá cinco días naturales posteriores a la recepción del trabajo y de los formatos pertinentes para establecer la propuesta de comité de evaluación que turnará al Director de la Facultad. Una vez recibida la propuesta por el alumno en proceso de titulación, éste y su director de trabajo recepcional contarán con dos días hábiles, si así lo consideraran necesario, para solicitar el cambio de alguno de los sinodales ante la Jefatura de la carrera, fundamentando académicamente dicha solicitud. La Jefatura de la carrera contará con un máximo de dos días hábiles para responder esta solicitud.

En apego al Artículo 23 del RGE, se contará con tres sinodales titulares (un presidente, un vocal y un secretario) y dos suplentes. El director de trabajo recepcional siempre será vocal. El resto de los

sinodales (presidente, secretario y dos suplentes), se ordenarán dentro del jurado de acuerdo con su antigüedad académica en la FES Zaragoza.

Una vez que se cuenta con el comité avalado por la Jefatura de la carrera, el alumno en proceso de titulación hará llegar a cada uno de los sinodales el informe de trabajo profesional desarrollado. Los sinodales contarán con un máximo de quince días naturales para emitir su opinión con respecto al mismo. Transcurridos los quince días naturales para la revisión, la Jefatura de carrera convocará de ser necesario, en un plazo no mayor a diez días naturales, a todos los sinodales, con el propósito de establecer un acuerdo por consenso y emitir un dictamen único, el cual le será entregado al alumno el mismo día de la reunión. El alumno deberá entregar el documento corregido en un plazo no mayor de quince días hábiles, otorgándole un voto de confianza al director del trabajo para que verifique los cambios y se continúe con el trámite de titulación. En el caso de que los sinodales que no están de acuerdo con la aprobación del trabajo escrito no se presenten a la reunión, se asumirá que lo aprueban, sus observaciones no serán incluidas en el dictamen y deberán firmar el voto aprobatorio. En este último caso, si existiera la imposibilidad o negativa de la firma del voto, el director del trabajo recepcional escrito, de común acuerdo con la Jefatura de la carrera, sugerirá a un sustituto del sinodal en cuestión.

En apego al Artículo 26 del RGE, para proceder a la réplica oral del trabajo, se requiere la aprobación del trabajo escrito por parte de los cinco sinodales. Una vez aprobado el trabajo escrito, con base en el Artículo 25 del RGE, el alumno en proceso de titulación deberá entregar con una semana de anticipación, a cada uno de los miembros del jurado, copia del comunicado de la fecha y hora asignadas para el examen profesional.

El alumno en proceso de titulación continuará con los trámites que establezca la DGOSE para liberar el servicio social. Una vez liberado, continuará con los procedimientos que establece la DGAE a través de la Unidad de Administración Escolar de la FES Zaragoza, para proceder a la titulación.

**Artículo 53.** Para el examen profesional, se seguirán los lineamientos ya descritos en el Artículo 9 de este reglamento.

## TRANSITORIOS

**PRIMERO:** Todas las situaciones no previstas en este reglamento serán resueltas en definitiva por el H. Consejo Técnico de la FES Zaragoza.

**SEGUNDO:** Una vez aprobado, este reglamento abroga en su totalidad los reglamentos internos y generales que, en esta materia, se hayan emitido con anterioridad por el H. Consejo Técnico de la FES Zaragoza, o los Comités Académicos de las Carreras.

**TERCERO:** Este reglamento entra en vigor el día de su aprobación por el H. Consejo Técnico de la FES Zaragoza.

**CUARTO:** Las jefaturas de las carreras contarán con hasta tres meses posteriores a la fecha de aprobación de este reglamento para actualizar la base de datos con los registros de trabajos recepcionales escritos vigentes ante sus secretarías técnicas.

**QUINTO:** Una vez que la jefatura de la carrera haya cumplido con lo estipulado en el artículo CUARTO transitorio de este reglamento, comunicará por escrito a los profesores acerca de los registros de trabajos recepcionales que tengan vigentes como asesores o directores, en un plazo no mayor a 15 días hábiles. Los profesores contarán con hasta quince días hábiles, posteriores a la fecha en que reciban la comunicación, para hacer del conocimiento de la jefatura de la carrera, por escrito, si continuarán con los proyectos de trabajos recepcionales vigentes, en cuyo caso se comprometerán a que los alumnos habrán concluido el trabajo recepcional escrito en un periodo máximo de doce meses. En caso de que los profesores no den respuesta en el tiempo estipulado, el registro será cancelado.

**SEXTO:** El H. Consejo Técnico evaluará los resultados de la aplicación de este reglamento en un plazo no menor a un año, contado a partir de su fecha de aprobación, con el apoyo de las jefaturas de las carreras de la Facultad.

Aprobado en la Sesión Ordinaria del  
11 de junio de 2013  
Acuerdo No. 13/06-SO/3.2

**Directorio**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**Dr. José Narro Robles**

Rector

**Dr. Eduardo Bárzana García**

Secretario General

**Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez**

Secretario Administrativo

**Dr. Francisco José Trigo Tavera**

Secretario de Desarrollo Institucional

**Enrique Balp Díaz**

Secretario de Servicios a la Comunidad

**Lic. Luis Raúl González Pérez**

Abogado General

**Dr. Héctor Hiram Hernández Bringas**

Coordinador de Planeación, Presupuestación y Evaluación

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**

**Dr. Víctor Manuel Mendoza Núñez**

Director

**Dr. Vicente J. Hernández Abad**

Secretario General

**Dra. Rosalinda Escalante Pliego**

Secretaria de Integración, Promoción y Desarrollo Académico

**Mtro. Eliseo Cantellano de Rosas**

Jefe de la División de Ciencias Químico Biológicas

**CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA**

**Dr. Roberto Mendoza Serna**

Jefe de Carrera

**I.Q. Raúl Ramón Mora Hernández**

Secretario Académica

**Físico Carlos Javier Martínez Gómez**

Coordinador de Ciclo Básico

**I.Q. Dominga Ortiz Bautista**

Coordinador de Ciclo Intermedio

**I.Q. Eduardo Vázquez Zamora**

Coordinador de Ciclo Terminal

## H. CONSEJO TÉCNICO

Dr. David Nahum Espinosa Organista  
Biól. Angélica Elaine González Schaff  
C.D. Víctor Javier Álvarez Bañuelos  
Mtro. Ángel Francisco Álvarez Herrera  
Lic. Vicente Gatica Ramírez  
Arq. Mariano Amado Izasmendi Olvera  
Dra. Silvia Crespo Knopfler  
Lic. Gabriela Mendoza Pesquera  
Dr. Néstor Noé López Castillo  
IQ José Antonio Zamora Plata  
Dr. Alberto Monroy García  
Mtro. Luis Fernando Tapia Pastrana  
ME Armando Luis Gutiérrez Garcés  
MC Ramón Lozano Calderón  
Mtra. María Isabel de Jesús Herrera  
Dra. Juana Monroy Moreno  
Lic. Mario Manuel Ayala Gómez  
Dr. Alberto Miranda Gallardo  
Mtra. Yolanda Flores Cabrera  
Q.F.B. José Oscar González Moreno  
Alumno: Juan Eduardo Mendoza Abarca  
Alumno Jonathan Sosa Carrillo  
Alumno: Gerardo González Gutiérrez  
Alumno: Víctor Manuel Mendoza Quezada

## COMITÉ DE CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA 2012-2014

Dr. Roberto Mendoza Serna  
I.Q. Raúl Ramón Mora Hernández  
Físico Carlos Martínez Gómez  
I.Q. Dominga Ortiz Bautista  
I.Q. Eduardo Vázquez Zamora  
M. en C. Marina Caballero Díaz  
M. en C. Juana María de la Paz López  
Dr. Fausto Calderas García  
I.Q. Rene de la Mora Medina  
I.Q. Alejandro Juvenal Guzmán Gómez  
Alumno: Ricardo Tapia Regalado  
Alumno: Milton Arturo Sánchez Vargas



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA**



**PROGRAMAS DE LAS ASIGNATURAS DEL PLAN DE  
ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA  
QUÍMICA**

**TOMO II**

Fecha de aprobación del H. Consejo Técnico:  
13 de agosto de 2013



# ÍNDICE

---

Seminario de Problemas Socioeconómicos	2
Matemáticas I	5
Química I	8
Laboratorio de Ciencia Básica I	11
Matemáticas II	14
Química II	17
Fisicoquímica I	20
Laboratorio de Ciencia Básica II	23
Bioestadística	26
Química III	30
Fisicoquímica II	34
Laboratorio de Ciencia Básica III	37
Balance de masa y energía	40
Fenómenos de transporte	44
Química industrial	47
Métodos numéricos	50
Laboratorio y taller de proyectos (Análisis de procesos)	53
Flujo de fluidos	56
Separación mecánica y mezclado	59
Diseño de equipo	62
Laboratorio y taller de proyectos (Manejo de materiales)	66
Ingeniería de servicios	69
Ingeniería eléctrica	73
Transferencia de calor	76
Laboratorio y taller de proyectos (Manejo de energía)	80
Termodinámica Química	83
Diseño de equipo de separación	86
Transferencia de masa	89
Laboratorio y taller de proyectos (Procesos de separación)	92
Ingeniería de reactores	95
Ingeniería de procesos	98
Dinámica y control de procesos	101
Laboratorio y taller de proyectos (Diseño de procesos)	104
Ingeniería económica	107
Ingeniería de proyectos	110
Administración de proyectos	113
Laboratorio y taller de proyectos (Desarrollo de proyectos)	117

---



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**  
**PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA**  
**QUÍMICA**  
**Programa de Asignatura**



**SEMINARIO DE PROBLEMAS SOCIOECONÓMICOS**

Clave:	Semestre: 1º	Ciclo: Básico	No. de créditos: 6
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas por semana
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 2	Práctica: 2	4
Modalidad: Seminario	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria ( ) Indicativa (X)

Asignatura antecedente: Ninguna.

Asignatura subsecuente: Laboratorio y Taller de Proyectos 4º semestre.

**Objetivo general:**

Al finalizar el curso el alumno poseerá los elementos teórico-metodológicos del análisis socio-económico que le permitirán expresar una visión amplia de los problemas de desarrollo económico y social de México con sentido ético y compromiso social.

**Objetivos específicos:**

- Analizar las diferentes definiciones de ciencia, sus características y finalidad de la misma.
- Diferenciar las corrientes del pensamiento.
- Proporcionar elementos metodológicos para realizar una investigación formal con enfoque social en el área de la ingeniería química.
- Identificar las causas económico-políticas que dieron origen al sector paraestatal.
- Analizar las distintas etapas de la ingeniería química en México.

**Índice temático**

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Ciencia y sociedad	10	10
2	Estructura económica, política y social de México	10	10
3	El ingeniero químico en el proceso productivo industrial del México actual	12	12
Total de horas:		32	32
Suma total de horas:		64	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
1	<b>Ciencia y sociedad</b> 1.1 La ciencia: concepto, características y objetivos. 1.2 Tipos de conocimiento. 1.3 Clasificación de la ciencia según su área de estudios. 1.4 Corrientes del pensamiento. 1.5 El método. 1.6 Función social de la ciencia. 1.7 El proceso de investigación.
2	<b>Estructura económica, política y social de México</b> 2.1 El Porfiriato. 2.2 Proyectos políticos del movimiento armado. 2.3 México de 1920 a 1940. 2.4 Política social y económica del México actual.
3	<b>El ingeniero químico en el proceso productivo industrial del México actual</b> 3.1 El ingeniero químico en el proceso productivo industrial. 3.2 Diversificación del campo y mercado de trabajo. 3.3 Control de la producción en la industria de la transformación. 3.4 Diseño y operación de plantas industriales.

### **Metodología didáctica:**

Se sugiere para las actividades teóricas, aquellas que propicien el desarrollo de habilidades intelectuales tales como: exposición, investigación bibliográfica y hemerográfica, solución de problemas, taller, discusión dirigida, debates y otras dinámicas grupales.

### **Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, exposición, exámenes escritos.

### **Perfil profesiográfico:**

Tener título en una licenciatura del área de las ciencias sociales y humanidades, preferentemente con estudios de posgrado. Tener experiencia docente.

### **Bibliografía básica:**

- Arroyo, S. (2000). *Corrección de estilo*. México: UNAM. pp. 3-6, 33-36 y 75.
- Bernal, J.D. (1994). *La ciencia en la historia*. México: Nueva Imagen. 646 pp.
- Cardoso, C. coord. (1981). *México en el siglo XIX (1821-1910). Historia económica y de la estructura social*. México: Nueva Imagen. 525 pp.
- Cervo, A. y Bervian, P.A. (1986). *Metodología científica*. México: McGraw-Hill. pp. 3-17.

***Bibliografía complementaria:***

- Colmenares, I. y Gallo, M.A. comps. (1981). *Cien años de lucha de clases en México (1876-1976)*. México: Quinto Sol. Tomo I (Col. Lecturas de Historia de México). 372 pp.
- Contreras, M. y Tamayo, J. (1990). *México en el Siglo XX. 1900-1913. Textos y documentos*. México: UNAM. Tomos I y II (Lecturas Universitarias, 22).
- Cypher, J.M. (1992). *Estado y capital en México. Política de desarrollo desde 1940*. México: Siglo XXI. 256 pp.
- Engels, F. (1975). *Anti-Dühring*. México: Grijalbo (Ciencias Económicas y Sociales). 338 pp.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**  
**PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA**  
**QUÍMICA**  
**Programa de Asignatura**



**MATEMÁTICAS I**

Clave:	Semestre: 1º	Ciclo: Básico	No. de créditos: 18	
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas por semana	Horas al semestre
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 8	Práctica: 2	10	160
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral			

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria ( ) Indicativa (X)

Asignatura antecedente: Ninguna.

Asignatura subsecuente: Matemática II, Bioestadística, Físicoquímica I, Laboratorio de Ciencia Básica II.

**Objetivo general:**

Al finalizar el curso el alumno será capaz de diseñar y aplicar los modelos teóricos, empíricos, físicos, químicos y fisicoquímicos que deberá emplear a lo largo de su práctica profesional, haciendo uso de herramientas matemáticas básicas.

**Objetivos específicos:**

- Aplicar los conceptos de conjuntos, números reales, funciones y números complejos.
- Resolver problemas de polinomios y sistemas de ecuaciones lineales.
- Utilizar la derivada ordinaria en el modelado de fenómenos relacionados con ingeniería química.
- Aplicar el concepto de función de  $n$  variables y de derivada parcial en la solución de problemas relacionados con el modelado matemático en el área de la ingeniería química.

**Índice temático**

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Conjuntos, números reales y funciones	40	10
2	Números complejos, teoría de ecuaciones y elementos de álgebra lineal	24	6
3	Cálculo diferencial en una variable real	40	10
4	Cálculo diferencial en $R^n$	24	6
Total de horas:		128	32
Suma total de horas:		160	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
1	<b>Conjuntos, números reales y funciones</b> 1.1 Conjuntos y números reales. 1.2 Funciones. 1.3 Funciones potenciales. 1.4 Funciones periódicas. Trigonometría. 1.5 Funciones exponencial y logarítmica.
2	<b>Números complejos, teoría de ecuaciones y elementos de álgebra lineal</b> 2.1 Números complejos. 2.2 Teoría de ecuaciones. 2.3 Elementos de álgebra lineal.
3	<b>Cálculo diferencial en una variable real</b> 3.1 Límite y continuidad. 3.2 Derivadas y diferenciales. 3.2.1 Máximos y mínimos. 3.2.2 Diferenciales.
4	<b>Cálculo diferencial en <math>R^n</math></b> 4.1 Funciones de más de una variable. 4.2 Límite y continuidad de más de una variable. 4.3 Derivada parcial. 4.4 Diferencial total. 4.5 Máximos, mínimos y puntos silla.

### **Metodología didáctica:**

Se sugiere para las actividades teóricas, aquellas que propicien el desarrollo de habilidades intelectuales tales como: exposición, investigación bibliográfica y hemerográfica, solución de problemas, taller, discusión dirigida, debates y otras dinámicas grupales.

### **Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, exposición, exámenes escritos.

### **Perfil profesiográfico:**

Licenciatura en: Ingeniería Química, Químico Farmacéutico Biólogo, Química, Ingeniería Química Metalúrgica y afines al área de las ingenierías y matemáticas. Preferentemente con estudios de posgrado. Tener experiencia docente.

***Bibliografía básica:***

- Fleming, W. (1991). *Álgebra y trigonometría con geometría analítica*. 4ª ed. Prentice Hall.
- Grossman, S. (2011). *Álgebra lineal*. 6ª ed. México: McGraw- Hill.
- Swokowski, E.W. (2009). *Álgebra y trigonometría con geometría analítica*. 12ª ed. Thomson.

***Bibliografía complementaria:***

- Larson, R. y Edwards, B.H. (2006). *Calculus*. 8ª ed. USA: Cengage Learning.
- Purcell, E.J., Varberg, D. y Rigdon, S.E. (2007). *Cálculo diferencial e integral*. 9ª ed. México: Prentice Hall.
- Swokowski, E.W. (1988). *Calculus with analytic geometry*. 6ª ed. Boston: PWS-Kent.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**  
**PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA**  
**QUÍMICA**  
**Programa de Asignatura**



**QUÍMICA I**

Clave:	Semestre: 1º	Ciclo: Básico	No. de créditos: 14	
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas por semana	Horas al semestre
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 6	Práctica: 2	8	128
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral			

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria ( ) Indicativa (X)

Asignatura antecedente: Ninguna.

Asignatura subsecuente: Química II, Físicoquímica I, Laboratorio de Ciencia Básica II.

**Objetivo general:**

Al finalizar el curso el alumno contará con los conocimientos necesarios para el desarrollo del lenguaje químico y fisicoquímico, así como con las habilidades y destrezas necesarias para el desarrollo del trabajo práctico en el laboratorio.

**Objetivos específicos:**

- Utilizar adecuadamente los fundamentos de la nomenclatura y de la estequiometría para identificar y formular los cambios químicos.
- Emplear los principios termodinámicos para predecir la espontaneidad de las reacciones químicas.
- Predecir el comportamiento de las especies iónicas en disolución acuosa.
- Emplear los conceptos fundamentales de la estructura electrónica de los átomos, como antecedente para explicar los modelos sencillos del enlace químico.

**Índice temático**

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Nomenclatura y estequiometría	30	10
2	Introducción a las relaciones energéticas de las reacciones	18	6
3	Equilibrios iónicos en disolución acuosa	30	10
4	Estructura electrónica del átomo	18	6
Total de horas:		96	32
Suma total de horas:		128	



## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
1	<b>Nomenclatura y estequiometría</b> 1.1 Principios de estequiometría. 1.2 Símbolos y fórmulas. Composición porcentual. 1.3 Disoluciones. Expresiones de concentración. 1.4 Balanceo de reacciones. 1.5 Relaciones ponderales.
2	<b>Introducción a las relaciones energéticas de las reacciones</b> 2.1 Procesos con variación de calor. 2.2 Calorimetría. 2.3 Energía o fuerza de enlace. 2.4 Información de una ecuación termoquímica. Notación. 2.5 Ley de Hess. 2.6 Criterio de espontaneidad de una reacción. 2.7 Energía libre de Gibbs. Entropía. 2.8 Estabilidad de compuestos (GF).
3	<b>Equilibrios iónicos en disolución acuosa</b> 3.1 Características del equilibrio químico. 3.2 Reacciones con iones en disolución acuosa.
4	<b>Estructura electrónica del átomo</b> 4.1 Experimentos sobre la naturaleza eléctrica de los átomos. 4.2 Modelos. 4.3 Conceptos que originaron la mecánica cuántica. 4.4 Principios de la mecánica cuántica. 4.5 Resultados de la ecuación de onda de Schöedinger. 4.6 Átomos polielectrónicos.

### **Metodología didáctica:**

Se sugiere para las actividades teóricas, aquellas que propicien el desarrollo de habilidades intelectuales tales como: exposición, investigación bibliográfica y hemerográfica, solución de problemas, taller, discusión dirigida, debates y otras dinámicas grupales.

### **Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, exposición, exámenes escritos.

**Perfil profesiográfico:**



Tener título de Químico, Químico Farmacéutico Biólogo, Ingeniero Químico, o profesionistas que comprueben tener conocimientos en el área de química general. Preferentemente con estudios de posgrado. Tener experiencia docente.

**Bibliografía básica:**

- Brown, L. *et al.* (2009). *Química. La ciencia central*. 11ª ed. México: Prentice-Hall Inter-americana.
- Chang, R. (2002). *Química*. 7ª ed. Colombia: McGraw-Hill Interamericana.
- Kotz, J.C., Treiche, P.M. y Weaver, G.C. (2005). *Química y reactividad química*. 6ª ed. México: International Thomson Editores.

**Bibliografía complementaria:**

- Atkins, P. y Jones, L.P. (2006). *Principios de Química, los caminos del descubrimiento*. 3ª ed. Argentina: Médica-Panamericana.
- Brady, J.E. y Senese, F. (2009). *Chemistry. Matter and its changes*. 5ª ed. USA: John Wiley.
- Silberbeg, M.S. (2002). *Química general*. 2ª ed. México: McGraw-Hill.

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA</b> <b>PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA</b> <b>QUÍMICA</b> <b>Programa de Asignatura</b>	
<b>LABORATORIO DE CIENCIA BÁSICA I</b>		

Clave:	Semestre: 1º	Ciclo: Básico	No. de créditos: 10	
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas por semana	Horas al semestre
Tipo: Práctica	Teoría: 0	Práctica: 10	10	160
Modalidad: Laboratorio	Duración del programa: Semestral			

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria ( ) Indicativa (X)

Asignatura antecedente: Ninguna.

Asignatura subsecuente: Laboratorio de Ciencia Básica II.

**Objetivo general:**

El alumno será capaz de identificar los principios generales que rigen el comportamiento de los fenómenos físicos y químicos, mediante la aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos en el desarrollo de una metodología científica de trabajo, durante las prácticas de laboratorio.

**Objetivos específicos:**

- Identificar y aplicar cada una de las etapas del método científico.
- Ordenar y clasificar los datos experimentales, para realizar el análisis de éstos y encontrar el mejor modelo matemático que los ajuste o represente.
- Aplicar los conceptos de estequiometría en la obtención de un compuesto e introducir al alumno en las operaciones unitarias de filtración, cristalización y secado.
- Diseñar un experimento donde se observe y analice el efecto en los cambios de estado a presión atmosférica y menor, por la adición de un soluto electrolito y no electrolito a una sustancia pura.

**Índice temático**

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	<i>El método científico</i>	0	40
2	<i>Registro y manejo de datos experimentales</i>	0	60
3	<i>Estequiometría</i>	0	40
4	<i>Estados de agregación</i>	0	20
Total de horas:		0	160
Suma total de horas:		160	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
1	<b>El método científico</b> 1.1 La ciencia. 1.2 El método experimental. 1.3 Etapas del método experimental.
2	<b>Registro y manejo de datos experimentales</b> 2.1 Concepto de medición. 2.2 Errores en la medición. 2.3 Exactitud y precisión. 2.4 Tratamiento estadístico de los datos experimentales. 2.5 Registro de los datos experimentales.
3	<b>Estequiometría</b> 3.1 Estequiometría y reacciones. 3.2 Consideraciones generales para los cálculos estequiométricos. 3.3 Cálculos químicos o estequiométricos. 3.4 Disoluciones.
4	<b>Estados de agregación</b> 4.1 Diferencias estructurales de los estados de agregación de la materia. 4.2 Cambios de estado. 4.3 Presión de vapor de los líquidos. 4.4 Constantes críticas. 4.5 Presión de vapor de los sólidos. 4.6 Fases. 4.7 Medición de la presión.

### **Metodología didáctica:**

El proceso de enseñanza y aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, análisis de casos, solución de problemas, reporte de casos, taller, discusión dirigida, debates y otras dinámicas grupales.

### **Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, práctica supervisada, interrogatorio, reporte de casos exámenes escritos, exámenes prácticos.

**Perfil profesiográfico:**

Tener título de Licenciado en: Ingeniería Química, Químico Farmacéutico Biólogo, Química, Ingeniería Química Metalúrgica y afines al área de las Ingenierías. Preferentemente con estudios de posgrado. Tener experiencia docente.

**Bibliografía básica:**

- Arana, F. (1975). *Método experimental para principiantes*. México: Editorial Joaquín Mortiz.
- Baird, C.D. (1962). *Experimentation*. USA: Prentice Hall.
- Bernal, J.D. *et al.* (1973). *Ciencia y previsión científica*. México: Ediciones Roca.
- Bertrand, R. (1974). *La perspectiva científica*. 4ª ed. Barcelona: Editorial Ariel.

**Bibliografía complementaria:**

- Batschelet, E. (1978). *Matemáticas Básicas para biocientíficos*. Nueva York: Editorial Dossa-Springer.
- Harre, R. (1980). *El método de la ciencia*. México: CONACYT.
- Rosenblueth, A. (1971). *El método científico*. México: Editorial Fournier.
- Walker, M. (1968). *El pensamiento científico*. México: Editorial Grijalbo. Colección Dina.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**  
**PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA**  
**QUÍMICA**  
**Programa de Asignatura**



**MATEMÁTICAS II**

Clave:	Semestre: 2º	Ciclo: Básico	No. de créditos: 10	
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas por semana	Horas al semestre
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 4	Práctica: 2	6	96
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral			

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria ( ) Indicativa (X)

Asignatura antecedente: Matemáticas I.

Asignatura subsecuente: Físicoquímica II.

**Objetivo general:**

Al finalizar el curso el alumno será capaz de desarrollar ecuaciones diferenciales para la construcción de modelos fisicoquímicos, con base en los conocimientos necesarios relativos al cálculo diferencial e Integral.

**Objetivos específicos:**

- Aplicar las series y la integral en el área de ingeniería química.
- Utilizar las ecuaciones diferenciales ordinarias en el manejo de modelos relacionados con el área de la ingeniería química.
- Aplicar los conceptos obtenidos de la solución de la ecuación diferencial lineal de segundo orden en los procesos físicos y químicos, así como en los sistemas de ecuaciones diferenciales en la modelación matemática de los distintos procesos que ocurren en el área de la ingeniería química.

**Índice temático**

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Cálculo integral	28	14
2	Ecuaciones diferenciales de primer orden y primer grado	24	12
3	Ecuaciones diferenciales lineales de orden superior y sistemas de ecuaciones diferenciales	12	6
Total de horas:		64	32
Suma total de horas:		96	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
1	<b>Cálculo integral</b> 1.1 Series de Taylor y Maclaurin. 1.2 El problema de cálculo de áreas. 1.3 La Integral definida. Propiedades. 1.4 Integral de funciones potenciales. 1.5 Teorema del valor medio para integrales, teorema fundamental del cálculo. 1.6 La Integral como antiderivada. Integral indefinida. 1.7 Definición de la función logarítmica a través de la integral $x^{-1}$ . 1.8 Métodos de Integración.
2	<b>Ecuaciones diferenciales de primer orden y primer grado</b> 2.1 Concepto de ecuación diferencial. 2.2 Ecuaciones diferenciales de primer orden. Diferenciales exactas y factores de integración. Ecuaciones diferenciales homogéneas de primer orden. 2.3 Trayectorias ortogonales. Ecuaciones reducibles a ecuaciones de primer orden. Aplicaciones de las ecuaciones diferenciales de primer orden, en ciencia e ingeniería, mediante una sustitución.
3	<b>Ecuaciones diferenciales lineales de orden superior y sistemas de ecuaciones diferenciales</b> 3.1 Existencia y unicidad de las soluciones. 3.2 Ecuaciones diferenciales de segundo orden. 3.3 Coeficientes constantes. 3.4 Ecuación lineal no homogénea de 2° orden. 3.5 Método de variación de parámetros. 3.6 Ecuaciones lineales de orden superior.

### **Metodología didáctica:**

El proceso de enseñanza y aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices, tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, análisis de casos, solución de problemas, reporte de casos, taller, discusión dirigida, debates y otras dinámicas grupales.

### **Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, práctica supervisada, interrogatorio, reporte de casos, exámenes escritos, exámenes prácticos.

**Perfil profesiográfico:**

Tener título de: Ingeniería Química, Químico Farmacéutico Biólogo, Química, Ingeniería Química Metalúrgica y afines al área de las ingenierías y matemáticas. Preferentemente con estudios de posgrado. Tener experiencia docente.



**Bibliografía básica:**

- Spiegel, M.R. (2003). *Ecuaciones diferenciales aplicadas*. 3ª ed. México: Prentice Hall.
- Zill, D.G. (2009). *Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelado*. 9ª ed. México: Cengage Learning.
- Zill, D.G. (2009). *Ecuaciones diferenciales con problemas de valores a la frontera*. 5ª ed. México: Cengage Learning.

**Bibliografía complementaria:**

- Larson, R. y Edwards, B.H. (2006). *Cálculo*. 8ª ed. México: McGraw-Hill.
- Stewart, J. (2008). *Cálculo. Trascendentes tempranas*. México: Thomson. 6ª edición.
- Stewart, J. (2009). *Calculus: concepts and contexts*. 4ª ed. USA: Cengage Learning.



	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA</b> <b>PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA</b> <b>QUÍMICA</b> <b>Programa de Asignatura</b>	
<b>QUÍMICA II</b>		

Clave:	Semestre: 2º	Ciclo: Básico	No. de créditos: 12
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas por semana
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 5	Práctica: 2	7  112
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria ( ) Indicativa (X)

Asignatura antecedente: Química I.

Asignatura subsecuente: Química III, Fisicoquímica II, Laboratorio de Ciencia Básica III.

**Objetivo general:**

Al finalizar el curso el alumno contará con los conocimientos básicos necesarios de los tipos de enlace químico y de la química descriptiva que servirán como base para la química orgánica y algunas asignaturas específicas de la ingeniería química.

**Objetivos específicos:**

- Explicar que al combinarse los elementos químicos se generan diferentes compuestos con propiedades y características que dependen del tipo de enlace químico.
- Aplicar los diferentes modelos de enlace químico.
- Predecir y justificar algunas de las propiedades de los compuestos a partir del tipo de enlace químico que presentan.
- Relacionar las propiedades de los elementos y compuestos con la periodicidad química.

## Índice temático

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Tabla periódica y enlace químico	19	7
2	Enlace covalente	19	7
3	Aproximación al modelo de enlace real. Interacciones moleculares	19	7
4	Enlace metálico. Compuestos de coordinación	13	7
5	Periodicidad. Química descriptiva	10	4
Total de horas:		80	32
Suma total de horas:		112	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
<b>1</b>	<b>Tabla periódica y enlace químico</b> 1.1 Tabla periódica. 1.2 Valencia. Definición. 1.3 Número de oxidación. Reglas. 1.4 Compuestos. Clasificación. Propiedades físicas. 1.5 Enlace químico definición. 1.6 Enlace iónico.
<b>2</b>	<b>Enlace covalente</b> 2.1 Parámetros de la estructura molecular. 2.2 Modelo de Lewis.
<b>3</b>	<b>Aproximación al modelo de enlace real. Interacciones moleculares</b> 3.1 Aproximación al modelo de enlace real. 3.2 Interacciones químicas moleculares. 3.3 Tipos de sólidos.
<b>4</b>	<b>Enlace metálico. Compuestos de coordinación</b> 4.1 Enlace metálico. 4.2 Compuestos de coordinación (complejos).
<b>5</b>	<b>Periodicidad. Química descriptiva</b> 5.1 Tabla periódica. 5.2 Hidrógeno. 5.3 Oxígeno. 5.4 Agua. 5.5 Química descriptiva.

**Metodología didáctica:**

El proceso de enseñanza y aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices, tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, análisis de casos, solución de problemas, reporte de casos, taller, discusión dirigida, debates y otras dinámicas grupales.

**Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, práctica supervisada, interrogatorio, reporte de casos exámenes escritos, exámenes prácticos.

**Perfil profesiográfico:**



Tener título de Químico, Químico Farmacéutico Biólogo, Ingeniero Químico, Biólogo o licenciatura afín al área química, preferentemente con estudios de posgrado. Tener experiencia docente.

**Bibliografía básica:**

- Cotton, F.A. y Wilkinson, G. (2006). *Química inorgánica avanzada*. México: Limusa.
- Huheey, J.E. (2006). *Inorganic chemistry: principles of structure and reactivity*. 4ª ed. USA: Pearson Education.
- Linus, P. (1988). *General chemistry*. USA: Dover Publication.
- Manku, G.S. (1988). *Principios de química inorgánica*. México: McGraw-Hill.

**Bibliografía complementaria:**

- Kotz, T.W. (2005). *Química y reactividad química*. 6ª ed. México: Thomson.
- Rayner-Canham, G. y Overton, T. (2005). *Descriptive inorganic chemistry*. 4ª ed. USA: W.H. Freeman & Company.
- Sharpe, A.G. (1993). *Química inorgánica*. USA: Pearson Prentice-Hall.

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA</b> <b>PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA</b> <b>QUÍMICA</b> <b>Programa de Asignatura</b>	
<b>FISICOQUÍMICA I</b>		

Clave:	Semestre: 2º	Ciclo: Básico	No. de créditos: 14
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas por semana
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 6	Práctica: 2	8
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria ( ) Indicativa (X)

Asignatura antecedente: Matemáticas I, Química I.

Asignatura subsecuente: Físicoquímica II, Química III y Laboratorio de Ciencia Básica III.

**Objetivo general:**

El alumno será capaz de identificar los principios generales que rigen el comportamiento de los sistemas físicoquímicos y de desarrollar las habilidades necesarias para la resolución de los problemas simples relativos a los fenómenos físicoquímicos.

**Objetivos específicos:**

- Analizar y utilizar los diferentes conceptos básicos de la Termodinámica y su generalización en las leyes que rigen el comportamiento de los sistemas, en los diferentes procesos.
- Calcular las propiedades termodinámicas de los sistemas y las cantidades de energía intercambiadas entre ellos y el entorno, utilizando modelos de comportamiento ideal y que se alejen de éste.
- Aplicar las leyes de la termodinámica al comportamiento de las sustancias puras, con base en los diagramas de fases, tablas de propiedades y ecuaciones fundamentales.

**Índice temático**

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Termodinámica	30	10
2	Procesos termodinámicos	36	12
3	Termodinámica de las sustancias puras	30	10
Total de horas:		96	32
Suma total de horas:		128	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
1	<b>Termodinámica</b> 1.1 La fisicoquímica, sus ramas, métodos y aplicaciones. 1.2 La termodinámica, sus orígenes, desarrollo y aplicaciones. 1.3 Conceptos fundamentales. 1.4 La primera ley de la termodinámica para sistemas cerrados. 1.5 La segunda ley de la termodinámica. 1.6 La tercera ley de la termodinámica. 1.7 Ecuaciones fundamentales para sistemas cerrados y simples. 1.8 Ecuaciones fundamentales para sistemas abiertos.
2	<b>Procesos termodinámicos</b> 2.1 Termodinámica de un gas ideal. 2.2 Termodinámica de gases reales.
3	<b>Termodinámica de las sustancias puras</b> 3.1 Comportamiento termodinámico de las sustancias. Diagramas termodinámicos. Fases: sólida, líquida y gaseosa. Zonas de coexistencia, punto crítico y punto triple. Tablas de vapor de las sustancias. 3.2 Condiciones termodinámicas del equilibrio físico y ecuaciones que las definen 3.3 Funciones termodinámicas del equilibrio físico y ecuaciones que la definen. 3.4 Propiedades macroscópicas de los estados de agregación de las sustancias reales y de las superficies que los delimitan.

### **Metodología didáctica:**

El proceso de enseñanza y aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, análisis de casos, solución de problemas, reporte de casos, taller, discusión dirigida, debates y otras dinámicas grupales.

### **Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, práctica supervisada, interrogatorio, reporte de casos, exámenes escritos, exámenes prácticos.

### **Perfil profesiográfico:**

Tener nivel licenciatura y preferentemente posgrado en el área de la Fisicoquímica u otra afín, así como en aspectos psicopedagógicos. Dos años de experiencia probada en la docencia, conocimientos del plan de estudios de la licenciatura.

***Bibliografía básica:***

- Abbott, M.H. (1987). Teoría y problemas de termodinámica. México: McGraw-Hill.
- Atkins, W.P. (1985). Fisicoquímica. México: Fondo Educativo Interamericano.
- Ball, D.W. (2004). Fisicoquímica. México: Thomson Learning.
- Thomas, T. y Reid, P. (2007). *Introducción a la fisicoquímica*. México: Pearson Educación.

***Bibliografía complementaria:***

- Daniels, F. y Alberty, R. (1986). *Fisicoquímica*. México: Editorial CECSA.
- Díaz Peña, R. (1985). *Química física*. México: Alhambra.
- García Colín, L. (1986). *Introducción a la termodinámica clásica*. 3ª ed. México: Trillas.
- Garriz, A. y Costas, M. (1986). *Los problemas resueltos*. México: Fondo Editorial Interamericano.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**  
**PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA**  
**QUÍMICA**  
**Programa de Asignatura**



**LABORATORIO DE CIENCIA BÁSICA II**

Clave:	Semestre: 2º	Ciclo: Básico	No. de créditos: 10	
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas por semana	Horas al semestre
Tipo: Práctica	Teoría: 0	Práctica: 10	10	160
Modalidad: Laboratorio	Duración del programa: Semestral			

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria ( ) Indicativa (X)

Asignatura antecedente: Laboratorio de Ciencia Básica I, Matemáticas I, Química I.

Asignatura subsecuente: Laboratorio de Ciencia Básica III.

**Objetivo general:**

El alumno aplicará los conocimientos, habilidades y destrezas necesarias para realizar la búsqueda de información bibliográfica, diseñar experimentos en el laboratorio, operar el equipo y manejar las sustancias especificadas en las prácticas.

**Objetivos específicos:**

- Identificar y aplicar los conceptos relacionados con la transferencia de calor en la construcción de un calorímetro adiabático.
- Aplicar los conceptos relacionados con el equilibrio químico para obtener experimentalmente las constantes de equilibrio involucradas en el experimento.
- Determinar la calidad de una muestra de agua con base en la normatividad vigente.

**Índice temático**

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Termodinámica (calorimetría)	0	60
2	Equilibrio químico	0	50
34	Análisis químico del agua de la FES Zaragoza	0	50
Total de horas:		0	160
Suma total de horas:		160	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
1	<b>Termodinámica (calorimetría)</b> 1.1 Calor y temperatura. 1.2 Calor y cambios de estado. 1.3 Calor específico y caloría. 1.4 Ecuaciones termoquímicas y Ley de Hess. 1.5 Entalpía y energía interna. 1.6 Calorimetría. 1.7 Ejercicios.
2	<b>Equilibrio químico</b> 2.1 Equilibrio químico. 2.2 Ley de acción de masas. 2.3 Características generales de la constante de equilibrio. 2.4 Significado de la constante de equilibrio. 2.5 Principios de Le Châtelier-Brown. 2.6 Factores que alteran el equilibrio químico. 2.7 Producto de solubilidad. 2.8 Efecto del ión común. 2.9 Efecto salino. 2.10 Ejercicios.
3	<b>Análisis químico del agua de la FES Zaragoza</b> 3.1 Generalidades de gravimetría. 3.2 Cálculos en análisis gravimétricos. 3.3 Factor gravimétrico. 3.4 Análisis indirectos. 3.5 Métodos gravimétricos. 3.6 Generalidades de volumetría. 3.7 Preparación de soluciones valoradas. 3.8 Indicadores. 3.9 Principios de neutralización. 3.10 Equilibrio de formación de complejos. 3.11 Volumetría de formación de complejos. 3.12 Generalidades de argentimetría. 3.13 Ejercicios.

### **Metodología didáctica:**

El proceso de enseñanza y aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, análisis de casos, solución de problemas, reporte de casos, taller, discusión dirigida, debates y otras dinámicas grupales.



**Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, práctica supervisada, demostración, interrogatorio, reporte de casos exámenes escritos, exámenes prácticos.

**Perfil profesiográfico:**



Tener título de Ingeniero Químico, Químico, Biólogo, Químico Farmacéutico Biólogo y afines al área de las ingenierías, con experiencia en el área. Preferentemente con estudios de posgrado. Tener experiencia docente.

**Bibliografía básica:**

- Ayres, G.H. (2003). *Análisis químico cuantitativo*. México: Oxford University Press.
- Burmistrova, O.A. (1977). *Prácticas de química física*. Moscú: Mir.
- Mortimer, C.E. (2000). *Química*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Skoog, D.A. (2008). *Química analítica*. México: McGraw-Hill interamericana.

**Bibliografía complementaria:**

- Brown, T. *et al.* (2009). *Química. La ciencia central*. 11<sup>a</sup>. ed. México: Pearson.
- Castellan, G.W. (1987). *Fisicoquímica*. México: Fondo Educativo Interamericano.
- Fischer, R.B. y Peter, D.G. (1971). *Compendio de análisis químico cuantitativo*. México: Interamericana.
- Flaschka, *et al.* (1982). *Química analítica cuantitativa*. Vol. I y II. México: CECSA.

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA</b> <b>PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA</b> <b>QUÍMICA</b> <b>Programa de Asignatura</b>	
<b>BIOESTADÍSTICA</b>		

Clave:	Semestre: 3º	Ciclo: Básico	No. de créditos: 12
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas por semana
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 4	Práctica: 4	8
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria ( ) Indicativa (x)

Asignatura antecedente: Matemáticas I, Matemáticas II.

Asignatura subsecuente: Métodos Numéricos, Transferencia de Masa y Laboratorio y Taller de Proyectos de 4º a 9º semestres.

**Objetivo general:**

El alumno será capaz de realizar el diseño y análisis de experimentos, aplicando los conocimientos teórico metodológicos necesarios de estadística descriptiva, probabilística e inferencial.

**Objetivos específicos:**

- Establecer la relación de la teoría de la probabilidad como fundamento del análisis estadístico.
- Establecer la relación de la probabilidad con la estadística y la investigación.
- Diferenciar y utilizar los modelos de distribución de probabilidades para resolver problemas acerca de experimentos aleatorios específicos.
- Utilizar las técnicas de muestreo más comunes para obtener las muestras aleatorias base del análisis estadístico.
- Utilizar los métodos de análisis inferencial paramétrico para inferir el comportamiento de poblaciones con base en muestras aleatorias y modelos probabilísticos apropiados.
- Determinar el tipo de diseño aplicado a un experimento aleatorio para comparar más de dos poblaciones y tomar decisiones.

## Índice temático

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Introducción	7	7
2	Estadística descriptiva	7	7
3	Probabilidad	7	7
4	Poblaciones, muestras y distribuciones	7	7
5	Estimación	10	10
6	Pruebas de hipótesis	10	10
7	Regresión y correlación	8	8
8	Análisis de varianza	8	8
Total de horas:		64	64
Suma total de horas:		128	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
<b>1</b>	<p><b>Introducción</b></p> <p>1.1 Experimentos y observaciones. Variables y medición.</p> <p>1.2 Panorama general e histórico de la estadística y probabilidad.</p> <p>1.3 Organización y reporte de datos. Gráficas y tablas.</p>
<b>2</b>	<p><b>Estadística descriptiva</b></p> <p>2.1 Medidas de tendencia central. Moda, mediana y media.</p> <p>2.2 Medidas de variabilidad. Rango, varianza y desviación estándar.</p> <p>2.3 Datos agrupados.</p> <p>2.4 Sesgo y curtosis.</p> <p>2.5 Coeficientes de variación.</p>
<b>3</b>	<p><b>Probabilidad</b></p> <p>3.1 Definición, eventos.</p> <p>3.2 Principios de numeración.</p> <p>3.3 Permutaciones y combinaciones.</p> <p>3.4 Probabilidad de eventos compuestos.</p> <p>3.5 Probabilidad condicional.</p> <p>3.6 Regla de Bayes.</p>
<b>4</b>	<p><b>Poblaciones, muestras y distribuciones</b></p> <p>4.1 Muestras aleatorias y no aleatorias.</p> <p>4.2 Muestreo de poblaciones.</p> <p>4.3 Variables aleatorias y distribuciones.</p> <p>4.4 Distribución binomial.</p> <p>4.5 Distribución de Poisson.</p> <p>4.6 Distribución normal.</p>

<b>5</b>	<b>Estimación</b> 5.1 Estimación puntual. 5.2 Distribución t. 5.3 Estimación por intervalos. 5.4 Límites de tolerancia. 5.5 Tamaños de muestras para estimación de medias.
<b>6</b>	<b>Pruebas de hipótesis</b> 6.1 Conceptos. 6.2 En distribución normal. 6.3 En distribución binomial. 6.4 Errores tipo I y II. 6.5 Prueba $X^2$ .
<b>7</b>	<b>Regresión y correlación</b> 7.1 Conceptos generales. 7.2 Regresión lineal. 7.3 Intervalos de confianza en regresión lineal. 7.4 Coeficiente de correlación.
<b>8</b>	<b>Análisis de varianza</b> 8.1 Un factor. 8.2 Distribución F. 8.3 Dos factores. 8.4 Cuadros latinos.

***Metodología didáctica:***

El proceso de enseñanza y aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, solución de problemas y otras dinámicas grupales.

***Evaluación del aprendizaje:***

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, práctica supervisada, interrogatorio, exámenes escritos, exámenes prácticos.

***Perfil profesiográfico:***



Cualquier profesionista con conocimientos amplios de estadística y con licenciatura en: Ingeniería Química, Matemáticas, Actuaría o Biología, preferentemente con estudios de posgrado. Además, debe tener experiencia docente.

***Bibliografía básica:***

- Devore, J.L. (2011). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. México: Thomson Learning.
- Lind, D., Marchal, W. y Wathen, S. (2012). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. 15ª ed. México: McGraw-Hill.
- Triola, M. (2009). *Estadística*. 10ª ed. México: Pearson.
- Walpole, R.E., Myers, R.H., Myers S.L. y Ye, K. (2007). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. 8ª ed. México: Prentice Hall.

***Bibliografía complementaria:***

- Evans, M.J. y Rosenthal, J.S. (2007). *Probabilidad y estadística*. Barcelona: Reverté.
- Navidi, W. (2006). *Estadística para ingenieros y científicos*. México: McGraw-Hill Interamericana.

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA</b> <b>PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA</b> <b>QUÍMICA</b> <b>Programa de Asignatura</b>	
<b>QUÍMICA III</b>		

Clave:	Semestre: 3º	Ciclo: Básico	No. de créditos: 12
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas por semana
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 5	Práctica: 2	7
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria ( ) Indicativa (X)

Asignatura antecedente: Química II, Fisicoquímica I.

Asignatura subsecuente: Balance de Masa y Energía, Química Industrial, Diseño de Equipo, Flujo de Fluidos, Transferencia de Calor.

**Objetivo general:**

El alumno será capaz de predecir el comportamiento de los compuestos orgánicos, así como las transformaciones químicas en las operaciones fisicoquímicas de los procesos industriales, con base en el conocimiento de sus propiedades físicas y químicas.

**Objetivos específicos:**

- Utilizar los conocimientos básicos relativos a la nomenclatura de los compuestos orgánicos.
- Utilizar los conceptos fundamentales relacionados con los principales mecanismos de reacción de los compuestos orgánicos.
- Analizar y utilizar los conocimientos de las propiedades físicas y químicas de los compuestos orgánicos, en función del grupo funcional y de la longitud de la cadena, que le permitan predecir la reactividad y probables transformaciones químicas que ocurrirían en las operaciones fisicoquímicas de los procesos industriales.

## Índice temático

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Introducción	7	4
2	Nomenclatura	7	4
3	Estereoquímica	7	4
4	Propiedades físicas	7	3
5	Características químicas y estructura	7	3
6	Alcanos	7	2
7	Alquenos	7	2
8	Dienos	7	2
9	Alquinos	6	2
10	Benceno	6	2
11	Arenos	6	2
12	Halogenuros de alquilo y de arilo	6	2
Total de horas:		80	32
Suma total de horas:		112	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
<b>1</b>	<b>Introducción</b> 1.1 Definición e historia de la química orgánica. 1.2 Comparación de las propiedades de los compuestos orgánicos e inorgánicos. 1.3 Carbono. Hidrocarburos saturados e insaturados. Fórmula de Lewis. Isomería de cadena. 1.4 Grupos funcionales. Isomería funcional. 1.5 Importancia y estado actual de la química orgánica.
<b>2</b>	<b>Nomenclatura</b> 2.1 Nomenclatura sistemática y trivial de los grupos alquilo. 2.2 Nomenclatura sistemática y trivial de los alcanos, alquenos, alquinos, dienos, cicloalcanos, cicloalquenos, cicloalquinos, compuestos bencénicos con uno o más sustituyentes, halogenuros de alquilo y arilo, alcoholes, fenoles, éteres, epóxidos, aminas, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres, amidas, nitrilos, halogenuros de ácido y anhídridos.
<b>3</b>	<b>Estereoquímica</b> 3.1 Clasificación de los isómeros. 3.2 Isomería geométrica. 3.3 Isomería óptica. 3.4 Análisis conformacional.
<b>4</b>	<b>Propiedades físicas</b> 4.1 Definición de las propiedades físicas. Punto de fusión, de ebullición, viscosidad, densidad, solubilidad, etc.

	4.2 Análisis de las propiedades de diferentes compuestos.
	4.3 Fuerzas inter e intramoleculares.
	4.4 Aplicación de las propiedades físicas al laboratorio.
<b>5</b>	<b>Características químicas y estructura</b>
	5.1 Hiperconjugación.
	5.2 Resonancia. Reglas de resonancia.
	5.3 Tautomerismo.
	5.4 Aromaticidad.
	5.5 Reacciones ácido-base.
<b>6</b>	<b>Alcanos</b>
	6.1 Mecanismo de la halogenación de alcanos.
	6.2 Combustión.
	6.3 Cracking térmico.
<b>7</b>	<b>Alquenos</b>
	7.1 Reacciones de adición electrofílica. Electrofilos principales.
	7.2 Degradación con ozono y otros oxidantes.
	7.3 Hidrogenación catalítica.
	7.4 Pruebas sencillas para identificar dobles enlaces.
<b>8</b>	<b>Dienos</b>
	8.1 Adición electrofílica a dienos conjugados. Adición 1,2 y 1,4.
	8.2 Adición a dienos aislados.
<b>9</b>	<b>Alquinos</b>
	9.1 Adición electrofílica a enlaces triples.
	9.2 Hidrogenación catalítica
<b>10</b>	<b>Benceno</b>
	10.1 Reacciones de sustitución electrofílica aromática.
	10.2 Efecto de los sustituyentes en la sustitución electrofílica aromática.
<b>11</b>	<b>Arenos</b>
	11.1 Sustitución electrofílica aromática.
	11.2 Halogenación de alquilbencenos.
	11.3 Oxidación de alquilbencenos.
	11.4 Alquilbencenos.
	11.5 Estabilidad del catión bencilo y del radical bencilo.
<b>12</b>	<b>Halogenuros de alquilo y de arilo</b>
	12.1 Reacciones de sustitución nucleofílica de orden 1.
	12.2 Reacciones de sustitución nucleofílica de orden 2.
	12.3 Estereoquímica de las reacciones de sustitución.
	12.4 Variables que afectan a la sustitución nucleofílica. Disolvente. Sustrato y poder del nucleófilo.
	12.5 Reacciones de eliminación de orden 1 y de orden 2.
	12.6 Reacción de halogenuros con nitrato de plata.
	12.7 Reacciones de sustitución nucleofílica aromática. Mecanismo vía benceno y mecanismo de adición-eliminación.



**Metodología didáctica:**

El proceso de enseñanza y aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, análisis de casos, solución de problemas y otras dinámicas grupales.

**Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, práctica supervisada, interrogatorio, exámenes escritos, exámenes prácticos.

**Perfil profesiográfico:**

Licenciatura en: Ingeniería Química o Química y haber acreditado cursos de didáctica y evaluación del proceso enseñanza-aprendizaje o similares. Tener experiencia docente.

**Bibliografía básica:**

- Carey, F.A. (2008). *Organic chemistry*. 7ª ed. New York: McGrawHill.
- March, J. (1992). *Advanced organic chemistry*. 4ª ed. New York: John Wiley & Sons.
- McMurry, J. (2008). *Química orgánica*. 7ª ed. México: Cengage Learnig.
- Pine, S.H., Hendrickson, J.B., Cram, D.J. y Hammond, G.S. (1988). *Química Orgánica*. 2ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana.

**Bibliografía complementaria:**

- Fessenden, R. y Fessenden, J.S. (1983). *Química orgánica*. México: Editorial Ibero-americana.
- Solomons, T.W.G. (1992). *Química orgánica*. México: Limusa.
- Streitwieser, A. y Heathcock, C. (1979). *Química orgánica*. México: Nueva Editorial Iberoamericana.
- Wade, L.G. (1993). *Química orgánica*. 2ª ed. México: Prentice-Hall Hispanoamericana.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**  
**PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA**  
**QUÍMICA**  
**Programa de Asignatura**



**FISICOQUÍMICA II**

Clave:	Semestre: 3º	Ciclo: Básico	No. de créditos: 14	
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas por semana	Horas al semestre
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 6	Práctica: 2	8	128
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral			

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria ( ) Indicativa (X)

Asignatura antecedente: Físicoquímica I, Química II, Matemáticas II.

Asignatura subsecuente: Balance de Masa y Energía, Transferencia de Calor, Termodinámica Química, Diseño de Equipo de Separación, Ingeniería de Reactores.

**Objetivo general:**

El alumno será capaz de aplicar los modelos fisicoquímicos en el estudio de los fenómenos químicos y tener una visión amplia de su ubicación e importancia, a partir de los elementos teóricos, metodológicos y prácticos que se le proporcionen.

**Objetivos específicos:**

- Analizar el estudio del comportamiento de los sistemas multicomponentes, en las disoluciones y equilibrios de fase, homogéneos y heterogéneos, en los diferentes estados de agregación de la materia, así como los diferentes modelos matemáticos, ideales y no ideales, que se utilizan para determinar sus propiedades.
- Calcular en el estudio de los efectos producidos por los cambios de la energía que están presentes en una reacción química; y las propiedades termodinámicas que se utilizan para determinar los criterios de espontaneidad y equilibrio de una reacción (DS, DH, DG), así como de las condiciones que deben satisfacerse para que la transformación química alcance el equilibrio.
- Inferir en el estudio de las reacciones, con base en los principios de la Cinética Química, la rapidez del cambio, así como los factores que afectan dicha transformación (concentración, temperatura, catalizadores, superficie de contacto) para calcular las cantidades de reactivos y productos obtenidos en un tiempo determinado, especificando la efectividad del proceso.

## Índice temático

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Termodinámica de las disoluciones	46	16
2	Sistemas químicos en equilibrio	30	10
3	Cinética química	20	6
Total de horas:		96	32
Suma total de horas:		128	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
1	<b>Termodinámica de las disoluciones</b> 1.1 Introducción e importancia del estudio de las soluciones. 1.2 Comportamiento de las soluciones líquidas y modelos de soluciones líquidas. 1.3 Comportamiento y modelos de soluciones reales equilibrio líquido-vapor. 1.4 Propiedades termodinámicas de las soluciones. Modelos de solución ideal y real.
2	<b>Sistemas químicos en equilibrio</b> 2.1 Termoquímica. 2.2 Equilibrio químico. 2.3 Análisis del equilibrio químico.
3	<b>Cinética química</b> 3.1 Cinética química. 3.2 Factores que afectan la velocidad de reacción. 3.3 Orden de reacción. 3.4 Aspectos teóricos acerca de las reacciones químicas.

### Metodología didáctica:

El proceso de enseñanza y aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, solución de problemas y otras dinámicas grupales.

### Evaluación del aprendizaje:

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, práctica supervisada, interrogatorio, exámenes escritos y exámenes prácticos.

**Perfil profesiográfico:**



Tener nivel licenciatura, preferentemente posgrado, en el área de la Físicoquímica u otra afín y contar con conocimientos en aspectos psico-pedagógicos. Tener experiencia docente.

**Bibliografía básica:**

- Abbott, M.H. (1987). *Teoría y problemas de termodinámica*. México: McGraw-Hill.
- Atkins, W.P. (2012). *Físicoquímica*. México: Panamericana.
- Ball, D.W. (2004). *Físicoquímica*. México: Thompson.
- Engel, T. y Reid. (2007). *Introducción a la Físicoquímica*. México: Pearson Educación.

**Bibliografía complementaria:**

- Barrow, G.W. (1983). *Físicoquímica*. España: Reverté.
- Chang, R. (1986). *Físicoquímica con aplicaciones biológicas*. México: CECSA.
- Crockford, H.D. (1986). *Fundamentos de Físicoquímica*. México: CECSA.
- Rock, P.A. (1980). *Chemical thermodynamics*. USA: Mc Graw Hill.

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA</b> <b>PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA</b> <b>QUÍMICA</b> <b>Programa de Asignatura</b>	
<b>LABORATORIO DE CIENCIA BÁSICA III</b>		

Clave:	Semestre: 3º	Ciclo: Básico	No. de créditos: 10
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas por semana
Tipo: Práctica	Teoría: 0	Práctica: 10	10
Modalidad: Laboratorio	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria ( ) Indicativa (X)

Asignatura antecedente: Laboratorio de Ciencia Básica II, Fisicoquímica I, Química II.

Asignatura subsecuente: Laboratorio y Taller de Proyectos de 4º, Química Industrial, Fenómenos de Transporte, Balance de Masa y Energía, Métodos Numéricos.

**Objetivo general:**

El alumno será capaz de llevar a cabo el desarrollo del trabajo experimental con enfoque interdisciplinario, aplicando los elementos teóricos, metodológicos y prácticos estudiados.

**Objetivos específicos:**

- Describir criterios sobre la seguridad en el laboratorio y la prevención de accidentes.
- Seleccionar el uso correcto de los extinguidores y su aplicación.
- Determinar el uso y aplicación de las diferentes técnicas de destilación (simple y fraccionada) a la purificación de disolventes así como el reconocimiento de las fracciones de un destilado.
- Decidir la aplicación de las diferentes técnicas de destilación (simple, fraccionada, por arrastre con vapor de agua y a baja presión).
- Determinar, mediante la técnica cromatográfica más adecuada, la separación de los principios activos naturales o sintéticos asignados por el profesor.
- Purificar por el método de cristalización aplicando las diferentes técnicas de cristalización (simple, por par de disolventes y fraccionada) el principio activo seleccionado.
- Extraer cafeína a partir de un producto natural o comercial.
- Describir el fundamento científico de la destilación por arrastre con vapor de agua (leyes que rigen el proceso).

## Índice temático

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Propedéutica y destilación	0	30
2	Cromatografía y cristalización	0	30
3	Análisis elemental	0	30
4	Extracción líquido-líquido y destilación	0	30
5	Síntesis orgánica	0	40
Total de horas:		0	160
Suma total de horas:		160	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
1	<b>Propedéutica y destilación</b> 1.1 Análisis físico. Estado de agregación. Color y olor. Solubilidad. Punto de fusión. Punto de ebullición. Índice de refracción. Ignición. Densidad. Propiedades coligativas. 1.2 Aplicación de algunas propiedades físicas como criterio de pureza.
2	<b>Cromatografía y cristalización</b> 2.1 Purificación de una sustancia orgánica. Cristalización y recristalización. Cromatografía en columna y capa fina. Sublimación. Destilación. Adsorción.
3	<b>Análisis elemental</b> 3.1 Análisis elemental orgánico. Nitrógeno. Azufre. Carbón. Oxígeno. Hidrógeno. Halógenos. 3.2 Análisis funcional orgánico. 3.2.1 Métodos químicos. R-OH. R-CH=O. R-CO-R. R-COOH. R=R. R-O-R. R-NH <sub>2</sub> . R-NO <sub>2</sub> . 3.2.2 Métodos espectroscópicos. Infrarrojo. Ultravioleta. Resonancia magnética nuclear. 3.3 Aplicación del análisis físico, químico y espectroscópico para identificar a una sustancia.
4	<b>Extracción líquido-líquido y destilación</b> 4.1 Separación de sustancias orgánicas (naturales y/o sintéticas). Extracción ácido-base, con disolventes orgánicos, continua y discontinua. Destilación por arrastre de vapor. Cromatografía en capa fina y columna.
5	<b>Síntesis orgánica</b>

### Metodología didáctica:

El proceso de enseñanza y aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, solución de problemas y otras dinámicas grupales.

**Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, práctica supervisada, interrogatorio, exámenes escritos, exámenes prácticos.

**Perfil profesiográfico:**

Los requisitos que deben reunir los docentes para impartir esta asignatura son los siguientes: Licenciatura en: Ingeniería Química, Químico, QFB, QFI y aéreas afines. Preferentemente con estudios de posgrado. Tener experiencia docente.

**Bibliografía básica:**

- Coyne, G.S. (2006). *The laboratory companion*. England: John Wiley & Sons.
- Maron, S. y Prutton, C. (2010). *Fundamentos de fisicoquímica*. México: Limusa.
- Skoog, D.A., Holler, F.J. y Crouch, S.R. (2008). *Principios de análisis instrumental*. 6ª ed. México: Cengage Learnig.
- Strife, R.A. y Walters, D.B. (2005). *Laboratory health and safety handbook*. USA: Wiley-Interscience.

**Bibliografía complementaria:**

- Armarego, W.L.F. & Chai, C.L.L. (2003). *Purification of laboratory chemicals*. 5ª ed. Gran Bretaña: Butterworth-Heinemann.
- Suay Belenguer, J.M. (2010). *Manual de instalaciones contra incendios*. Madrid: Antonio Madrid Vicente.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**  
**PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA**  
**QUÍMICA**  
**Programa de Asignatura**



**BALANCE DE MASA Y ENERGÍA**

Clave:	Semestre: 4 <sup>o</sup>	Ciclo: Profesional/Módulo: Análisis de Procesos	No. de créditos: 12
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas al semestre
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 5	Práctica: 2	Horas por semana 7
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria (X) Indicativa ( )

Asignatura antecedente: Tener acreditadas todas las Asignaturas del Ciclo Básico.

Asignatura subsecuente: Ingeniería Eléctrica, Ingeniería de Servicios, Transferencia de Calor y Laboratorio y Taller de Proyectos de 6° semestre.

**Objetivo general:**

El alumno deberá aplicar la metodología de cálculo de balance de masa y energía tomando como base los principios y leyes fisicoquímicas para integrarlos al análisis y diseño de procesos.

**Objetivos específicos:**

- Analizar la ingeniería química en México y sus campos de trabajo.
- Explicar el significado de las unidades y dimensiones mediante el uso de sistemas de unidades dando sus principales características.
- Explicar lo que son las unidades fundamentales y las derivadas.
- Analizar la importancia del sistema internacional de unidades y enunciar la lista completa de unidades fundamentales.
- Definir los conceptos gmol, lbmol, y peso molecular.
- Enunciar el principio de conservación de la masa.
- Ejemplificar la información que se puede obtener de una reacción química.
- Proponer el balance total en un proceso cualquiera, con base en el principio de conservación de la masa.
- Realizar el balance por componente para un proceso dado.



## Índice temático

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Introducción	7	2
2	Sistemas de unidades y análisis dimensional	14	6
3	Principios generales	30	10
4	Balances de masa y energía	29	14
Total de horas:		80	32
Suma total de horas:		112	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
<b>1</b>	<p><b>Introducción</b></p> <p>1.1 ¿Qué es el Ingeniero Químico?</p> <p>1.2 La ingeniería química en México.</p> <p>1.3 Campos de trabajo en la industria.</p>
<b>2</b>	<p><b>Sistemas de unidades y análisis dimensional</b></p> <p>2.1 Unidades fundamentales y derivadas.</p> <p>2.2 Sistemas de unidades.</p> <p>2.3 Ecuaciones dimensionales.</p> <p>2.4 Grupos adimensionales.</p> <p>2.5 Métodos para la obtención de ecuaciones dimensionales (Teorema <math>\pi</math> y método de Buckingham).</p>
<b>3</b>	<p><b>Principios generales</b></p> <p>3.1 Principio de conservación de la masa. Principio de continuidad.</p> <p>3.2 Principio de conservación de energía.</p> <p>3.3 Ecuación de estado.</p> <p>3.4 Principio de estados correspondientes.</p> <p>3.5 Mezclas de gases reales.</p> <p>3.6 Funciones termodinámicas y aplicaciones. 1a Ley termoquímica, 2a Ley, criterios de equilibrio, relaciones de Maxwell, construcción de diagramas y su utilización (Mollier, factor de compresibilidad, constante de Henry, entre otros).</p> <p>3.7 Termodinámica de gases reales. Cálculo de actividad y fugacidad en componentes puros y en mezclas.</p> <p>3.8 Constantes de equilibrio en sistemas homogéneos y heterogéneos (sistemas ideales y reales).</p>
<b>4</b>	<p><b>Balances de masa y energía</b></p> <p><i>Balances de Masa.</i></p> <p>4.1 Selección de la base de cálculo.</p> <p>4.2 Balance total y por componente.</p> <p>4.3 Cálculo en base masa y mol.</p>

<p>4.4 Balances con recirculaciones.  4.5 Balances con “by-pass”.  4.6 Balances en operaciones consecutivas (paralelo, contracorriente y cruzada).  4.7 Método de Nagiev.  <i>Balances de Energía.</i>  4.8 Cálculo de cambio de entalpía. Calor sensible y calor latente.  4.9 Teorema de Bernoulli.  4.10 Balance general de energía.  4.11 Calor de mezclado y solución.  4.12 Diagramas entalpía-concentración.  4.13 Balances combinados de masa y energía.  4.14 Aplicación a las operaciones unitarias.  4.15 Destilación.  4.16 Humidificación.  4.17 Secado.</p>
---

**Metodología didáctica:**

El proceso de enseñanza y aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, solución de problemas y otras dinámicas grupales.

**Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, práctica supervisada, interrogatorio, exámenes escritos, exámenes prácticos.

**Perfil profesiográfico:**

Licenciatura en: Ingeniería Química, con conocimientos en balances de masa y energía y/o haber acreditado cursos de didáctica y/o evaluación del proceso enseñanza-aprendizaje o similares. Tener experiencia docente.

**Bibliografía básica:**

- Geankoplis, C.J. (1988). *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. México: CECSA.
- Lewis, R. (1976). *Magnitudes en ingeniería y sistemas de unidades*. México: El Manual Moderno.
- Littlejohn, C.E. y Meenaghan, G.F. (1979). *Introducción a la ingeniería química*. México: CECSA.
- Thatcher, C.M. (1965). *Fundamentos de la ingeniería química*. México: CECSA.

***Bibliografía complementaria:***

- Bhatt, B.I. y Vora, S.M. (1983). *Stoichiometry*. 2ª ed. New Delhi: Tata McGraw-Hill.
- Killeffer, D.H. (1967). *Chemical engineering*. New York: Doubleday.
- Peters, M.S. (1984). *Elementary chemical engineering*. 2ª edición. Tokio: McGraw-Hill.
- Ramaswamy, G.S. y Rao, V.V.L. (1967). *SI Units*. New York: McGraw-Hill.
- Whitwell, J.C. y Torner, R.K. (1973). *Conservation of mass and energy*. Tokio: McGraw-Hill.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**  
**PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA**  
**QUÍMICA**  
**Programa de Asignatura**



**FENÓMENOS DE TRANSPORTE**

Clave:	Semestre: 4 <sup>o</sup>	Ciclo: Profesional/Módulo: Análisis de Procesos	No. de créditos: 11
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas al semestre
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 5	Práctica: 1	6
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria (X) Indicativa ( )

Asignatura antecedente: Tener acreditadas todas las asignaturas del Ciclo Básico.

Asignatura subsecuente: Ingeniería Eléctrica, Ingeniería de Servicios, Transferencia de Calor y Laboratorio y Taller de Proyectos de 6° semestre.

**Objetivo general:**

Aplicar los conocimientos y habilidades necesarias de los mecanismos de masa, *momentum* y energía en elementos diferenciales de superficie y volumen en la solución de problemas macroscópicos concretos.

Generalmente las operaciones unitarias de transferencia de masa, *momentum* y energía se han estudiado en forma aislada y a partir de correlaciones empíricas con un punto de vista macroscópico. Es hasta los últimos años en los que se ha desarrollado el estudio de los fenómenos de transferencia desde un punto de vista microscópico, lo que permite unificar el análisis de las operaciones unitarias y desarrollar modelos más precisos para su diseño.

**Objetivos específicos:**

- Aplicar los conceptos, productos vectoriales, determinación de planos, tangente y normal, aplicar la derivación e integración vectorial, aplicar la transformación de coordenadas diversas, sistemas de coordenadas.
- Resolver problemas de transferencia de *momentum* por métodos diferenciales, así como a través de una ecuación general de conservación, ecuación de continuidad y ecuación de movimiento en diferentes geometrías.
- Resolver problemas de transferencia de calor, considerando diferentes fuentes de generación, a diferentes coordenadas, geometrías y determinar las características dominantes en la distribución de temperatura.

- Aplicar el concepto de difusión, así como utilizar las velocidades de difusión que permitan obtener el perfil de concentración, así como las distribuciones de concentración para aplicar a un compuesto o a mezclas.

### Índice temático

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Introducción	10	2
2	Análisis vectorial	10	2
3	Mecanismos de transporte molecular	10	2
4	Transferencia de <i>momentum</i>	10	2
5	Transferencia de energía	20	4
6	Transferencia de masa	10	2
7	Flujo turbulento	10	2
Total de horas:		80	16
Suma total de horas:		96	

### Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
<b>1</b>	<b>Introducción</b> 1.1 Unidades y notaciones. Derivadas. 1.2 Análisis de ecuaciones. Soluciones de ecuaciones.
<b>2</b>	<b>Análisis vectorial</b> 2.1 Magnitudes escalares, vectoriales y tensores. 2.2 Espacios vectoriales reales. Transformaciones lineales. Multiplicación, diferenciación (operadores diferenciales) e integración de vectores, Teorema de Gauss, Green y Stokes. 2.3 Transformación de coordenadas cartesianas, esféricas y cilíndricas. 2.4 Valores promedio de funciones.
<b>3</b>	<b>Mecanismos de transporte molecular</b> 3.1 Hipótesis de continuo o transporte en un continuo. 3.2 Ecuación general de transporte. 3.3 Leyes de Newton, Fourier y Fick. Cálculo de coeficientes.
<b>4</b>	<b>Transferencia de <i>momentum</i></b> 4.1 Ley de Newton. 4.2 Ecuación de continuidad. 4.3 Ecuación de transferencia de <i>momentum</i> . Conservación de <i>momentum</i> . 4.4 Ecuación de Navier-Stokes, de Euler, de Bernoulli, etc. 4.5 Condiciones iniciales y a la frontera. 4.6 Aplicaciones. Flujo a régimen permanente y no permanente. Geometrías simples.
<b>5</b>	<b>Transferencia de energía</b> 5.1 Ley de Fourier.

	<p>5.2 Transferencia de energía en sólidos. Formas de transferir energía.</p> <p>5.3 Ecuación de transferencia de energía.</p> <p>5.4 Transferencia de energía en fluidos en movimiento.</p> <p>5.5 Condiciones iniciales y a la frontera.</p> <p>5.6 Aplicaciones. Transferencia de calor a régimen permanente y no permanente en sólidos y fluidos. Geometrías simples.</p>
<b>6</b>	<p><b>Transferencia de masa</b></p> <p>6.1 Ley de Fick.</p> <p>6.2 Formas de expresar la composición de una fase.</p> <p>6.3 Ecuación de transferencia de masa.</p> <p>6.4 Condiciones iniciales y a la frontera.</p> <p>6.5 Aplicaciones; transferencia a régimen permanente y no permanente, con reacción.</p>
<b>7</b>	<p><b>Flujo turbulento</b></p> <p>7.1 Resultados experimentales. Fluctuaciones y valores promedio.</p> <p>7.2 Ecuación de <i>momentum</i>.</p> <p>7.3 Ecuación de energía.</p> <p>7.4 Ecuación de transferencia de masa.</p> <p>7.5 Analogías.</p>

**Metodología didáctica:**

El proceso de enseñanza y aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, solución de problemas y otras dinámicas grupales.

**Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, práctica supervisada, interrogatorio, exámenes escritos, exámenes prácticos.

**Perfil profesiográfico:**



Licenciatura en Ingeniería Química y afines al área de las ingenierías y matemáticas. Preferentemente con estudios de posgrado. Tener experiencia docente.

**Bibliografía básica:**

Bird, R.B., Stewart, W.E. y Lightfoot, E.N. (2005). *Fenómenos de transporte*. España: Reverté.

**Bibliografía complementaria:**

Spiegel, M.R. (1969). *Análisis vectorial*. México: McGraw-Hill.

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA</b> <b>PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA</b> <b>QUÍMICA</b> <b>Programa de Asignatura</b>	
<b>QUÍMICA INDUSTRIAL</b>		

Clave:	Semestre: 4º	Ciclo: Profesional/Módulo: Análisis de Procesos	No. de créditos: 8
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas por semana
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 3	Práctica: 2	80
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
Obligatoria (X) Indicativa ( )

Asignatura antecedente: Tener acreditadas todas las asignaturas del Ciclo Básico.

Asignatura subsecuente: Ingeniería Eléctrica, Ingeniería de Servicios, Transferencia de Calor y Laboratorio y Taller de Proyectos de 6º semestre.

**Objetivo general:**

El alumno será capaz de aplicar los conocimientos teóricos, metodológicos y prácticos en el análisis de un problema de la Industria de Procesos en México, sus principales procesos y recursos, así como su situación económica actual y perspectivas de desarrollo.

**Objetivos específicos:**

- Establecer y resolver los balances de materia y energía que permitan un análisis macroscópico de los procesos químicos y fisicoquímicos.
- Establecer y resolver las ecuaciones de transporte de *momentum* energía y masa que permitan describir desde un punto de vista molecular los procesos químicos y fisicoquímicos.

**Índice temático**

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Introducción	18	12
2	Clasificación de la industria química	6	4
3	Perfil por industria	15	10
4	Industrias químicas	9	6
Total de horas:		48	32
Suma total de horas:		80	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
1	<b>Introducción</b> La tecnología en la industria química. Micro y macroeconomía.
2	<b>Clasificación de la industria química</b>
3	<b>Perfil por industria</b> 3.1 Datos estadísticos. Producción, importación, exportación, consumo aparente. Insumos principales. Mercados principales. 3.2 Perfil tecnológico. Modos de licenciamiento, desarrollo y transferencia de tecnología. Adaptabilidad. Tendencias tecnológicas. Necesidades futuras. 3.3 Perfil comercial y de costos. Usos y mercados. Canales de distribución-intermediarios, transportes, almacenamientos, inventarios. Oportunidades de exportación. Costos fijos y variables. 3.4 Tendencias y oportunidades. Integración. Diversificación. Substitución de importaciones. Posibilidad de exportar. 3.5 Recursos humanos. Formación, disponibilidad. Obreros, técnicos, administradores, etc.
4	<b>Industrias químicas</b> 4.1 Producción de inorgánicos básicos y fertilizantes. 4.2 Refinación de petróleo. 4.3 Productos petroquímicos y secundarios. 4.4 Polímeros (hules, fibras, resinas sintéticas). 4.5 Producción y refinación de azúcar. 4.6 Insecticidas. 4.7 Fermentaciones industriales. 4.8 Industria química secundaria.

### **Metodología didáctica:**

El proceso de enseñanza y aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, solución de problemas y otras dinámicas grupales.

En virtud de que esta asignatura se considera la introducción a la Ingeniería Química, como parte de las estrategias didácticas, se sugiere la realización de visitas industriales a diversas empresas de los diferentes giros que constituyen la industria química mexicana.

### **Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.



Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, práctica supervisada, interrogatorio, exámenes escritos, exámenes prácticos.

**Perfil profesiográfico:**

Ingeniero químico o cualquier disciplina afín, titulado y con experiencia en el área de ingeniería química, preferentemente con estudios de posgrado. Tener experiencia docente.

**Bibliografía básica:**

- Clausen, C.A. y Mattson C.G. (1982). *Fundamentos de química industrial*. México: Limusa.
- McCabe, W., Smith, J. y Harriott, P. (2002). *Operaciones unitarias en ingeniería química*. México: McGraw-Hill.
- Vian, A. (1990). *Curso de introducción a la química industrial*. Madrid: Alhambra.
- Wittcoff, H. (2008). *Productos químicos orgánicos industriales*. México: Limusa.

**Bibliografía complementaria:**

- Perry, R.H. y Chilton, C.H. (1994). *Chemical engineers' handbook*. México: McGraw-Hill.
- Rusell, T.W.F. (1976). *Introducción al análisis de la ingeniería química*. México: Limusa.
- Thompson, E. (1979). *Introducción a la ingeniería química*. México: McGraw-Hill.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA  
PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA  
QUÍMICA**



**Programa de Asignatura**

**MÉTODOS NUMÉRICOS**

Clave:	Semestre: 4º	Ciclo: Profesional/Módulo: Análisis de Procesos	No. de créditos: 7
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas al semestre
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 3	Práctica: 1	Horas por semana 4
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
Obligatoria (X) Indicativa ( )

Asignatura antecedente: Tener acreditadas todas las asignaturas del Ciclo Básico.

Asignatura subsecuente: Ingeniería Eléctrica, Ingeniería de Servicios, Transferencia de Calor y Laboratorio y Taller de Proyectos de 6º semestre.

**Objetivo general:**

El alumno será capaz de seleccionar, implementar y aplicar los métodos numéricos en los diferentes problemas específicos que se desarrollen.

**Objetivo específico:**

Analizar los métodos numéricos que constituyen algoritmos mediante los cuales sea posible formular problemas matemáticos, para que se puedan resolver, utilizando operaciones aritméticas.

**Índice temático**

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Introducción	10	2
2	Evaluación de funciones	11	3
3	Interpolación	7	3
4	Cuadratura	10	4
5	Ecuaciones diferenciales ordinarias	5	2
6	Sistemas de ecuaciones algebraicas lineales	5	2
Total de horas:		48	16
Suma total de horas:		64	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
<b>1</b>	<b>Introducción</b> 1.1 Papel de los métodos numéricos en la ciencia y la ingeniería. 1.2 Breve panorama histórico y actual de la computación. Lenguaje FORTRAN. Proposiciones elementales. Órdenes de control. Máquina B6700 en CSC. UNAM.
<b>2</b>	<b>Evaluación de funciones</b> 2.1 Raíces de una ecuación. 2.2 Problemas de convergencia y redondeo. 2.3 Secante. 2.4 Regla falsa. 2.5 Punto Fijo. 2.6 Método de Newton-Raphson.
<b>3</b>	<b>Interpolación</b> 3.1 El problema de interpolación a partir de datos experimentales. 3.2 Diferencias. Lagrange, Everett, Bassel, Aitken.
<b>4</b>	<b>Cuadratura</b> 4.1 Integración numérica. 4.2 Regla del trapecio, de Simpson y Gauss. 4.3 Problemas de convergencia y redondeo. 4.4 Derivación numérica.
<b>5</b>	<b>Ecuaciones diferenciales ordinarias</b> 5.1 Solución por serie de potencias. Taylor y Maclaurin. 5.2 Método de Runge-Kutta. 5.3 Métodos predictor-corrector.
<b>6</b>	<b>Sistemas de ecuaciones algebraicas lineales</b> 6.1 Inversa de una matriz. Diagonalización. Pivoteo. 6.2 Gauss-Seidel. 6.3 Errores y redondeo. 6.4 Análisis de regresión.

### **Metodología didáctica:**

El proceso de enseñanza y aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, solución de problemas y otras dinámicas grupales.

### **Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, práctica supervisada, interrogatorio, exámenes escritos, exámenes prácticos.

**Perfil profesiográfico:**

Licenciatura en: Ingeniería Química y afines al área de las ingenierías y matemáticas. Preferentemente con estudios de posgrado. Tener experiencia docente.

**Bibliografía básica:**

- Chapra, S.C. & Canale, R.P. (2007). *Métodos numéricos para ingenieros*. México: McGraw-Hill.
- Cordero Barbero, A., Hueso Pagoaga, J.L., Martínez Molada, E. y Torregrosa Sánchez, J.R. (2006). *Problemas resueltos de métodos numéricos*. España: Paraninfo.
- Nieves Hurtado, A. & Domínguez Sánchez, F. (2001). *Métodos numéricos aplicados a la ingeniería*. México: Compañía Editorial Continental.

**Bibliografía complementaria:**

- Akai, T.J. (1995). *Métodos numéricos aplicados a la ingeniería*. México: Limusa.
- Nakamura, S. (1992). *Métodos numéricos aplicados con software*. México: Prentice-Hall.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**  
**PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA**  
**QUÍMICA**  
**Programa de Asignatura**



**LABORATORIO Y TALLER DE PROYECTOS**

Clave:	Semestre: 4º	Ciclo: Profesional/Módulo: Análisis de Procesos	No. de créditos: 10
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas al semestre
Tipo: Práctica	Teoría: 0	Práctica: 10	Horas por semana 10
Modalidad: Laboratorio	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria (X) Indicativa ( )

Asignatura antecedente: Tener acreditadas todas las asignaturas del Ciclo Básico.

Asignatura subsecuente: Ingeniería Eléctrica, Ingeniería de Servicios, Transferencia de Calor y Laboratorio y Taller de Proyectos de 6º semestre.

**Objetivo general:**

Aplicar los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridas en las asignaturas teóricas previas con el objeto de elaborar un estudio de mercado y técnico de un producto de interés para la industria química. Dichos estudios deberán estar relacionados con cualquiera de las orientaciones que tradicionalmente han representado las fortalezas de la licenciatura: Creación de nuevas empresas, ingeniería ambiental o ciencia de materiales.

**Objetivos específicos:**

- Determinar los criterios empleados en el diseño de un producto.
- Determinar los criterios empleados en la definición de los canales de distribución y comercialización de un producto.
- Determinar el tamaño óptimo de la planta de un producto previamente seleccionado.

### Índice temático

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Diseño de un producto	0	20
2	Canales de distribución y comercialización	0	20
3	Interpolación	0	50
4	Tamaño de la planta para un proceso industrial seleccionado	0	20
5	Realizar balance de masa y energía para el proceso seleccionado	0	50
Total de horas:		0	160
Suma total de horas:		160	

### Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
<b>1</b>	<b>Diseño de un producto</b> 1.1 Perfil del consumidor y comprador. 1.2 Características del producto actual. 1.3 Expectativas del consumidor. 1.4 Propuesta de un nuevo producto.
<b>2</b>	<b>Canales de distribución y comercialización</b> 2.1 Canales de distribución. 2.2 Canales de comercialización.
<b>3</b>	<b>Interpolación</b> 3.1 Demanda. 3.2 Oferta. 3.3 Balance oferta-demanda.
<b>4</b>	<b>Tamaño de la planta para un proceso industrial seleccionado</b> 4.1 Descripción de los procesos disponibles. 4.2 Análisis de procesos. 4.3 Selección de un proceso.
<b>5</b>	<b>Realizar balance de masa y energía para el proceso seleccionado</b> 5.1 Diagrama de flujo de proceso. 5.2 Balances de masa y energía. 5.3 Predicción de propiedades.

### Metodología didáctica:

Se sugiere para las actividades teóricas, aquellas que propicien el desarrollo de habilidades intelectuales tales como: exposición, investigación bibliográfica y hemerográfica, análisis de casos, solución de problemas, taller, discusión dirigida, debates y otras dinámicas grupales.

Ya que una buena parte de la información requerida para desarrollar los estudios de mercado y técnico se obtienen por investigación directa, frecuentemente resulta necesaria la realización de visitas industriales a diversas empresas de los diferentes giros que constituyen la industria química mexicana.

***Evaluación del aprendizaje:***

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, exposición, exámenes escritos.

***Perfil profesiográfico:***



Licenciatura en: Ingeniería Química, Ingeniería Química Industrial, Ingeniería Ambiental o cualquier disciplina afín comprobada, Preferentemente con estudios de posgrado. Tener experiencia docente.

***Bibliografía básica:***

- Bell, J. (2005). *Cómo hacer trabajos de investigación*. España: Gedisa.
- Cerda, H. (2001). *Cómo elaborar proyectos*. Colombia: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Peters, M. y Timmerhaus, K. (2003). *Plant design and economics for chemical engineers*. USA: McGraw-Hill.

***Bibliografía complementaria:***

- Himmelblau, D. (1998). *Balances de masa y energía*. USA: Prentice Hall Hispanoamericana.
- Foust, A. y Wenzel, L. (1997). *Principios de operaciones unitarias*. México: Compañía Editorial Continental.

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA</b> <b>PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA</b> <b>QUÍMICA</b> <b>Programa de Asignatura</b>	
<b>FLUJO DE FLUIDOS</b>		

Clave:	Semestre: 5º	Ciclo: Profesional/Módulo: Manejo de Materiales	No. de créditos: 12
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas al semestre
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 5	Práctica: 2	7
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria (X) Indicativa ( )

Asignatura antecedente: Tener acreditadas todas las asignaturas del Ciclo Básico.

Asignatura subsecuente: Termodinámica Química, Diseño de Equipo de Separación, Transferencia de Masa, Laboratorio y Taller de Proyectos de 7º semestre.

**Objetivo general:**

Aplicar los conocimientos y las habilidades adquiridas en los cursos precedentes para la resolución de un problema específico mediante la selección y especificación del equipo adecuado para el transporte de fluidos así como para la determinación de sus instrumentos de medición.

**Objetivos específicos:**

- Introducir las definiciones y conceptos básicos de la mecánica de fluidos así como los conceptos más importantes para su aplicación a sistemas del campo de flujo.
- Distinguir y calcular los diferentes tipos de presión involucrados en un sistema de flujo de fluidos en equilibrio estático, así como sus instrumentos de medición más comunes, aplicando la ley general de la hidrostática y aerostática.
- Definir las ecuaciones generales que gobiernan el campo de la mecánica de fluidos, así como su aplicación al movimiento de los fluidos.
- Calcular los diferentes sistemas de tuberías aplicando las ecuaciones de Continuidad, Bernoulli, Energía Mecánica, Darcy, empleándolas en flujos incompresibles.
- Calcular los medidores de flujo más comunes utilizados en la industria química, aplicando la ecuación general de medidores para su diseño y especificación.
- Calcular las principales bombas para el transporte de fluidos usadas en la industria química, para su selección de acuerdo con el tipo de fluido.
- Calcular y especificar tuberías, ductos y compresores para gases y vapores, aplicando la ecuación de energía mecánica para su respectiva selección.
- Analizar las principales correlaciones que aplican al flujo a dos fases, para el diseño del diámetro de tuberías.



## Índice temático

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Introducción	15	6
2	Cinemática y dinámica de los fluidos	5	2
3	Flujo incompresible	20	8
4	Medición y control	5	2
5	Equipo de manejo de fluidos	15	6
6	Flujo a dos fases	20	8
Total de horas:		80	32
Suma total de horas:		112	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
<b>1</b>	<p><b>Introducción</b></p> <p>1.1 Estática de fluidos. Propiedades de los fluidos.</p> <p>1.2 Medición de presión y de nivel.</p>
<b>2</b>	<p><b>Cinemática y dinámica de los fluidos</b></p> <p>2.1 Flujo laminar de fluidos viscosos en geometrías simples, newtonianos y no newtonianos.</p> <p>2.2 Teoría de la capa límite.</p> <p>2.3 Flujo alrededor de objetivos sumergidos.</p>
<b>3</b>	<p><b>Flujo Incompresible</b></p> <p>3.1 Teorema de Bernoulli.</p> <p>3.2 Concepto de caída de presión y factor de fricción.</p> <p>3.3 Flujo laminar y turbulento de fluidos incompresibles en tuberías y conductos no circulares.</p> <p>3.4 Cambios de dirección, constricciones y expansiones.</p> <p>3.5 Flujo de fluidos compresibles, sónico y subsónico.</p> <p>3.6 Flujo a través de bancos de tubos y lechos empacados.</p> <p>3.7 Flujo a 2 fases.</p>
<b>4</b>	<p><b>Medición y control</b></p> <p>4.1 Medidores de flujo, clasificación y descripción.</p> <p>4.2 Diseño de medidores de placa, Venturi, tobera, tubo, pitot, rotámetros.</p> <p>4.3 Selección y dimensionamiento de válvulas.</p> <p>4.4 Equipo de control.</p>
<b>5</b>	<p><b>Equipo de manejo de fluidos</b></p> <p>5.1 Selección y dimensionamiento de bombas.</p> <p>5.2 Selección y dimensionamiento de ventiladores, sopladores y compresores.</p>
<b>6</b>	<p><b>Flujo a dos fases</b></p> <p>6.1 Sistemas líquido-vapor.</p> <p>6.2 Patrones de flujo. Mapa de Baker.</p>

6.3 Correlaciones Lockhart Martinelli.
6.4 Regímenes de flujo ascendente y descendente.
6.5 Diseño del diámetro de tuberías para flujo a dos fases.

**Metodología didáctica:**

Se sugiere para las actividades teóricas, aquéllas que propicien el desarrollo de habilidades intelectuales tales como: exposición, investigación bibliográfica y hemerográfica, análisis de casos, solución de problemas, taller, discusión dirigida, debates y otras dinámicas grupales.

**Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, exposición, exámenes escritos.

**Perfil profesiográfico:**

Tener título de Ingeniero Químico o licenciatura afín para impartir la asignatura, preferentemente con estudios de posgrado, 2 años de experiencia docente y/o cursos equivalentes.

**Bibliografía básica:**

- Crane Company. (2009). *Flow of fluids through valves fittings and pipe*. Technical Paper No. 410. USA: Crane.
- Ludwig, E.E. (1993). *Applied process design for chemical and petrochemical plants*. Vols. I y III. 2ª ed. USA: Gulf Publishing Company.
- Streeter, L.V. (1970). *Mecánica de fluidos*. 9ª ed. Colombia: McGraw-Hill Interamericana.
- White. M.F. (2000). *Mecánica de fluidos*. 5ª ed. México: McGraw-Hill.

**Bibliografía complementaria:**

- Bennet, C.O. y Myers, J.E. (1978). *Momentum, heat and mass transfer*. New York: McGraw-Hill. P. 810.
- Levenspiel O. (1996). *Flujo de fluidos e intercambio de calor*. España: Reverté.
- Sissom L.E. (1972). *Elements of transport phenomena*. Japan: McGraw-Hill. P. 814.
- Wilkes, J.O. (1999). *Fluid mechanics for chemical engineers*. USA: Prentice Hall PTR.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**  
**PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA**  
**QUÍMICA**  
**Programa de Asignatura**



**SEPARACIÓN MECÁNICA Y MEZCLADO**

Clave:	Semestre: 5º	Ciclo: Profesional/Módulo: Manejo de Materiales	No. de créditos: 12
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas al semestre
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 5	Práctica: 2	7
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria (X) Indicativa ( )

Asignatura antecedente: Tener acreditadas todas las asignaturas del Ciclo Básico.

Asignatura subsecuente: Termodinámica Química, Diseño de Equipo de Separación, Transferencia de Masa, Laboratorio y Taller de Proyectos de 7º semestre.

**Objetivo general:**

El alumno será capaz de aplicar los conocimientos y habilidades necesarias en los procesos de separación mecánica y mezclado, así como el equipo de mayor interés industrial, tomando como fundamento los principios de la mecánica de partículas y fenómenos de superficie.

**Objetivos específicos:**

- Utilizar y determinar las propiedades de los cuerpos sólidos, refiriendo su importancia en los procedimientos de las operaciones unitarias básicas de la ingeniería química.
- Identificar y aplicar los elementos básicos para el cálculo de las principales variables involucradas en la reducción del tamaño de partículas, así como el análisis de los principales equipos encontrados en los procesos industriales.
- Identificar y aplicar los elementos básicos para el cálculo de las principales variables involucradas en la dinámica de partículas y procesos de sedimentación, utilizados en la industria.

## Índice temático

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Separación de partículas	26	10
2	Propiedades interfaciales y separación de fases	14	4
3	Agitación y mezclado	22	8
4	Separación centrífuga, fluidización y filtración	18	10
Total de horas:		80	32
Suma total de horas:		112	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
<b>1</b>	<p><b>Separación de partículas</b></p> <p>1.1 Introducción. Tipos de separación.</p> <p>1.2 Propiedades de los cuerpos sólidos.</p> <p>1.3 Reducción de tamaño de las partículas.</p> <p>1.4 Tamizado. Tamaño de partículas. Equipo industrial.</p> <p>1.5 Mecánica de partículas rígidas en un fluido. Trayectoria de partículas. Ecuaciones.</p> <p>1.6 Sedimentación continua y discontinua. Equipo industrial.</p> <p>1.7 Filtración. Generalidades. Ecuaciones y equipos.</p> <p>1.8 Separación centrífuga. Principios generales, ecuaciones y equipos.</p> <p>1.9 Precipitadores electrostáticos.</p>
<b>2</b>	<p><b>Propiedades interfaciales y separación de fases</b></p> <p>2.1 Propiedades interfaciales de sistemas líquido-gas, líquido-líquido y sólido-líquido.</p> <p>2.2 Interfase líquido-gas. Tensión superficial.</p> <p>2.3 Interfase líquido-líquido. Tensión interfacial.</p> <p>2.4 Interfase sólido-líquido. Ángulo de contacto. Mojado.</p> <p>2.5 Suspensiones y coloides.</p> <p>2.6 Flotación de minerales. Agentes de flotación. Equipo industrial.</p> <p>2.7 Floculación.</p> <p>2.8 Emulsiones.</p> <p>2.9 Decantación. Decantador de gravedad, continuo y centrífugo.</p>
<b>3</b>	<p><b>Agitación y mezclado</b></p> <p>3.1 Mezclado de sólidos, líquidos y pastas.</p> <p>3.2 Agitación.</p> <p>3.3 Tipos de mezcladores.</p> <p>3.4 Velocidad de mezclado.</p> <p>3.5 Diseño de mezcladores.</p>
<b>4</b>	<p><b>Separación centrífuga, fluidización y filtración</b></p> <p>4.1 Separación centrífuga. Equipo industrial (ciclones).</p> <p>4.2 Separación por choque. Equipo industrial.</p> <p>4.3 Fluidización. Equipo industrial.</p>

4.4 Separación electrostática. Equipo industrial.
4.5 Filtración. Equipo industrial.

**Metodología didáctica:**

Se sugieren para las actividades teóricas, aquéllas que propicien el desarrollo de habilidades intelectuales tales como: exposición, investigación bibliográfica y hemerográfica, análisis de casos, solución de problemas, taller, discusión dirigida, debates y otras dinámicas grupales.

**Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, exposición, exámenes escritos.

**Perfil profesiográfico**

Licenciatura en: Ingeniería Química, Ingeniería Química Industrial, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Ambiental o cualquier disciplina afín. Tener experiencia docente.

**Bibliografía básica:**

- Coulson, J.M. y Richardson, J.F. (2002), *Coulson & Richardson's chemical engineering*. Vols. 1, 2, 3, 4 y 5. 5ª ed. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Foust, A.S., Wenzel, L.A., Clump, C.W., Maus, L. y Andersen, B. (2007). *Principios de operaciones unitarias*. 3ª ed. México: CECSA.
- Geankoplis, C. (2007). *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. 3ª ed. México: CECSA.
- McCabe, W.L., Smith, J.C. y Harriott, P. (2007). *Operaciones unitarias en ingeniería química*. 6ª ed. México: McGraw-Hill, Interamericana.

**Bibliografía complementaria:**

- Granger Brown, G. (1956). *Operaciones básicas de la ingeniería química*. España: Manuel Marín & Cía.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**  
**PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA**  
**QUÍMICA**  
**Programa de Asignatura**



**DISEÑO DE EQUIPO**

Clave:	Semestre: 5º	Ciclo: Profesional/Módulo: Manejo de Materiales	No. de créditos: 12
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas al semestre
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 5	Práctica: 2	7
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria (X) Indicativa ( )

Asignatura antecedente: Tener acreditadas todas las asignaturas del Ciclo Básico.

Asignatura subsecuente: Termodinámica Química, Diseño de Equipo de Separación, Transferencia de Masa, Laboratorio y Taller de Proyectos de 7º semestre.

**Objetivo general:**

El alumno será capaz de:

- Diseñar las tuberías y recipientes que se emplean para el transporte y almacenamiento de los fluidos, tomando en cuenta los materiales que los componen y los diferentes fenómenos que en ellos pudieran presentarse.
- Diseñar mecánicamente el equipo de proceso, considerando las características físicas y químicas de los fluidos, características de la cimentación del mismo, así como las pruebas que deban verificarse, a partir de la selección adecuada de los materiales necesarios.

**Objetivos específicos:**

- Explicar el comportamiento mecánico de los materiales, a través del conocimiento de los conceptos como: comportamiento elástico, comportamiento plástico, esfuerzo, deformación, fallas, pruebas mecánicas y curvas esfuerzo- deformación, de los diferentes materiales, con el propósito de obtener los conocimientos que serán necesarios para comprender la teoría que aplica a tanques y tuberías sujetas a presión.
- Seleccionar los materiales de construcción para recipientes y tuberías apropiados, a través del conocimiento de la clasificación, propiedades mecánicas, propiedades químicas y recomendaciones de los materiales, para su aplicación en el cálculo y construcción de los recipientes y tuberías a presión.
- Calcular el espesor de recipientes a presión interna y externa, mediante las teorías aplicables a cilindros de pared delgada, códigos y normas de diseño de los recipientes a presión y

especificación correcta de los materiales de construcción, para su utilización en los diseños óptimos de las plantas de procesos químicos.

### Índice temático

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Introducción	10	2
2	Cálculo de secciones de elementos sujetos a esfuerzos simples	12	3
3	Vigas	15	6
4	Otros tipos de esfuerzos	7	3
5	Materiales de construcción	7	3
6	Diseño de recipientes a presión	15	4
7	Diseño para tensión, compresión, flexión y corte	8	3
8	Transportadores de materiales	1	1
9	Montaje de equipo	1	1
10	Medidas de seguridad	4	6
Total de horas:		80	32
Suma total de horas:		112	

### Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
<b>1</b>	<b>Introducción</b> 1.1 Propiedades mecánicas de los cuerpos. 1.2 Propiedades del área de sección.
<b>2</b>	<b>Cálculo de secciones de elementos sujetos a esfuerzos simples</b> 2.1 Tensión pura. 2.2 Compresión pura. 2.3 Armaduras planas.
<b>3</b>	<b>Vigas</b> 3.1 Clasificación. 3.2 Reacciones. 3.3 Flexión. 3.4 Selección de perfiles.
<b>4</b>	<b>Otros tipos de esfuerzos</b> 4.1 Torsión. 4.2 Tanques cilíndricos de pared delgada. Esfuerzos en secciones transversales y longitudinales. Espesor de la pared. 4.3 Tanques esféricos. Uniones. 4.4 Diseño de columnas. 4.5 Esfuerzos de origen térmico. Dilatación térmica, total y unitaria.

<b>5</b>	<b>Materiales de construcción</b> 5.1 Propiedades mecánicas. 5.2 Propiedades químicas. Corrosión.
<b>6</b>	<b>Diseño de recipientes a presión</b> 6.1 Presión de diseño. 6.2 Espesor de las paredes (presiones internas y externas). 6.3 Estabilidad elástica (espesores mínimos). 6.4 Soportes.
<b>7</b>	<b>Diseño para tensión, compresión, flexión y corte</b> 7.1 Análisis estructural. 7.2 Vigas. 7.3 Placas. 7.4 Columnas. 7.5 Flechas. 7.6 Tuberías.
<b>8</b>	<b>Transportadores de materiales</b> 8.1 Fundamentos. 8.2 Desplazamientos horizontales, verticales y combinados. 8.3 Clasificación de transportadores (banda, rodillos, cadenas, canjilones, neumáticos, etc.).
<b>9</b>	<b>Montaje de equipo</b> 9.1 Cimentación. Características. 9.2 Anclaje. 9.3 Herramientas e instrumentos de montaje.
<b>10</b>	<b>Medidas de seguridad</b> 10.1 Pruebas hidrostáticas. 10.2 Válvulas de seguridad y alivio. 10.3 Inspección y pruebas.

***Metodología didáctica:***

El proceso de enseñanza y aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, solución de problemas y otras dinámicas grupales.

***Evaluación del aprendizaje:***

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, práctica supervisada, interrogatorio, exámenes escritos, exámenes prácticos.



**Perfil profesiográfico:**



Licenciatura en Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica o carrera afín para impartir la asignatura, preferentemente con estudios de posgrado, con experiencia profesional en Diseño de Equipo y/o experiencia docente de dos años como mínimo, conocimiento del plan de estudios y específicamente del perfil de egreso y programa sintético de la asignatura, así como haber acreditado cursos de formación docente.

**Bibliografía básica:**

- Gere, J.M. (2009). *Mecánica de materiales*. México: Cengage Learning.
- Hibbeler, R.C. (2011). *Mecánica de materiales*. México: Pearson Education.
- Mott, R.L. (2009). *Resistencia de materiales*. México: Pearson Education.

**Bibliografía complementaria:**

- Megyesy, E.F. (2008). *Pressure vessel handbook*. USA: Pressure Vessel Publishing.
- Moss, D. (2004). *Pressure vessel design manual: illustrated procedures for solving major pressure vessel design problems*. USA: Elsevier.
- The American Society for Mechanical Engineers. (2007). *Boiler and pressure vessel code. Sec. VIII. Div. I*. USA: ASME.

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA</b> <b>PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA</b> <b>QUÍMICA</b> <b>Programa de Asignatura</b>	
<b>LABORATORIO Y TALLER DE PROYECTOS</b>		

Clave:	Semestre: 5º	Ciclo: Profesional/Módulo: Manejo de Materiales	No. de créditos: 12
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas al semestre
Tipo: Práctica	Teoría: 0	Práctica: 12	Horas por semana 12
Modalidad: Laboratorio	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria (X) Indicativa ( )

Asignatura antecedente: Tener acreditadas todas las asignaturas del Ciclo Básico.

Asignatura subsecuente: Termodinámica Química, Diseño de Equipo de Separación, Transferencia de Masa, Laboratorio y Taller de Proyectos de 7º semestre.

**Objetivos generales:**

- Seleccionar y diseñar equipos de procesos desde el punto de vista mecánico.
- Seleccionar y diseñar los sistemas de manejo de materiales en la industria química de procesos.
- Seleccionar y diseñar los sistemas de separación mecánica y mezclado en la industria química de procesos.

Los objetivos anteriores deberán estar relacionados con cualquiera de las orientaciones que tradicionalmente han representado las fortalezas de la licenciatura: creación de nuevas empresas, ingeniería ambiental o ciencia de materiales.

**Objetivos específicos:**

- Introducir las definiciones y conceptos básicos necesarios para fundamentar el curso, enfatizando acerca del desarrollo de proyectos así como de los objetivos del módulo.
- Revisar algunos procesos industriales que involucren equipos mecánicos de mezclado y/o transporte de fluidos y/o sistemas de separación mecánica.
- Analizar las especificaciones y normas para el diseño de equipos de un proceso previamente seleccionado desde el punto de vista mecánico.
- Dimensionar el equipo para el proceso seleccionado.

## Índice temático

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Definiciones y conceptos básicos (etapas de un proyecto y técnicas de programación)	0	12
2	Selección y diseño de los sistemas de manejo de materiales en la industria química de procesos	0	50
3	Selección y diseño de sistemas de separación mecánica y mezclado en la industria química de procesos	0	65
4	Dimensionamiento de equipo	0	65
Total de horas:		0	192
Suma total de horas:		192	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
1	<p><b>Definiciones y conceptos básicos (etapas de un proyecto y técnicas de programación)</b></p> <p>1.1 Especificaciones y normas para el diseño de equipos.            1.2 Propiedades físicas de los materiales utilizados en la construcción de equipos.            1.3 Propiedades químicas de los materiales utilizados en la construcción de equipos.            1.4 Selección de los materiales de construcción de equipos.            1.5 Especificación de las características de los materiales.</p>
2	<p><b>Selección y diseño de los sistemas de manejo de materiales en la industria química de procesos</b></p> <p>2.1 Determinación experimental de las principales variables que intervienen en el manejo de materiales.            2.2 Determinación de las correlaciones entre las variables con base en observaciones experimentales.            2.3 Determinación experimental de las propiedades reológicas de fluidos no newtonianos.            2.4 Criterios de selección y diseño de un sistema de manejo de materiales.            2.5 Selección y dimensionamiento de un sistema de transporte de sólidos.            2.6 Selección y dimensionamiento de un sistema de transporte de fluidos.</p>
3	<p><b>Selección y diseño de sistemas de separación mecánica y mezclado en la industria química de procesos</b></p> <p>3.1 Determinación experimental de las principales variables que intervienen en la separación mecánica de materiales.            3.2 Criterios de selección y diseño de un sistema de separación mecánica de materiales.            3.3 Selección y dimensionamiento de un sistema de separación mecánica de materiales.            3.4 Determinación experimental de las principales variables que intervienen en un sistema de mezclado de materiales.            3.5 Criterios de selección y diseño de un sistema de mezclado de materiales.</p>

<b>4</b>	<p>3.6 Selección y diseño de un sistema de mezclado de materiales.</p> <p>3.7 Determinación experimental de las principales variables que intervienen en la trituración y molienda de materiales.</p> <p>3.8 Criterios de selección y diseño de un sistema de trituración y molienda de materiales.</p> <p>3.9 Selección y diseño de un sistema de trituración y molienda de materiales.</p> <p><b>Dimensionamiento de equipo</b></p> <p>4.1 Equipos de separación mecánica y/o transporte de fluidos y/o mezclado.</p> <p>4.2 Metodologías de cálculo.</p>
----------	---

**Metodología didáctica:**

Se sugieren para las actividades teóricas, aquéllas que propicien el desarrollo de habilidades intelectuales tales como: exposición, investigación bibliográfica y hemerográfica, análisis de casos, solución de problemas, taller, discusión dirigida, debates y otras dinámicas grupales.

Ya que una buena parte de la información requerida para desarrollar el estudio técnico se obtiene por investigación directa, frecuentemente resulta necesaria la realización de visitas industriales a diversas empresas de los diferentes giros que constituyen la industria química mexicana.

**Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, exposición, exámenes escritos.

**Perfil profesiográfico:**



Licenciatura en: Ingeniería Química y afines al área de las ingenierías, con experiencia en procesos industriales. Preferentemente con estudios de posgrado. Tener experiencia docente.

**Bibliografía básica:**

- Foust, A. y Wenzel, L. (1997). *Principios de operaciones unitarias*. México: Compañía Editorial Continental.
- Ludwig, E. (1984). *Design for chemical and petrochemical plants*. USA: Gulf Publishing Company.
- McCabe, W. y Smith, J. (2002). *Operaciones unitarias en ingeniería química*. México: McGraw-Hill.
- Peters, M. y Timmerhaus, K. (2003). *Plant design and economics for chemical engineers*. USA: McGraw-Hill.

**Bibliografía complementaria:**

- Fernández, J. (2010). *Guía completa de la energía solar térmica y termoeléctrica*. España: AMV editores.
- Perry, R. (1992). *Manual del ingeniero químico*. México: McGraw-Hill.
- Potter, M. y Wiggert, D. (2002). *Mecánica de fluidos*. México: International Thomson Editores.

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA</b> <b>PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA</b> <b>QUÍMICA</b> <b>Programa de Asignatura</b>	
<b>INGENIERÍA DE SERVICIOS</b>		

Clave:	Semestre: 6º	Ciclo: Profesional/Módulo: Manejo de Energía	No. de créditos: 12
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas por semana
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 5	Práctica: 2	7
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria (X) Indicativa ( )

Asignatura antecedente: Tener acreditadas todas las asignaturas del 4º Semestre.

Asignatura subsecuente: Dinámica y Control de Procesos, Ingeniería de Procesos, Ingeniería de Reactores, Laboratorio y Taller de Proyectos de 8º semestre.

**Objetivo general:**

El alumno será capaz de seleccionar, especificar y diseñar los equipos y sistemas de manejo de combustibles, tratamiento de aguas, generación y distribución de vapor, conversión de energía y producción de refrigeración, a partir de los servicios auxiliares que toda industria de proceso requiere,

**Objetivos específicos:**

- Enunciar la importancia de las diferentes etapas del desarrollo tecnológico de procesos en el desarrollo de proyectos.
- Definir lo que es un servicio auxiliar en una planta de proceso.
- Explicar las características de los servicios auxiliares en la conceptualización y desarrollo de proyectos.
- Explicar la localización de los servicios auxiliares dentro de la secuencia de actividades generales de diseño y construcción de un proyecto.

## Índice temático

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Introducción	12	6
2	Tipos de proceso y ciclos de refrigeración	12	6
3	Agua	10	5
4	Vapor	10	5
5	Combustibles	6	2
6	Aire	6	2
7	Gas Inerte	6	2
8	Sistema de desfogue	8	2
9	Almacenamiento	5	1
10	Tratamiento de efluentes	5	1
Total de horas:		80	32
Suma total de horas:		112	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
<b>1</b>	<b>Introducción</b>
	1.1 Servicios de una planta. Plano y criterios de distribución.
<b>2</b>	<b>Tipos de proceso y ciclos de refrigeración</b>
	2.1 Tipos de proceso.
	2.2 Representación de procesos en diagramas.
	2.3 Tipos de refrigeración.
<b>3</b>	<b>Agua</b>
	3.1 Usos y características.
	3.2 Tratamiento de aguas: equipo y selección.
	3.3 Ciclo de enfriamiento de agua.
<b>4</b>	<b>Vapor</b>
	4.1 Vapor. Usos y características. Generadores. Turbinas. Ciclos.
	4.2 Ciclos de otros fluidos térmicos.
	4.3 Turbina de gas.
<b>5</b>	<b>Combustibles</b>
	5.1 Gaseosos. Fuentes de obtención. Gas natural y de petróleo.
	5.2 Líquidos. Características. Gasóleos y combustóleos.
	5.3 Sólidos. Coque, bagazo.
<b>6</b>	<b>Aire</b>
	6.1 Usos y características.
	6.2 Criterios de selección de compresores.
	6.3 Eyectores.
	6.4 Bombas de vacío.

<b>7</b>	<b>Gas Inerte</b> 7.1 Características y usos. 7.2 Sistemas de generación. 7.3 DTI.
<b>8</b>	<b>Sistema de desfogue</b> 8.1 Clasificación. 8.2 Tipos de sistemas. 8.3 Criterios de cálculo.
<b>9</b>	<b>Almacenamiento</b> 9.1 Clasificación. 9.2 Descripción de sistemas y componentes. 9.3 Criterios de selección.
<b>10</b>	<b>Tratamiento de efluentes</b> 10.1 Clasificación. 10.2 Legislación sobre contaminación ambiental. 10.3 Tipos de tratamiento.

**Metodología didáctica:**

Se sugieren, para las actividades teóricas, aquéllas que propicien el desarrollo de habilidades intelectuales tales como: exposición, investigación bibliográfica y hemerográfica, análisis de casos, solución de problemas, taller, discusión dirigida, debates y otras dinámicas grupales.

**Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, exposición, exámenes escritos.

**Perfil profesiográfico:**

Licenciatura en: Ingeniería Química y afines al área de las ingenierías, con experiencia en áreas de proceso, instrumentación y seguridad de plantas químicas, petroquímicas y de refinación. Preferentemente con estudios de posgrado. Tener experiencia docente.



**Bibliografía básica:**

- Betz Laboratories. (2005). Filtration. En: *Betz handbook of industrial water conditioning*. USA: Trevoise.
- Betz Laboratories. (2005). Lime soda softening. En: *Betz handbook of industrial water conditioning*. USA: Trevoise, pp 68-77.
- González Marín, M.L. (2002). *La industrialización en México*. México: IIEC, UNAM.
- IMIQ. (2000). La ingeniería de proyectos en México. *Revista del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos, A.C.*, marzo-abril.
- Kemmer, F.N. y McCallion, J. (1989). *Manual del agua su naturaleza, tratamiento y aplicaciones*. Tomo I-III. México: McGraw-Hill. Tomo I, caps. 8, 9, 10, 11 y12.

***Bibliografía complementaria:***

- Clerk, J. (1963). Multiplying factors give installed costs of process equipment. *Chemical Engineering*. Feb 18, p. 182.
- National Learning Corporation. *Plant utilities engineer*.
- Rudman, J. *Plant utilities engineer* (paperback).



	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA</b> <b>PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA QUÍMICA</b> <b>Programa de Asignatura</b>	
<b>INGENIERÍA ELÉCTRICA</b>		

Clave:	Semestre: 6º	Ciclo: Profesional/Módulo: Manejo de Energía	No. de créditos: 12
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas al semestre
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 5	Práctica: 2	7
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
Obligatoria (X) Indicativa ( )

Asignatura antecedente: Tener acreditadas todas las Asignaturas del 4º Semestre.

Asignatura subsecuente: Termodinámica Química, Diseño de Equipo de Separación, Transferencia de Masa, Laboratorio y Taller de Proyectos de 7º semestre.

**Objetivo general:**

El alumno será capaz de seleccionar y especificar los equipos e instalaciones eléctricas adecuadas para la industria de proceso, a partir de los conceptos fundamentales de electromagnetismo y sus aplicaciones.

**Objetivos específicos:**

El alumno será capaz de identificar, manejar, analizar y describir los elementos necesarios para la generación, transporte y distribución de la energía eléctrica, involucrados en el ámbito de los procesos industriales, así como de relacionar proyectos eléctricos con elementos de seguridad y normatividad eléctrica.

**Índice temático**

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Introducción	15	5
2	Circuitos eléctricos	20	5
3	Sistemas de potencia	25	10
4	Instalaciones eléctricas	20	12
Total de horas:		80	32
Suma total de horas:		112	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
1	<b>Introducción</b> 1.1 Carga eléctrica. 1.2 Campo eléctrico. 1.3 Potencial eléctrico. 1.4 Capacitores y dieléctricos. 1.5 Corriente eléctrica y resistencia. 1.6 Fuerza electromotriz y circuitos. 1.7 Campo magnético. 1.8 Inductancia. 1.9 Solenoides.
2	<b>Circuitos eléctricos</b> 2.1 Corriente directa. 2.2 Corriente alterna. 2.3 Voltaje y corriente trifásica. 2.4 Potencia monofásica y trifásica.
3	<b>Sistemas de potencia</b> 3.1 Máquinas eléctricas. Generadores. Motores. Transformadores. 3.2 Sistemas de protección y control.
4	<b>Instalaciones eléctricas</b> 4.1 Instalaciones, tipos. 4.2 Interpretación y cálculo de diagrama unifilar.

### **Metodología didáctica:**

Se sugieren, para las actividades teóricas, aquéllas que propicien el desarrollo de habilidades intelectuales tales como: exposición, investigación bibliográfica y hemerográfica, análisis de casos, solución de problemas, taller, discusión dirigida, debates y otras dinámicas grupales.

### **Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, exposición, exámenes escritos.

### **Perfil profesiográfico:**

Licenciatura en: Ingeniería Química. Ingeniería Industrial, Ingeniería Eléctrica y afines al área de las ingenierías. Con experiencia en eléctrica y manufactura de equipo eléctrico. Preferentemente con estudios de posgrado. Tener experiencia docente.

***Bibliografía básica:***

- Edminister, J.A. (2000). *Electromagnetismo*. Madrid: McGraw-Hill (Serie Schaum).
- Enriquez Harper, G. (2009). *Tecnologías de generación de energía eléctrica*. México: Limusa.
- Fitzgerald, E. (1994). *Máquinas eléctricas*. México: McGraw-Hill.
- Mileaf, H. (1989). *Electricidad*. Vols. 1-7. México: Limusa.

***Bibliografía complementaria:***

- NEC National Electrical Code.
- NFPA National Fire Protection Association.
- ROIE Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**  
**PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA**  
**QUÍMICA**  
**Programa de Asignatura**



**TRANSFERENCIA DE CALOR**

Clave:	Semestre: 6º	Ciclo: Profesional/Módulo: Manejo de Energía	No. de créditos: 12
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas al semestre
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 5	Práctica: 2	7
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria (X) Indicativa ( )

Asignatura antecedente: Tener acreditadas todas las asignaturas del 4º semestre.

Asignatura subsecuente: Termodinámica Química, Diseño de Equipo de Separación, Transferencia de Masa, Laboratorio y Taller de Proyectos de 7º semestre.

**Objetivos generales:**

- Identificar los diferentes mecanismos de transferencia de calor y las ecuaciones asociadas con cada uno de ellos.
- Seleccionar y diseñar el equipo adecuado para la transferencia de calor en las industrias de proceso.

**Objetivos específicos:**

- El alumno será capaz de explicar en qué consiste el mecanismo molecular de Transferencia de Calor en una ecuación constitutiva, así como las condiciones bajo las cuales puede presentarse.
- El alumno será capaz de obtener la ecuación general de conducción (Ley de Fourier) para la transferencia de calor multidimensional.
- El alumno será capaz de calcular las pérdidas de calor que se tienen en sistemas aislados, utilizando las ecuaciones que rigen a la conducción de calor a través de paredes compuestas.

## Índice temático

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Mecanismos moleculares de transferencia de energía	25	10
2	Conducción	20	10
3	Convección. Transferencia de calor en líquidos	20	10
4	Radiación	15	2
Total de horas:		80	32
Suma total de horas:		112	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
<b>1</b>	<b>Mecanismos moleculares de transferencia de energía</b> 1.1 Transporte molecular y turbulento de energía. Ecuación de Fourier. 1.2 Transferencia por conducción, convección y radiación.
<b>2</b>	<b>Conducción</b> 2.1 A régimen permanente y no permanente. 2.2 Conductividad térmica. 2.3 Ecuación general. 2.4 Conducción a través de geometrías simples. 2.5 Aislante. 2.6 Pérdidas en tuberías aisladas.
<b>3</b>	<b>Convección. Transferencia de calor en líquidos</b> 3.1 Convección forzada y libre. 3.2 Coeficientes de película. 3.3 Grupos adimensionales y correlaciones. 3.4 Gradiente de temperatura. 3.5 Cambiadores de doble tubo concéntrico. 3.5.1 Cálculo de coeficientes de transferencia de calor interior, exterior y global. 3.5.2 Temperatura calórica. 3.5.3 Incrustaciones. 3.5.4 Diseño térmico de cambiadores de doble tubo. 3.5.5 Cálculo de caídas de presión. 3.6 Cambiadores de tubos y coraza. 3.6.1 Partes y terminología. Códigos de construcción. 3.6.2 Tipos de arreglos tubulares. 3.6.3 Tipos de cambiadores. Diseño térmico. 3.6.4 Cálculo de coeficientes interior, exterior y global. 3.6.5 Caídas de presión. 3.7 Condensación. 3.7.1 Condensación. 3.7.2 Condensadores verticales y horizontales.

4	<p>3.7.3 Condensación dentro y fuera de tubos.</p> <p>3.7.4 Condensación de vapores en presencia de gases no condensables.</p> <p>3.7.5 Cálculo de coeficientes de transferencia.</p> <p>3.7.6 Evaporación.</p> <p>3.7.7 Mecanismos en la evaporación.</p> <p>3.7.8 Balance de masa y energía.</p> <p>3.7.9 Diseño de rehervidores.</p> <p>3.7.10 Tipos de evaporadores.</p> <p>3.7.11 Cálculo de coeficientes de transferencia de calor en evaporadores.</p> <p>3.7.12 Cálculo de simple y múltiple efecto.</p> <p><b>Radiación</b></p> <p>4.1 Distribución de la energía radiante.</p> <p>4.2 Emisividad y absorción.</p> <p>4.3 Ley de Kirchooff y de Stefan Boltzmann.</p> <p>4.4 Transmisión por radiación en superficies planas.</p> <p>4.5 Hornos.</p>
---	---

**Metodología didáctica:**

Se sugieren, para las actividades teóricas, aquéllas que propicien el desarrollo de habilidades intelectuales tales como: exposición, investigación bibliográfica y hemerográfica, análisis de casos, solución de problemas, taller, discusión dirigida, debates y otras dinámicas grupales.

**Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, exposición, exámenes escritos.

**Perfil profesiográfico:**



Los requisitos que deben reunir los docentes para impartir esta asignatura son los siguientes: Licenciatura en: Ingeniería Química. Con experiencia docente de dos años como mínimo y/o haber acreditado cursos de didáctica y/o evaluación del proceso enseñanza-aprendizaje o similares.

**Bibliografía básica:**

- Cao, E. (2006). *Transferencia de calor en ingeniería de procesos*. 2ª ed. España: Nueva Librería. 442 pp.
- Cengel, Y.A. (2006). *Transferencia de calor*. 2ª ed. México: McGraw-Hill. 821 pp.
- Cengel, Y.A. (2011). *Heat and mass transfer fundamentals and applications*. 4ª ed. USA: McGraw-Hill. 923 pp.
- Incropera, F.P. (2006). *Fundamentos de transferencia de calor*. 4ª ed. México: Prentice Hall/Pearson. 909 pp.

***Bibliografía complementaria:***

- Perry, R.H., Green, D.W. y Maloney, J.O. (2005). *Manual del ingeniero químico*. 7ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Watkins, M. *et al.* (1979). Estimación de la irradiación solar media mensual, para la ciudad de Catamarca, usando el modelo híbrido de Yang. *Revista Aportes Científicos en PHYMATH*, II(2).

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA</b> <b>PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA</b> <b>QUÍMICA</b> <b>Programa de Asignatura</b>	
<b>LABORATORIO Y TALLER DE PROYECTOS</b>		

Clave:	Semestre: 6º	Ciclo: Profesional/Módulo: Manejo de Energía	No. de créditos: 12
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas al semestre
Tipo: Práctica	Teoría: 0	Práctica: 12	Horas por semana 12
Modalidad: Laboratorio	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria (X) Indicativa ( )

Asignatura antecedente: Tener acreditadas todas las Asignaturas del 4º semestre.

Asignatura subsecuente: Termodinámica Química, Diseño de Equipo de Separación, Transferencia de Masa, Laboratorio y Taller de Proyectos de 7º semestre.

**Objetivos generales:**

- Identificar y determinar las variables más importantes que intervienen en los procesos de manejo de energía.
- Analizar las principales variables que intervienen en los procesos de tratamiento de efluentes de sólidos en suspensión como servicios complementarios a las plantas de procesos.
- Determinar los niveles de las principales variables que intervienen en los procesos de tratamiento de efluentes de sólidos en suspensión.

Los objetivos anteriores deberán estar relacionados con cualquiera de las orientaciones que tradicionalmente han representado las fortalezas de esta licenciatura: Creación de nuevas empresas, Ingeniería ambiental o Ciencia de materiales.

**Objetivos específicos:**

- Analizar cuantitativamente las variables involucradas en propiedades termofísicas como densidad, índice de refracción, solubilidad y viscosidad y conductividad térmica de algunas sustancias.
- Validar los modelos matemáticos en prototipos de fenómenos como: sedimentación, mezclado, movimiento de partículas sólidas y filtración.
- Validar los modelos matemáticos en prototipos a nivel planta piloto de: Coeficientes de transferencia de calor de intercambiadores de tubos y coraza y de tubos concéntricos.
- Analizar la variación de los coeficientes individuales y globales de transferencia de calor en función del número de Reynolds.



## Índice temático

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Procesos de manejo de energía	0	60
2	Procesos de tratamiento de efluentes de sólidos en suspensión	0	72
3	Intercambiadores de calor	0	60
Total de horas:		0	192
Suma total de horas:		192	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
<b>1</b>	<p><b>Procesos de manejo de energía</b></p> <p>1.1 Detección de los factores que afectan la densidad, solubilidad e índice de refracción de algunas sustancias.</p> <p>1.2 Determinación de los valores de densidad, solubilidad e índice de refracción de algunas sustancias.</p> <p>1.3 Comparación de los métodos experimentales de determinación de la viscosidad.</p> <p>1.4 Determinación de la viscosidad de soluciones y del efecto que causa la composición y temperatura.</p> <p>1.5 Análisis del comportamiento térmico de algunos materiales aislantes.</p> <p>1.6 Determinación de la conductividad térmica de algunos materiales aislantes.</p>
<b>2</b>	<p><b>Procesos de tratamiento de efluentes de sólidos en suspensión</b></p> <p>2.1 Análisis del fenómeno de sedimentación.</p> <p>2.2 Análisis del fenómeno de mezclado.</p> <p>2.3 Análisis del movimiento de partículas sólidas en un fluido.</p> <p>2.4 Análisis del fenómeno de filtración.</p>
<b>3</b>	<p><b>Intercambiadores de calor</b></p> <p>3.1 Coeficiente de transferencia de calor de cambiadores de calor en posición horizontal, de tubos concéntricos y de tubos de coraza.</p> <p>3.2 Variación del coeficiente de calor con respecto al número de Reynolds.</p> <p>3.3 Efecto de las variables de operación en el comportamiento de intercambiadores de calor.</p>

### Metodología didáctica:

Se sugieren, para las actividades teóricas, aquéllas que propicien el desarrollo de habilidades intelectuales tales como: exposición, investigación bibliográfica y hemerográfica, análisis de casos, solución de problemas, taller, discusión dirigida, debates y otras dinámicas grupales.

Ya que una buena parte de la información requerida para desarrollar el estudio técnico se obtiene por investigación directa, frecuentemente resulta necesaria la realización de visitas industriales a diversas empresas de los diferentes giros que constituyen la industria química mexicana.

**Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, exposición, exámenes escritos.

**Perfil profesiográfico:**



Licenciatura en: Ingeniería Química o afines al área de las Ingenierías. Experiencia en la operación de plantas de proceso y manejo de reactores químicos. Preferentemente con estudios de posgrado. Tener experiencia docente.

**Bibliografía básica:**

- McCabe, L.W., Smith, S.J. & Harriott, P. (1991). *Operaciones unitarias en ingeniería química*. España: Mc Graw-Hill/Interamericana.
- Geankoplis, C.J. (1989). *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. México: Compañía Editorial Continental.
- Perry, R. y Chilton, C. (1986). *Manual del ingeniero químico*. Vol. 5. México: McGraw- Hill.
- Cornwell, K. (1981). *Transferencia de calor*. México: Limusa.

**Bibliografía complementaria:**

- Foust, S.A., Clump, W.C., Wenzel, A.L., Maus, L. y Andersen, L.B. (1980). *Principios de operaciones unitarias*. México: Compañía Editorial Continental.

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA</b> <b>PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA</b> <b>QUÍMICA</b> <b>Programa de Asignatura</b>	
<b>TERMODINÁMICA QUÍMICA</b>		

Clave:	Semestre: 7º	Ciclo: Profesional/Módulo: Procesos de Separación	No. de créditos: 12
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas al semestre
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 5	Práctica: 2	7
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria (X) Indicativa ( )

Asignatura antecedente: Tener acreditadas todas las Asignaturas del 4º y 5º semestres.

Asignatura subsecuente: Administración de Proyectos, Ingeniería Económica, Ingeniería de Proyectos, Laboratorio y Taller de Proyectos de 9º semestre.

**Objetivo general:**

El alumno será capaz de aplicar los modelos termodinámicos considerando las interacciones moleculares que le permitan predecir y correlacionar las propiedades termodinámicas de los sistemas en equilibrio.

**Objetivos específicos:**

- Calcular las propiedades termodinámicas de sustancias simples empleando los modelos matemáticos adecuados con el propósito de describir su comportamiento.
- Calcular el volumen, entalpía, entropía, energía libre de Gibbs y fugacidad de los sistemas gaseosos que no se comportan idealmente.
- Analizar el comportamiento termodinámico de las mezclas de sustancias, extendiendo a ellas el concepto de no idealidad, utilizando los modelos matemáticos para resolver problemas relacionados con sus proceso de transformación.
- Establecer los conceptos teóricos que nos permiten la descripción termodinámica de los diferentes tipos de disoluciones no ideales que las sustancias puras forman.

### Índice temático

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Cálculo de las propiedades termodinámicas de los sistemas gaseosos que no se comportan idealmente	25	10
2	Cálculo de las propiedades termodinámicas de las disoluciones líquidas no ideales-equilibrio líquido vapor	25	10
3	Equilibrio químico en sistemas no ideales	30	12
Total de horas:		80	32
Suma total de horas:		112	

### Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
1	<b>Cálculo de las propiedades termodinámicas de los sistemas gaseosos que no se comportan idealmente</b> 1.1 Cálculo del volumen de un gas puro y de una mezcla gaseosa usando ecuaciones de estado. 1.2 Cálculo de la entalpía, entropía y energía libre de Gibbs de un gas puro y de una mezcla usando ecuaciones de estado. 1.3 Cálculo de la fugacidad de un gas puro y de una mezcla gaseosa usando ecuaciones de estado.
2	<b>Cálculo de las propiedades termodinámicas de las disoluciones líquidas no ideales-equilibrio líquido vapor</b> 2.1 Propiedades termodinámicas de las disoluciones. Modelos de disoluciones ideales. 2.2 Propiedades termodinámicas de las disoluciones. Modelos de disolución no ideal. 2.3 Equilibrio líquido-vapor para sistemas binarios, ternarios y de multicomponentes.
3	<b>Equilibrio químico en sistemas no ideales</b> 3.1 Conceptos fundamentales de la termodinámica. 3.2 Equilibrio químico. 3.3 Reactores adiabáticos. 3.4 Reacciones en competencia.

### Metodología didáctica:

El proceso de enseñanza y aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, solución de problemas y otras dinámicas grupales.

**Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, práctica supervisada, interrogatorio, exámenes escritos, exámenes prácticos.

**Perfil profesiográfico:**

Los requisitos que deben reunir los docentes para impartir esta asignatura son los siguientes: Licenciatura en Ingeniería Química o afines, preferentemente con estudios de posgrado. Tener experiencia docente.

**Bibliografía básica:**

- Balzhiser, R. y Samuels, M. (1995). *Termo-dinámica para ingenieros químicos*. México: Prentice Hall.
- Prausnitz, R. (1999). *Molecular thermodynamics of fluid-phase equilibria*. 3<sup>a</sup> ed. New Jersey: Prentice Hall.
- Sandler, S. (1990). *Termodinámica en la ingeniería química*, México: Interamericana.
- Smith, J.M. et al.(2007). *Introducción a la termodinámica en ingeniería química*. 7<sup>a</sup> ed. México: McGraw-Hill.

**Bibliografía complementaria:**

- Edmister, W.C. (1965). Applied hydrocarbon thermodynamics. *Hydrocarbon Processing*, 47(9) september, pp. 239-244.
- Mathias, P. (1983). A versatile phase equilibria equation of state. American Chemical Society. *Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev.*, 22(3), pp. 385- 391.
- Orbey, H. y Vera, J.H. (1983). Correlation for the third virial coefficient using  $T_c$ ,  $P_c$  and  $w$  as parameters. *AIChE Journal*, 29(1), pp. 107-113.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**  
**PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA**  
**QUÍMICA**  
**Programa de Asignatura**



**DISEÑO DE EQUIPO DE SEPARACIÓN**

Clave:	Semestre: 7 <sup>o</sup>	Ciclo: Profesional/Módulo: Procesos de Separación	No. de créditos: 12
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas al semestre
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 5	Práctica: 2	7
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria (X) Indicativa ( )

Asignatura antecedente: Tener acreditadas todas las asignaturas del 4° y 5° semestres.

Asignatura subsecuente: Administración de Proyectos, Ingeniería Económica, Ingeniería de Proyectos, Laboratorio y Taller de Proyectos de 9° semestre.

**Objetivo general:**

El alumno será capaz de seleccionar los principales métodos analíticos y gráficos para el diseño de los equipos de separación más comunes en la industria, ya sea con operaciones continuas o intermitentes, aplicando los principios termodinámicos y los mecanismos básicos de la transferencia de masa.

**Objetivos específicos:**

- Construir diagramas de equilibrio líquido-vapor de mezclas binarias empleando las propiedades de presión de vapor, coeficiente de distribución, volatilidad relativa, punto de burbuja y punto de rocío, para utilizarlos en los cálculos de los parámetros de operación de los procesos de destilación de una etapa.
- Calcular los parámetros de operación del proceso de destilación binaria utilizando los diagramas de equilibrio correspondiente (métodos gráficos), para determinar el número de etapas requeridas para una separación especificada.

## Índice temático

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Fundamentos para el cálculo de las propiedades en el EVL	25	10
2	Métodos gráficos de cálculo para operación continua	25	10
3	Métodos de diseño	30	12
Total de horas:		80	32
Suma total de horas:		112	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
<b>1</b>	<p><b>Fundamentos para el cálculo de las propiedades en el EVL</b></p> <p>1.1 Procesos de separación.</p> <p>1.2 Regla de las fases de Gibbs.</p> <p>1.3 Diagramas de equilibrio de fases L-V para mezclas.</p> <p>1.4 Parámetros para cuantificar la distribución de los componentes entre las fases en equilibrio.</p> <p>1.5 Procesos de separación con una etapa en equilibrio.</p> <p>1.6 Etapa de equilibrio. Definición.</p> <p>1.7 Método gráfico para la destilación continua con una sola etapa en equilibrio: mezclas binarias.</p> <p>1.8 Métodos analíticos para la destilación con una sola etapa de equilibrio: mezclas multicomponente.</p> <p>1.9 Destilación intermitente con una sola etapa o destilación Rayleigh.</p>
<b>2</b>	<p><b>Métodos gráficos de cálculo para operación continua</b></p> <p>2.1 Tipos de flujo dentro de los equipos de separación.</p> <p>2.2 Métodos gráficos de cálculo para el diseño de los equipos de separación continua con más de una etapa para mezclas binarias.</p> <p>2.3 Métodos gráficos de cálculo para operación intermitente.</p> <p>2.4 Destilación intermitente con más de una etapa en equilibrio.</p>
<b>3</b>	<p><b>Métodos de diseño</b></p> <p>3.1 Métodos de diseño aproximados.</p> <p>3.2 Métodos de diseño rigurosos o de aproximaciones sucesivas.</p> <p>3.3 Especificaciones de variables de diseño.</p> <p>3.4 La regla de descripción.</p> <p>3.5 Algoritmo de enumeración.</p> <p>3.6 Procesos de separación en lecho fijo.</p> <p>3.7 HETP y HTU.</p> <p>3.8 Adsorción.</p> <p>3.9 Intercambio iónico.</p>

**Metodología didáctica:**

El proceso de enseñanza y aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, solución de problemas y otras dinámicas grupales.

**Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, práctica supervisada, interrogatorio, exámenes escritos, exámenes prácticos.

**Perfil profesiográfico:**

Los requisitos que deben reunir los docentes para impartir esta asignatura son los siguientes: Tener Licenciatura en Ingeniería Química o carrera afín para impartir la asignatura, preferentemente con estudios de posgrado. Tener experiencia docente.



**Bibliografía básica:**

- Geankoplis, C.J. (1993) Transport processes and unit operations. 3ª ed. USA: Prentice Hall.
- McCabe, W.L., Smith, J.C. y Harriott, P. (1993). Unit Operations of Chemical Engineering. 5ª ed. New York: Mc Graw-Hill.
- Seader, J.D., Henley, E.J. y Roper, D K. (2011). Separation process principles chemical and biochemical operation. 3ª ed. John Wiley & Sons: USA.
- Wankat, P.C. (2008). Ingeniería de procesos de separación. 2ª ed. México: Pearson.

**Bibliografía complementaria:**

- Felder, R.M. y Rousseau, R.W. (2008). Principios elementales de los procesos químicos. 3ª ed. México: Limusa.
- Luyben, W.L. (2006). Distillation design and control using aspen simulation. AIChE. USA: Wiley & Sons.
- Silla, H. (2003). Chemical process engineering design and economics. USA: Marcel Dekker.
- Walas, S.M. (1990). Chemical process equipment selection and design. USA: Butterworth-Heinemann.



	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA</b> <b>PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA</b> <b>QUÍMICA</b> <b>Programa de Asignatura</b>	
<b>TRANSFERENCIA DE MASA</b>		

Clave:	Semestre: 7 <sup>o</sup>	Ciclo: Profesional/Módulo: Procesos de Separación	No. de créditos: 12
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas por semana
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 5	Práctica: 2	7
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria (X) Indicativa ( )

Asignatura antecedente: Tener acreditadas todas las asignaturas del 4° y 5° semestres.

Asignatura subsecuente: Administración de Proyectos, Ingeniería Económica, Ingeniería de Proyectos, Laboratorio y Taller de Proyectos de 9° semestre.

**Objetivo general:**

El alumno será capaz de desarrollar las ecuaciones de transferencia de masa a régimen laminar y turbulento para el cálculo de coeficientes en sistemas con y sin reacción química y en sistemas con transferencia simultánea de masa y calor.

**Objetivos específicos:**

- Explicar el fenómeno físico de la difusión molecular mediante la aplicación de las ecuaciones de transporte a la solución de problemas gobernados por la difusión a fin de estimar propiedades de transporte como lo son los coeficientes de difusión.
- Resolver las ecuaciones diferenciales con sus respectivas condiciones a la frontera mediante la aplicación de las ecuaciones de transferencia de masa a la solución de problemas gobernados por la difusión a régimen laminar, en condiciones estacionarias y no estacionarias o transitorias a fin de predecir los perfiles de concentración tales que permitan describir la relación que existe entre la convección y la difusión en un problema en particular.

## Índice temático

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Difusión molecular	5	7
2	Ecuaciones de transferencia para difusión molecular	15	5
3	Difusión turbulenta	15	5
4	Transferencia de masa a través de interfases	15	5
5	Transferencia de masa con reacción química	15	5
6	Transferencia simultánea de calor y masa	15	5
Total de horas:		80	32
Suma total de horas:		112	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
<b>1</b>	<b>Difusión molecular</b> 1.1 Difusión de gases. 1.2 Difusión de líquidos. 1.3 Difusión de iones en soluciones acuosas. 1.4 Difusión en materiales porosos. 1.5 Difusión en polímeros.
<b>2</b>	<b>Ecuaciones de transferencia para difusión molecular</b> 2.1 Difusión a régimen permanente en gases estacionarios y en líquidos. 2.2 Difusión a régimen transitorio. 2.3 Difusión en flujo laminar.
<b>3</b>	<b>Difusión turbulenta</b> 3.1 Turbulencia. 3.2 Coeficiente de dispersión. 3.3 Interacción entre difusión molecular y dispersión. 3.4 Dispersión y mezclado en lechos empacados. 3.5 Dispersión axial en tuberías.
<b>4</b>	<b>Transferencia de masa a través de interfases</b> 4.1 Coeficientes individuales y globales. 4.2 Superficies planas y películas descendentes. 4.3 Esferas sólidas en fluidos. 4.4 Partículas sólidas suspendidas en recipientes agitados. 4.5 Gotas y burbujas. 4.6 Eficiencia de platos. 4.7 Lechos empacados.
<b>5</b>	<b>Transferencia de masa con reacción química</b> 5.1 Efecto en absorción en gases. 5.2 Difusión y reacción química cerca de la interfase. 5.3 Reacciones de primer orden, bimoleculares y generales.

<b>6</b>	<p>5.4 Efecto de la reversibilidad de la reacción.</p> <p><b>Transferencia simultánea de calor y masa</b></p> <p>6.1 Principios de transferencia simultánea en fluidos en movimiento.</p> <p>6.2 Sistemas aire-agua.</p> <p>6.3 Otros sistemas.</p> <p>6.4 Condensadores parciales.</p> <p>6.5 Formación de niebla en condensadores.</p>
----------	--

***Metodología didáctica:***

El proceso de enseñanza y aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, solución de problemas y otras dinámicas grupales.

***Evaluación del aprendizaje:***

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, práctica supervisada, interrogatorio, exámenes escritos, exámenes prácticos.

***Perfil profesiográfico:***

Tener título de licenciatura como Ingeniero Químico, de preferencia con estudios de posgrado en ingeniería de procesos. Tener experiencia docente.

***Bibliografía básica:***

- Cussler, E.L. (2009). Diffusion, mass transfer in fluid system. UK: Cambridge University Press.
- Geankoplis, C.J. (1972). Mass transport phenomena. New York: Holt Rinehart & Winston, Inc.
- Lobo, R. (1997). Principios de transferencia de masa. México: Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa.

***Bibliografía complementaria:***

- Froment, G.F y Bischoff, K.B. (1997). Chemical reactor analysis and design. New York: John Wiley & Sons.
- Danckwerts, P.V. (1970). Gas-liquid reactions, New York: McGraw-Hill.
- Levenspiel, O. (2004). Ingeniería de las reacciones químicas. 3ª ed. México: Limusa Wiley.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**  
**PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA**  
**QUÍMICA**  
**Programa de Asignatura**



**LABORATORIO Y TALLER DE PROYECTOS**

Clave:	Semestre: 7º	Ciclo: Profesional/Módulo: Procesos de Separación	No. de créditos: 12
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas al semestre
Tipo: Práctica	Teoría: 0	Práctica: 12	Horas por semana 12
Modalidad: Laboratorio	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria (X) Indicativa ( )

Asignatura antecedente: Tener acreditadas todas las asignaturas del 4º y 5º semestres.

Asignatura subsecuente: Administración de Proyectos, Ingeniería Económica, Ingeniería de Proyectos, Laboratorio y Taller de Proyectos de 9º semestre.

**Objetivos generales:**

- Identificar las principales variables que intervienen en los procesos de transferencia de masa y energía.
- Determinar los niveles de las principales variables que intervienen en los procesos de transferencia de masa y energía mediante un método previamente seleccionado.
- Analizar las principales variables que intervienen en el diseño termodinámico del equipo de separación.

Los objetivos anteriores deberán estar relacionados con cualquiera de las orientaciones que tradicionalmente han representado las fortalezas de esta licenciatura: Creación de nuevas empresas, Ingeniería ambiental o Ciencia de materiales.

**Objetivo específico:**

Determinar los niveles de las principales variables que intervienen en el diseño termodinámico del equipo de separación.

## Índice temático

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Procesos de transferencia de masa y energía	0	144
2	Determinación de propiedades termodinámicas de soluciones	0	48
Total de horas:		0	192
Suma total de horas:		192	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
1	<b>Procesos de transferencia de masa y energía</b> 1.1 Destilación. 1.1.1 Análisis del proceso de destilación de una mezcla binaria. 1.1.2 Modelo de Raleigh. 1.1.3 Sistemas binarios azeotrópicos. 1.2 Secado. 1.2.1 Velocidad de secado de un sólido. 1.2.2 Tiempo de secado de un sólido húmedo. 1.3 Torre de burbujeo. 1.3.1 Analizar la hidrodinámica de una torre de burbujeo. 1.4 Torre de enfriamiento. 1.4.1 Operación de una torre de enfriamiento bajo diferentes condiciones. 1.4.2 Efecto de las variables de operación en una torre de enfriamiento.
2	<b>Determinación de propiedades termodinámicas de soluciones</b> 2.1 Determinar los coeficientes de distribución de una sustancia sólida en dos disolventes inmiscibles. 2.2 Obtener la curva de solubilidad de dos líquidos poco miscibles entre sí y un tercero completamente miscible en los otros dos en un diagrama ternario. 2.3 Determinar los volúmenes molares parciales, en función de la concentración de los componentes de una solución binaria formada por un electrolito sencillo y agua. 2.4 Determinar el calor de combustión de materiales orgánicos. 2.5 Determinar el calor de solución de una sustancia sólida disuelta en agua.

### Metodología didáctica:

El proceso de enseñanza y aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, solución de problemas y otras dinámicas grupales.

Ya que una buena parte de la información requerida para desarrollar el estudio técnico se obtiene por investigación directa, frecuentemente resulta necesaria la realización de visitas industriales a diversas empresas de los diferentes giros que constituyen la industria química mexicana.

***Evaluación del aprendizaje:***

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, práctica supervisada, interrogatorio, exámenes escritos, exámenes prácticos.

***Perfil profesiográfico:***

Tener título de licenciatura como Ingeniero Químico o Ingeniero Químico Industrial y preferentemente con estudios de posgrado, demostrar formación para la docencia con cursos de actualización docente; experiencia laboral comprobada en el área de laboratorio y/o planta piloto, u obtenida en la impartición de la asignatura.

***Bibliografía básica:***

- Levine, I. (2002). Físicoquímica. Vol. I. España: McGraw-Hill.
- Maron, S.H. y Prutton, C. (2012). Fundamentos de físicoquímica. México: Limusa.
- Rydberg, J., Misikas, C. y Choppin, G. (1992). Principles and practices of solvent extraction. USA: Marcel Dekker.
- Seader, J.D., Henley, E.J. y Roper, DK. (2011). Separation process principles. Chemical and biochemical operation. 3ª ed. USA: John Wiley & Sons.

***Bibliografía complementaria:***

Normas OSHA, ISO, ASTM, NMX.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**  
**PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA**  
**QUÍMICA**  
**Programa de Asignatura**



**INGENIERÍA DE REACTORES**

Clave:	Semestre: 8º	Ciclo: Profesional/Módulo: Diseño de Procesos	No. de créditos: 12
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas al semestre
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 5	Práctica: 2	7
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria (X) Indicativa ( )

Asignatura antecedente: Tener acreditadas todas las asignaturas del 5º y 6º semestres.

Asignatura subsecuente: Ninguna.

**Objetivo general:**

El alumno será capaz de analizar las leyes fisicoquímicas de la cinética de las reacciones catalizadas y no catalizadas para diseñar los reactores homogéneos y heterogéneos para operaciones continuas e intermitentes.

**Objetivos específicos:**

- Explicar los modos de operación de un reactor que se emplean en la industria de la transformación química.
- Estimar parámetros cinéticos de modelos cinéticos de reacciones químicas típicas de la industria química.
- Seleccionar el reactor adecuado, con base en el nivel de producción, modo de operación y régimen térmico, requerido para una determinada conversión o rendimiento deseado.

**Índice temático**

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Introducción a la cinética química	28	10
2	Introducción a la Ingeniería de reactores	6	4
3	Reactores homogéneos isotérmicos	25	5
4	Reactores heterogéneos no isotérmicos	11	6
5	Reactores heterogéneos isotérmicos	10	7
Total de horas:		80	32
Suma total de horas:		112	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
1	<b>Introducción a la cinética química</b> 1.1 Cinética química, generalidades. 1.2 Mecanismos. 1.3 Catálisis, catálisis heterogénea.
2	<b>Introducción a la ingeniería de reactores</b> 2.1 Reactores continuos. 2.2 Reactores intermitentes.
3	<b>Reactores homogéneos isotérmicos</b> 3.1 Cinética de las reacciones homogéneas. 3.2 Diseño de reactores isotérmicos y adiabáticos.
4	<b>Reactores heterogéneos no isotérmicos</b> 4.1 Cinética de reacciones heterogéneas, catalizadas y no catalizadas. 4.2 Transferencia de masa y energía en catalizadores sólidos.
5	<b>Reactores heterogéneos isotérmicos</b> 5.1 Balance de materia, energía y momentum para un reactor tubular empacado como pseudohomogéneo en estado estacionario. 5.2 Balance de materia en un fermentador aerobio.

### **Metodología didáctica:**

El proceso de enseñanza y aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, solución de problemas y otras dinámicas grupales.

### **Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, práctica supervisada, interrogatorio, exámenes escritos, exámenes prácticos.

### **Perfil profesiográfico:**

Tener título de Ingeniero químico o licenciatura afín para impartir la asignatura, preferentemente con estudios de posgrado. Experiencia en la operación y manejo de reactores químicos. Dos años de experiencia docente y/o tener cursos de didáctica y/o evaluación del proceso de enseñanza y aprendizaje o similares.





***Bibliografía básica:***

- Fogler, H.S. (2001) Elementos de ingeniería de las reacciones químicas 3ª ed. México: Prentice Hall.
- Hill, C.G. (1977). An introduction to chemical engineering kinetics and reactor design. USA: Wiley.
- Levenspiel, O. (2004). Ingeniería de las reacciones químicas. 3ª ed. México: Limusa Wiley.

***Bibliografía complementaria:***

- González Velasco, J.R. *et al.* (1999). Cinética química aplicada. Madrid: Síntesis.
- Smith, J.M. (1978). Chemical engineering kinetics. New York: McGraw-Hill.

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA</b> <b>PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA QUÍMICA</b> <b>Programa de Asignatura</b>	
<b>INGENIERÍA DE PROCESOS</b>		

Clave:	Semestre: 8º	Ciclo: Profesional/Módulo: Diseño de Procesos	No. de créditos: 12
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas por semana
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 5	Práctica: 2	7
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria (X) Indicativa ( )

Asignatura antecedente: Tener acreditadas todas las asignaturas del 5º y 6º semestres.

Asignatura subsecuente: Ninguna.

**Objetivos generales:**

- El alumno será capaz de establecer los valores óptimos de los parámetros de diseño de equipo y de las condiciones de operación de una industria de proceso.
- El alumno será capaz de analizar el estudio de los procesos a nivel de planta piloto y el escalamiento de equipo, sus técnicas de simulación y optimización para desarrollar el diseño de procesos.

**Objetivos específicos:**

- Enunciar la importancia de la ingeniería de procesos como un elemento total en la Ingeniería Química.
- Establecer el diagrama de flujo de procesos empleando metodologías propias del análisis y síntesis de procesos.
- Utilizar simuladores para analizar alternativas de proceso.
- Resolver problemas de optimización empleando herramientas de investigación de operaciones en el diseño de procesos.

## Índice temático

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Introducción	12	5
2	Simulación de procesos	22	8
3	Optimización de procesos	23	12
4	Síntesis de procesos	23	7
Total de horas:		80	32
Suma total de horas:		112	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
<b>1</b>	<b>Introducción</b> 1.1 Selección de procedimientos. 1.2 Análisis de resultados. 1.3 Escalamiento de equipo.
<b>2</b>	<b>Simulación de procesos</b> 2.1 Descripción y desarrollo de modelos matemáticos. 2.2 Análisis de grados de libertad. 2.3 Análisis de flujo de información. 2.4 Determinación de ciclos de recirculación. 2.5 Selección de variables de diseño. 2.6 Selección de estrategias para cálculo secuencial de ciclos. 2.7 Cálculo simultáneo de sistemas con recirculación. 2.8 Métodos de convergencia.
<b>3</b>	<b>Optimización de procesos</b> 3.1 Determinación de la función objetivo. 3.2 Manejo de restricciones. 3.3 Métodos de búsqueda univariable. 3.4 Métodos de búsqueda multivariable.
<b>4</b>	<b>Síntesis de procesos</b> 4.1 Análisis de módulos básicos. 4.2 Análisis morfológico. 4.3 Métodos heurísticos. 4.4 Diseño evaluativo. 4.5 Métodos algorítmicos.

### Metodología didáctica:

El proceso de enseñanza y aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, solución de problemas y otras dinámicas grupales.

**Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, práctica supervisada, interrogatorio, exámenes escritos, exámenes prácticos.

**Perfil profesiográfico:**

Tener título de licenciatura como Ingeniero Químico, así como dos años de experiencia docente y/o cursos equivalentes, deseable experiencia en la industria de procesos químicos.

**Bibliografía básica:**

- Dimian, A. (2003). Integrated design and simulation of chemical processes. Oxford: Elsevier.
- Edgar, T.F. (2001). Optimization of chemical process. USA: McGraw-Hill.
- Jiménez, G.A. (2003). Ingeniería de procesos. México: Reverté.
- Seider, D.S., Seader, J.D., Lewin, D.R. y Widagdo, S. (2009) Product and process design principles. Synthesis Analysis and Evaluation. USA: John Wiley & Sons.

**Bibliografía complementaria:**

- Hanyak, M.E. (2012). Chemical process simulation chemical process simulation and the aspen HYSYS software. USA: CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Nishida, N., Stephanopoulos, G. y Westerberg, A.W. (1981). A review of process synthesis. *AIChE Journal*, 27(3), pp. 321-351.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA  
PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA  
QUÍMICA  
Programa de Asignatura



DINÁMICA Y CONTROL DE PROCESOS

Clave:	Semestre: 8º	Ciclo: Profesional/Módulo: Diseño de Procesos	No. de créditos: 12
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas al semestre
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 5	Práctica: 2	7
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
Obligatoria (X) Indicativa ( )

Asignatura antecedente: Tener acreditadas todas las asignaturas del 5º y 6º semestres.

Asignatura subsecuente: Ninguna.

**Objetivo general:**

El alumno será capaz de aplicar las técnicas de modelación utilizadas en la Ingeniería Química con base en los modelos para la simulación y el control de las principales operaciones de la industria química.

**Objetivos específicos:**

- Aplicar la transformada de Laplace como herramienta para simplificar la resolución de ecuaciones diferenciales.
- Aplicar las técnicas de modelación matemática y utilizar los modelos matemáticos para la simulación del proceso.
- Enunciar la importancia de la Dinámica de Procesos de las variables involucradas y su comportamiento sobre un determinado periodo de tiempo.

### Índice temático

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Aspectos fundamentales del control y dinámica de procesos	7	3
2	Modelado matemático		
3	Nuevas tecnologías	7	3
4	Dinámica de los procesos químicos	7	3
5	Funciones de transferencia	9	3
6	Comportamiento dinámico de procesos químicos	28	12
7	Procesos controlados	22	8
Total de horas:		80	32
Suma total de horas:		112	

### Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
<b>1</b>	<b>Aspectos fundamentales del control y dinámica de procesos</b> 1.1 Importancia del análisis dinámico de procesos. 1.2 Importancia del control de procesos. 1.3 Clasificación de variables y terminología empleada.
<b>2</b>	<b>Modelado matemático</b> 2.1 Consideraciones de modelado para propósitos de control. 2.2 Metodología para el modelado de procesos químicos.
<b>3</b>	<b>Nuevas tecnologías</b> 3.1 Micro controladores, características principales. 3.2 Computación neuronal. 3.2 Función de transferencia.
<b>4</b>	<b>Dinámica de los procesos químicos</b> 4.1 Transformada de Laplace. 4.2 Sistemas de primer orden en el dominio del tiempo. 4.3 Sistemas no lineales. 4.4 Métodos para linearización.
<b>5</b>	<b>Funciones de transferencia</b> 5.1 Modelos de entrada y salida. 5.2 Sistemas multicapacidad. 5.3 Polos y ceros de una función de transferencia.
<b>6</b>	<b>Comportamiento dinámico de procesos químicos</b> 6.1 Capacitivo puro. 6.2 Retraso lineal. 6.3 Sistemas de segundo orden.
<b>7</b>	<b>Procesos controlados</b> 7.1 Control de retroalimentación. 7.2 Modos de control.

**Metodología didáctica:**

El proceso de enseñanza y aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, solución de problemas y otras dinámicas grupales.

**Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, práctica supervisada, interrogatorio, exámenes escritos, exámenes prácticos.

**Perfil profesiográfico:**

Licenciatura en: Ingeniería Química u otra afín para impartir la asignatura, preferentemente con estudios de posgrado. Tener experiencia docente.

**Bibliografía básica:**

- Edgar, T. y Himmelblau, D.M. (1988). Optimization of Chemical Processes. New York: McGraw-Hill.
- Prett, D. y García, C. (1988) Fundamental process control. (Butterworths series in chemical engineering).USA: Butterwoths.
- Solar, I. y Pérez, R. (1998). Control automático de procesos químicos. 2ª ed. Chile: Ediciones PUC.

**Bibliografía complementaria:**

- Bequette, B.W. (1998). Process dynamics: modelling, analysis and simulation. New York: Prentice-Hall, Upper Saddle River.
- Liptak, B.G. (1995). Instruments engineer handbook. 3ª ed. USA: CRC Press Chilton.
- Ollero de Castro, P. y Fernández Camacho, E. (1997). Control e instrumentación de procesos químicos. Madrid: Síntesis.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**  
**PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA**  
**QUÍMICA**  
**Programa de Asignatura**



**LABORATORIO Y TALLER DE PROYECTOS**

Clave:	Semestre: 8º	Ciclo: Profesional/Módulo: Diseño de Procesos	No. de créditos: 12
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas al semestre
Tipo: Práctica	Teoría: 0	Práctica: 12	Horas por semana 12
Modalidad: Laboratorio	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria (X) Indicativa ( )

Asignatura antecedente: Tener acreditadas todas las asignaturas del 5º y 6º semestres.

Asignatura subsecuente: Ninguna.

**Objetivos generales:**

- Seleccionar y diseñar reactores homogéneos y heterogéneos.
- Simular y optimizar procesos mediante el uso de modelos matemáticos.

Los objetivos anteriores deberán estar relacionados con cualquiera de las orientaciones que tradicionalmente han representado las fortalezas de esta licenciatura: Creación de nuevas empresas, Ingeniería ambiental o Ciencia de materiales.

**Objetivo específico:**

Seleccionar y diseñar los sistemas de control de procesos.

**Índice temático**

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
	Sistemas de reacción	0	64
	Simulación y optimización de procesos	0	64
	Sistemas de control de procesos	0	64
	Total de horas:	0	192
	Suma total de horas:	192	



## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
1	<b>Sistemas de reacción</b> 1.1 Análisis de los principales modelos fenomenológicos de un sistema de reacción. 1.2 Determinación experimental de las principales variables que intervienen en un sistema de reacción. 1.3 Determinación de modelos matemáticos para un sistema de reacción con base a valores de observaciones experimentales. 1.4 Análisis de criterios de selección y diseño de un sistema de reacción. 1.5 Selección y diseño de un sistema de reacción.
2	<b>Simulación y optimización de procesos</b> 2.1 Modelos matemáticos de comportamiento para una etapa de proceso. 2.2 Análisis del comportamiento de una etapa de proceso mediante simulación. 2.3 Análisis del comportamiento de un proceso mediante simulación. 2.4 Análisis de los criterios de optimización de un proceso. 2.5 Optimización de un proceso con base a simulación. 2.6 Aplicación de los criterios de síntesis de procesos en el diseño de un proceso.
3	<b>Sistemas de control de procesos</b> 3.1 Determinación experimental de las principales variables que intervienen en la dinámica de una etapa de proceso. 3.2 Análisis de la dinámica de una etapa de un proceso o de un proceso con base en la simulación de modelos matemáticos. 3.3 Análisis de la dinámica de una etapa de un proceso o de un proceso bajo un sistema de control. 3.4 Comparación del comportamiento dinámico de una etapa de un proceso o de un proceso bajo diferentes sistemas de control. 3.5 Análisis de los criterios de selección y diseño de un sistema de control de un proceso. 3.6 Selección y diseño de un sistema de control de un proceso.

### **Metodología didáctica:**

El proceso de enseñanza y aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, solución de problemas y otras dinámicas grupales.

Ya que una buena parte de la información requerida para desarrollar el estudio técnico se obtiene por investigación directa, frecuentemente resulta necesaria la realización de visitas industriales a diversas empresas de los diferentes giros que constituyen la industria química mexicana.

**Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, práctica supervisada, interrogatorio, exámenes escritos, exámenes prácticos.

**Perfil profesiográfico:**

Licenciatura en Ingeniería Química o afín para impartir la asignatura, preferentemente con estudios de posgrado. Tener experiencia docente.

**Bibliografía básica:**

- Biegler, L.T., Grossmann, I.E. y Westerberg, A.W. (1997). Systematic methods of chemical process design. USA: Prentice Hall.
- Murphy, R.M. (2007). Introduction to chemical processes: principles, analysis, synthesis. New York: McGraw-Hill.
- Seider, W.D., Seader, J.D. y Lewin, D.R. (1999). Process design principles: synthesis, analysis, and evaluation. New York: John Wiley & Sons.

**Bibliografía complementaria:**

- Froment, G.F y Bischoff, K.B. (1997). Chemical reactor analysis and design. New York: John Wiley & Sons.
- Levenspiel, O. (2004). Ingeniería de las reacciones químicas. 3ª ed. México: Limusa Wiley.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**  
**PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA**  
**QUÍMICA**  
**Programa de Asignatura**



**INGENIERÍA ECONÓMICA**

Clave:	Semestre: 9º	Ciclo: Profesional/Módulo: Desarrollo de Proyectos	No. de créditos: 12
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas al semestre
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 5	Práctica: 2	7
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria (X) Indicativa ( )

Asignatura antecedente: Tener acreditadas todas las asignaturas del 6º y 7º semestres.

**Objetivo general:**

El alumno será capaz de evaluar un proyecto desde el punto de vista económico y seleccionar la mejor alternativa, con base en los conceptos básicos de Economía y Mercadotecnia.

**Objetivos específicos:**

- Explicar la importancia de la teoría del valor en la economía política
- Deducir la relación entre variables macroeconómicas para determinar las relaciones causa-efecto que existen entre ellas, mediante el estudio de los diferentes parámetros económicos.
- Enunciar los distintos códigos y tratados internacionales sobre intercambio de bienes y servicios.

**Índice temático**

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Introducción	6	2
2	Macroeconomía	18	4
3	Cuentas nacionales	5	3
4	Sistema monetario internacional	5	3
5	Microeconomía	17	5
6	Contabilidad y costos	10	5
7	Mercadotecnia	6	2
8	Evaluación de proyectos	13	8
Total de horas:		80	32
Suma total de horas:		112	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
1	<b>Introducción</b> 1.1 Panorama de la Industria Química en México.
2	<b>Macroeconomía</b> 2.1 Concepto de macroeconomía.
3	<b>Cuentas nacionales</b>
4	<b>Sistema monetario internacional</b>
5	<b>Microeconomía</b> 5.1 La empresa como sistema económico. 5.2 Empresas privadas y gubernamentales.
6	<b>Contabilidad y costos</b> 6.1 Análisis e interpretación de estados financieros. 6.2 Análisis y estimación de costos. 6.3 Costos de inversión y producción.
7	<b>Mercadotecnia</b> 7.1 Análisis de mercados.
8	<b>Evaluación de proyectos</b> 8.1 Análisis de alternativas. 8.2 Criterios de plausibilidad de proyectos. 8.3 Contratos de transferencia de tecnología. 8.4 Punto de equilibrio y determinación de la capacidad de la planta. 8.5 Análisis de flujo de efectivo. 8.6 Estimación de capital de trabajo.

### **Metodología didáctica:**

El proceso de enseñanza y de aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, solución de problemas y otras dinámicas grupales.

### **Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, práctica supervisada, interrogatorio, exámenes escritos, exámenes prácticos.

**Perfil profesiográfico:**



Licenciatura en Ingeniería química o carrera afín para impartir la asignatura (conocimientos en economía), preferentemente con estudios de posgrado, 2 años de experiencia docente y/o haber acreditado cursos de didáctica y/o evaluación de proceso enseñanza-aprendizaje o similares.

**Bibliografía básica:**

- Baca Urbina, G. (2000). Evaluación de proyectos: análisis y administración del riesgo. México: McGraw-Hill.
- Blank, L. y Tarquin, A. (1992). Ingeniería económica. 3ª ed. México: McGraw-Hill. Págs. 119-126 y 378-385.

**Bibliografía complementaria:**

- Newman, D.G. (1988). Análisis de ingeniería económica. México: McGraw-Hill.
- Samuelson, P. (1985). Economía. México: McGraw-Hill.

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA</b> <b>PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA</b> <b>QUÍMICA</b> <b>Programa de Asignatura</b>	
<b>INGENIERÍA DE PROYECTOS</b>		

Clave:	Semestre: 9º	Ciclo: Profesional/Módulo: Desarrollo de Proyectos	No. de créditos: 12
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas por semana
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 5	Práctica: 2	7
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria (X) Indicativa ( )

Asignatura antecedente: Tener acreditadas todas las asignaturas del 6º y 7º semestres.

**Objetivo general:**

El alumno será capaz de aplicar los conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes necesarias para el desarrollo de un proyecto, tanto en los aspectos directamente relacionados con el proceso, como en los aspectos complementarios de ingeniería eléctrica, mecánica y civil.

**Objetivos específicos:**

- Explicar lo que es la ingeniería de proyectos, proyecto de ingeniería, sus tipos, sus fases y sus alcances.
- Establecer las formas y actividades necesarias para planear, organizar, dirigir y controlar un proyecto.
- Elaborar los documentos básicos principales de un proyecto como son diagrama de flujo de proceso (DFP), diagrama de tuberías e instrumentación de proceso y servicios auxiliares (DTI), índice de servicios, lista de líneas, plano de localización general de equipo (PLG), hojas de datos de equipo y manual de operación.

**Índice temático**

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Introducción	18	12
2	Actividades del departamento de proceso	53	17
3	Actividades de coordinación interdepartamental	9	3
Total de horas:		80	32
Suma total de horas:		112	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
<b>1</b>	<b>Introducción</b> 1.1 Objetivos. 1.2 Definiciones. 1.3 Fases de un proyecto. 1.4 Organización.
<b>2</b>	<b>Actividades del departamento de proceso</b> 2.1 Definiciones. 2.2 Bases de diseño. 2.3 Criterios de diseño. 2.4 Balances de materia y energía. 2.5 Selección de alternativas de proceso. 2.6 Diagramas de flujo de proceso. 2.7 Descripción del proceso. 2.8 Requerimientos de servicios auxiliares. 2.9 Filosofías básicas de operación. 2.10 Selección, diseño y especificación de equipo de proceso. 2.11 Diagramas de simbología. 2.12 Hojas de datos de equipo de proceso y de servicios auxiliares. 2.13 Diagramas de tubería e instrumentación (DTI's). 2.14 Plano de localización general de equipo (Plot Plan, Lay Out). 2.15 Índice de servicios. 2.16 Lista de líneas. 2.17 Compra de equipo. 2.18 Manual de operación.
<b>3</b>	<b>Actividades de coordinación interdepartamental</b> 3.1 Tuberías. 3.2 Instrumentación. 3.3 Mecánico. 3.4 Eléctrico. 3.5 Civil y Arquitectura. 3.6 Especificaciones de tuberías y accesorios. 3.7 Planos de cimentaciones. 3.8 Revisión de órdenes de compra. 3.9 Evaluación técnico-económica de ofertas de proveedores.

### **Metodología didáctica:**

El proceso de enseñanza y de aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, solución de problemas y otras dinámicas grupales.

**Evaluación del aprendizaje:**

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, práctica supervisada, interrogatorio, exámenes escritos, exámenes prácticos.

**Perfil profesiográfico:**

Licenciatura en: Ingeniería Química y afines al área de las ingenierías, con experiencia en áreas de proceso, instrumentación, seguridad y administración de proyectos. Preferentemente con estudios de posgrado. Tener experiencia docente.



**Bibliografía básica:**

- Bootsma, H. (1978). La ingeniería en el diseño y construcción de plantas químicas. *Rev. Ingeniería Química*, enero, pp. 33-40.
- Ludwig, E. (1993). Applied process design for chemical and petrochemical plants. Vols. I, II y III. 2ª ed. USA: Gulf.
- Rase, H.F. y Barrow, M.H. (1973). Ingeniería de proyectos para plantas de proceso. 4ª ed. México: CECSA.

**Bibliografía complementaria:**

- Corzo, M.A. (1972). Introducción a la ingeniería de proyectos. Limusa.
- Peters, M.S. y Timmerhaus, K. (1991). Plant design and economics for chemical engineering. New York: McGraw-Hill.
- Vilbrandt, F.C. y Dryden, C.E. (1959). Chemical engineering plant design. New York: McGraw-Hill.



	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA</b> <b>PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA</b> <b>QUÍMICA</b> <b>Programa de Asignatura</b>	
<b>ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS</b>		

Clave:	Semestre: 9º	Ciclo: Profesional/Módulo: Desarrollo de Proyectos	No. de créditos: 12
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas por semana
Tipo: Teórico-Práctica	Teoría: 5	Práctica: 2	7  112
Modalidad: Taller	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria (X) Indicativa ( )

Asignatura antecedente: Tener acreditadas todas las asignaturas del 6º y 7º semestres.

**Objetivo general:**

Al finalizar el curso el alumno será capaz de aplicar las técnicas de administración, en aspectos tales como la organización de grupos de trabajo, la dirección de personal, la toma de decisiones, la programación y el control de planes de trabajo, con base en los conocimientos, habilidades y actitudes adquiridos.

**Objetivos específicos:**

- Analizar la evolución de la administración y conceptos básicos de la misma para fundamentar el curso usando un lenguaje común.
- Utilizar las herramientas básicas para el control de la calidad de un proceso administrativo en una firma de ingeniería.
- Argumentar las diferentes tipos de cartas de control cuando se manejan variables medibles e interpretar estos diagramas para garantizar el éxito de un proyecto.

## Índice temático

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Introducción	10	4
2	Factores que afectan la ejecución de un proyecto	13	4
3	Organización del grupo de trabajo y dirección de personal	14	4
4	Toma de decisiones dentro del grupo	10	4
5	Iniciación del proyecto y formulación del plan de trabajo	12	5
6	Implementación y control del plan de trabajo	13	5
7	Relaciones humanas	8	6
Total de horas:		80	32
Suma total de horas:		112	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
<b>1</b>	<b>Introducción</b> 1.1 La evolución de la administración de proyectos. 1.2 Características de la administración de proyectos.
<b>2</b>	<b>Factores que afectan la ejecución de un proyecto</b> 2.1 Políticas y características de la empresa. 2.2 Características de la tecnología del proceso. 2.3 Características de las diversas alternativas de contrato. 2.4 Distribución de trabajo entre la empresa y la firma contratista.
<b>3</b>	<b>Organización del grupo de trabajo y dirección de personal</b> 3.1 Organización del grupo en la empresa. 3.2 Organización del grupo en la firma contratista. 3.3 Distribución de trabajo. 3.4 Descripción de funciones y responsabilidades del puesto. 3.5 Normas de desempeño. 3.6 Unidad de mando. 3.7 Relaciones de autoridad y responsabilidad. 3.8 Funciones del gerente de proyecto. 3.9 Selección y reclutamiento. 3.10 Orientación y entrenamiento de nuevos empleados.
<b>4</b>	<b>Toma de decisiones dentro del grupo</b> 4.1 Determinación de objetivos a largo y a corto plazo. 4.2 Análisis de las alternativas. 4.3 Árboles de decisión. 4.4 Selección de la mejor alternativa.
<b>5</b>	<b>Iniciación del proyecto y formulación del plan de trabajo</b> 5.1 Análisis de trabajo a desarrollar. 5.2 Análisis de recursos disponibles.

	<p>5.3 Programación.</p> <p>5.4 Gráficas Gantt.</p> <p>5.5 Asignación de recursos.</p> <p>5.6 Pert y camino crítico.</p> <p>5.7 Pronósticos y presupuestos.</p>
<b>6</b>	<p><b>Implementación y control del plan de trabajo</b></p> <p>6.1 Canales de comunicación.</p> <p>6.2 Identificación de fuentes de suministro de datos.</p> <p>6.3 Selección de sistemas de información.</p> <p>6.4 Ciclo de vida del proyecto como estructura de control.</p> <p>6.5 Acciones preventivas y puntos críticos de revisión.</p> <p>6.6 Acciones correctivas y solución de conflictos por prioridades.</p> <p>6.7 Interpelación con actividades externas.</p> <p>6.8 Análisis y actualización del calendario de actividades.</p> <p>6.9 Técnicas de control de costos.</p>
<b>7</b>	<p><b>Relaciones humanas</b></p> <p>7.1 Las necesidades humanas y la frustración.</p> <p>7.2 Fundamentos de la motivación humana.</p> <p>7.3 Papel de gerente de proyectos en la motivación de grupos.</p> <p>7.4 Técnicas de la motivación.</p> <p>7.5 La disciplina dentro de un grupo de trabajo.</p> <p>7.6 Causas de conflictos y consecuencias sobre las áreas funcionales.</p> <p>7.7 Enfoques para la solución de conflictos.</p> <p>7.8 Tipos de liderazgo.</p>

***Metodología didáctica:***

El proceso de enseñanza y aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, solución de problemas y otras dinámicas grupales.

***Evaluación del aprendizaje:***

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.



Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, práctica supervisada, interrogatorio, exámenes escritos, exámenes prácticos.

***Bibliografía básica:***

- Gido, J. y Clements, J.P. (2007). Administración exitosa de proyectos. México: Thomsom.
- Ackoff, R.L. (1992). Un concepto de planeación de empresas. México: Limusa.

***Bibliografía complementaria:***

- Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). (2008). 4ª ed. USA: Project Management Institute, Inc.
- González de la Cueva, M.E. (2008), Administración de proyectos: optimización de recursos. México: Trillas.

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA</b> <b>PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA</b> <b>QUÍMICA</b> <b>Programa de Asignatura</b>	
<b>LABORATORIO Y TALLER DE PROYECTOS</b>		

Clave:	Semestre: 9º	Ciclo: Profesional/Módulo: Desarrollo de Proyectos	No. de créditos: 12
Carácter: Obligatorio	Horas		Horas por semana
Tipo: Práctica	Teoría: 0	Práctica: 12	12
Modalidad: Laboratorio	Duración del programa: Semestral		

**Seriación:** No ( ) Si (X)  
 Obligatoria (X) Indicativa ( )

Asignatura antecedente: Tener acreditadas todas las asignaturas del 6º y 7º semestres.

**Objetivos generales:**

- Aplicar los conocimientos y habilidades adquiridas en los LTPs anteriores y en las demás asignaturas teóricas del módulo (Administración de Proyectos, Ingeniería de Proyectos e Ingeniería Económica) en la realización de los estudios financiero y económico de un proyecto.
- Construir los estados financieros proforma que permitan determinar los índices y/o parámetros (Valor presente neto, Tasa interna de retorno y Tiempo de recuperación del capital) generalmente empleados por un inversionista en la toma de decisiones sobre un proyecto cualquiera.
- Determinar los costos y beneficios sociales que un proyecto produce sobre la comunidad de influencia.
- Aplicar los conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes adquiridas en los cursos precedentes para la realización de los estudios financieros y económicos de un proyecto.

Los objetivos anteriores deberán estar relacionados con cualquiera de las orientaciones que tradicionalmente han representado las fortalezas de la licenciatura: Creación de nuevas empresas, Ingeniería ambiental o Ciencia de materiales.

**Objetivos específicos:**

- Construir los estados financieros proforma que permitan determinar los índices y/o parámetros (Valor presente neto, Tasa interna de retorno y Tiempo de recuperación del capital) generalmente empleados por un inversionista en la toma de decisiones sobre un proyecto cualquiera.
- Determinar los costos y beneficios sociales que un proyecto produce sobre la comunidad de influencia.

## Índice temático

UNIDAD	TEMA	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	Inversión total	0	14
2	Estructura financiera	0	14
3	Presupuesto de ingresos	0	14
4	Presupuesto de egresos	0	48
5	Estados financieros proforma	0	26
6	Índices y/o parámetros	0	26
7	Análisis de sensibilidad	0	26
8	Evaluación social y económica	0	24
Total de horas:		0	192
Suma total de horas:		192	

## Contenido temático

UNIDAD	TEMAS Y SUBTEMAS
<b>1</b>	<b>Inversión total</b> 1.1 Activos fijos. 1.2 Activos diferidos. 1.3 Capital de trabajo.
<b>2</b>	<b>Estructura financiera</b> 2.1 Capital social. 2.2 Financiamiento.
<b>3</b>	<b>Presupuesto de ingresos</b> 3.1 Ventas. 3.2 Descuentos y bonificaciones. 3.3 Ventas netas facturadas.
<b>4</b>	<b>Presupuesto de egresos</b> 4.1 Costos variables. 4.2 Costos fijos (depreciación y amortización).
<b>5</b>	<b>Estados financieros proforma</b> 5.1 Balance general. 5.2 Estado de pérdidas y ganancias. 5.3 Estado de flujo de efectivo.
<b>6</b>	<b>Índices y/o parámetros</b> 6.1 Valor presente neto. 6.2 Tasa interna de retorno. 6.3 Tiempo de recuperación del capital.
<b>7</b>	<b>Análisis de sensibilidad</b> 7.1 Riesgos inherentes de un proyecto. 7.2 Estrategia de prevención de riesgos.

<b>8</b>	<b>Evaluación social y económica</b> 8.1 Costos sociales asociados a un proyecto. 8.2 Beneficios sociales asociados a un proyecto.
----------	--

***Metodología didáctica:***

El proceso de enseñanza y aprendizaje está orientado al desarrollo de habilidades intelectuales y psicomotrices tales como: orientación tutorial, asesoría por parte de los docentes, demostraciones, investigación formativa, investigación bibliográfica y hemerográfica, solución de problemas y otras dinámicas grupales.

Ya que una buena parte de la información requerida para desarrollar el estudio técnico se obtiene por investigación directa, frecuentemente resulta necesaria la realización de visitas industriales a diversas empresas de los diferentes giros que constituyen la industria química mexicana.

***Evaluación del aprendizaje:***

La evaluación se sustenta en la apropiación progresiva de los contenidos temáticos a partir de la problematización, asimilación, reflexión e interiorización, generando no sólo nuevas estructuras mentales, sino nuevas actitudes críticas y creativas, base del aprendizaje significativo.

Se sugieren las siguientes técnicas: resolución de problemas, práctica supervisada, interrogatorio, exámenes escritos, exámenes prácticos.

***Perfil profesiográfico:***

Licenciatura en: Ingeniería Química, con experiencia docente demostrada en formulación y evaluación de proyectos y/o haber acreditado cursos de didáctica y/o evaluación del proceso enseñanza-aprendizaje o similares.

***Bibliografía básica:***

- Baca Urbina, G. (2000). Evaluación de proyectos: análisis y administración del riesgo. México: McGraw-Hill.

***Bibliografía complementaria:***

- Blank, L. y Tarquin, A. (1992). Ingeniería económica. 3ª ed. México: McGraw-Hill. Págs. 119-126 y 378-385.