



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA

**ANALISIS DE LOS PLANES DE ESTUDIO
DE LA CARRERA DE INGENIERIA
QUIMICA**

**T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A**

JUAN CARLOS LOMBERA MARTINEZ



MEXICO. D. F. FACULTAD DE QUIMICA 2002

EXAMENES PROFESIONALES



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

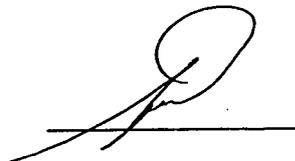
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Presidente: Prof. Eduardo Rojo y de Regil.
Vocal: Prof. Reynaldo Sandoval González.
Secretario: Prof. José Antonio Ortíz Ramírez.
1er. Suplente: Prof. León C. Coronado Mendoza.
2o. Suplente: Prof. Alejandro Iñiguez Hernández.

**Departamento de Ingeniería Química.
Facultad de Química, Edificio E.
Circuito Exterior, Ciudad Universitaria.**

Asesor: Dr. Reynaldo Sandoval González.

Sustentante: Juan Carlos Lombera Martínez.



Juan Carlos

**“ANÁLISIS DE LOS PLANES DE ESTUDIO DE LA
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA”**

DEDICATORIA.

A mi Madre y a mi Abuela, para quienes esta tesis representa más que la conclusión de una etapa. Y que el término "*Recepción y Título*" cobran un significado con alto contenido emocional que espero algún día entender.

APRECIACION.

Al Distinguido Ingeniero Químico Eduardo Rojo y de Regil. Quien representa la integración de todos aquellos atributos y cualidades que son ejemplo de admiración y respeto.

Por haber realizado una carrera profesional ejemplar en la iniciativa privada de este país; por haber orientado a importantes ejecutivos a llevar a las empresas mexicanas a niveles internacionales; por haberse preocupado por la formación de los futuros profesionistas; por compartir con los jóvenes su experiencia y amplio conocimiento; por mantener una unión permanente con la Universidad y que habiendo realizado esta distinguida trayectoria me ha permitido compartir con él ésta etapa en la formación de mi carrera.

Que con su sencillez me enseñó a tener una mejor perspectiva del camino hacia el éxito profesional y que con su entrega y dedicación representa una motivación para seguir siendo cada día mejor.

A quien aprecio por su tiempo y entrega en la elaboración de esta tesis que representa el inicio de una larga trayectoria en la cual siempre tendré como modelo al Distinguido Profesor Eduardo Rojo y de Regil.

ESPECIAL AGRADECIMIENTO.

Al Doctor Reynaldo Sandoval cuya intensa participación en esta tesis ha sido fundamental para ofrecer un trabajo con alto valor académico que contribuirá a obtener una mejor calidad en los planes de estudio de nuestras universidades e instituciones de educación profesional.

Quien se ha preocupado por la óptima preparación de los estudiantes y que a través de su constante entrega ha podido orientar generación tras generación de universitarios hacia una carrera con frutos exitosos derivados de una dedicada enseñanza académica.

Quien ha recorrido pasillos y aulas de las máximas instituciones académicas del país y del mundo en busca de elementos que le permitan crear métodos y programas para la mejora continua de la academia.

A quien agradezco su apoyo y dedicación para realizar esta tesis y a quien espero seguir acudiendo para obtener orientación en el transcurso de mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTO.

A todos aquellos que participaron en el proceso de formación de esta carrera: profesores, asesores, compañeros y amigos.

Especialmente a los que compartieron momentos emocionantes en el transcurso de estos años universitarios que siempre estuvieron pendientes del desarrollo de nuestras carreras.

A la UNAM por hacer de mi una persona consciente del pasado, presente y futuro de nuestra realidad como sociedad mexicana en términos académicos, sociales, políticos y económicos.

A profesores como Mayo que siempre tendrán una perspectiva interesante que compartir apoyada en una amplia experiencia.

A directivos y administrativos de la UNAM que buscan día con día ofrecer una mejor universidad para el progreso de nuestro país.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO UNO Importancia de la Ingeniería en la sociedad moderna.	3
CAPITULO DOS Estructura de los planes de estudio de la carrera de Ingeniería Química.	6
CAPITULO TRES Principales Instituciones que imparten la carrera de Ingeniería Química en México.	8
CAPITULO CUATRO Análisis comparativo de los planes de estudio de la carrera de Ingeniería Química en las principales instituciones de México.	16
CAPITULO CINCO Enfoque académico actual de la carrera de Ingeniería Química en México.	39
CAPITULO SEIS Análisis comparativo de los planes de estudio de la carrera de Ingeniería Química en las principales instituciones de Estados Unidos de América y Canadá.	45
CAPITULO SIETE Enfoque académico actual de la carrera de Ingeniería Química en Estados Unidos de América y Canadá.	72
CAPITULO OCHO Origen de la acreditación de los planes de estudio de la carrera de Ingeniería Química.	79
CAPITULO NUEVE Posicionamiento de los planes de estudio de la carrera de Ingeniería Química en el contexto internacional.	85
CAPITULO DIEZ Impacto de los planes de estudio de la carrera de Ingeniería Química en el desarrollo profesional.	91
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	93
BIBLIOGRAFIA	

INTRODUCCIÓN

Los planes de estudio de las carreras universitarias son parte fundamental de la preparación profesional del estudiante. Sin embargo, los planes de estudio no serían tan relevantes si no existieran profesores bien preparados con sólidos conocimientos de las materias y si no hubieran alumnos interesados en sacar adelante la carrera. Si se hace énfasis en los planes de estudio, se debe comentar que éstos deben cumplir con una estructura y un orden adecuado para poder desempeñar su función al máximo, es decir, las materias que los componen deben estar perfectamente relacionadas entre sí dando un flujo de conocimientos secuencial y ordenado, asimismo, ofrecer conocimientos auxiliares que ayuden a la formación integral del estudiante. Generalmente, los planes de estudio son modificados periódicamente de acuerdo a las exigencias que demanda la industria y la sociedad. En este trabajo, se llevará a cabo un análisis del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química en México y su comparación con otros países. Es importante mencionar que esta tesis está siendo desarrollada dentro de la Facultad de Química de la UNAM, como parte del Centro Nacional de Información de la Carrera de Ingeniería Química (IQ), dependiente de la Coordinación de la Carrera de Ingeniería Química de dicha Facultad.

En esta tesis se identificarán las fortalezas y áreas de oportunidad de los diferentes planes de estudio de la carrera de IQ impartidos en distintas universidades de nuestro país y algunos otros países, de esta manera se determinarán las áreas en las que se necesita brindar un mayor apoyo académico y se plantearán las posibles alternativas de acuerdo a las experiencias internacionales sobre la misma carrera.

Es importante reconocer el papel tan relevante que juegan los planes de estudio como guía en el momento de decisión sobre la carrera a estudiar por parte de los futuros universitarios. En muchas ocasiones, el plan de estudios determina la preferencia de la universidad e incluso la carrera misma. Por esto, las universidades deben dedicar recursos que lleven a cabo evaluaciones constantes de la efectividad del plan de estudios y así poder ofrecer una opción más competitiva y sobre todo de calidad para poder formar profesionistas que puedan cumplir con los estándares internacionales más exigentes.

Independientemente de la calidad de los planes de estudio se debe tener claro que éstos no serían exitosos si no se cuenta con profesores con experiencia y dedicados a su profesión así como alumnos con la capacidad y deseos de realizar una carrera profesional exitosa. El éxito de una carrera

universitaria se basa en el buen funcionamiento del proceso enseñanza – aprendizaje, el cual llevan a cabo en conjunto profesores y alumnos guiándose con el plan de estudios. Es así como llegamos a la fórmula del éxito de una carrera universitaria cuyos principales integrantes son, **el plan de estudios, el profesorado y el alumno**. Si se logra obtener una adecuada relación entre estos tres elementos, se puede aspirar a una carrera universitaria exitosa que abrirá las puertas para futuros intereses tanto en lo profesional como en lo académico.

La realización de esta tesis tiene origen en el proyecto del Centro Nacional de Información de la Carrera de Ingeniería Química. Este proyecto surge como una idea del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos (IMIQ) que expresó, entre muchos otros temas, la importancia de conocer la situación actual de los planes de estudio de esta carrera así como las posibles áreas de mejora para poder ofrecer a los jóvenes mexicanos una carrera con los más altos estándares internacionales. Adicionalmente, se están llevando a cabo tesis en paralelo sobre distintos temas que en su conjunto formarán el Centro de Información de la Carrera de Ingeniería Química en la Facultad de Química de la UNAM.

Esta tesis tiene los siguientes objetivos:

- a) Analizar el contenido de los planes de estudio de la carrera de IQ en la Facultad de Química y compararlo con el de otras universidades del país y del extranjero.
- b) Plantear las modificaciones apropiadas al plan de estudios de la carrera de IQ en la Facultad de Química, basándose en la experiencia y a la demanda de la industria nacional.
- c) Contribuir significativamente a la formación del Centro de Información de la carrera de Ingeniería Química con sede en la Facultad de Química de la UNAM.
- d) Brindar un punto de vista global del plan de estudios de la carrera de IQ para poder tener una comparación de los diferentes planes de estudio de esta carrera.
- e) Conocer los criterios de acreditación de los planes de estudio para tener así una mejor perspectiva de dichos planes.
- f) Ofrecer una herramienta útil para los futuros universitarios.
- g) Ofrecer a las universidades interesadas una guía para poder ajustar sus planes de estudio conforme a las tendencias nacionales y mundiales de la Ingeniería Química.

El contenido de esta tesis ayudará considerablemente a diseñar planes de estudio competitivos y a contribuir para la formación del Centro de Información de la carrera de Ingeniería Química en la Facultad de Química de la UNAM, brindando un modelo para la modificación de los planes de estudio.

CAPITULO UNO

IMPORTANCIA DE LA INGENIERIA EN LA SOCIEDAD MODERNA

La Ingeniería es una de las profesiones más practicadas en la actualidad. La Ingeniería, es la profesión que se ocupa de la creación de nuevos y mejores sistemas, procesos y productos, que cumplen con las necesidades del hombre, de las comunidades, de los gobiernos y de las corporaciones. Para lograr sus objetivos, los ingenieros se auxilian de los conocimientos adquiridos durante el estudio de esta carrera universitaria, donde también adquieren disciplina, habilidades y actitudes. La práctica de la ingeniería requiere mucha sensibilidad del potencial físico de los materiales, de la lógica de los análisis matemáticos, de los principios de operación de los procesos y sistemas, de las limitaciones de los recursos naturales, económicos y físicos. El Ingeniero puede especializarse en una cierta área, sin embargo, siempre dominará los conceptos básicos de la práctica de esta carrera para aplicarla en las necesidades del mundo real.

La Ingeniería según la define la Sociedad Americana de la Educación de la Ingeniería es “el arte de aplicar los principios científicos y matemáticos, junto con la experiencia, y el sentido común para realizar actividades que beneficien a la humanidad”. La ingeniería hace posible la construcción de puentes que unen ciudades, la creación de material sofisticado de medicina, la purificación de aguas, la producción de energía. En otras palabras, la ingeniería es el proceso de producción de un elemento técnico o un sistema para poder satisfacer una necesidad específica.

El mundo moderno exige cada vez más avances tecnológicos; y cabe mencionar que la ingeniería es una de las principales carreras que se mantienen a la vanguardia en este campo. En general, la ingeniería se dedica a crear día con día nuevas tecnologías. Dentro de las ingenierías mas comunes están: Química, Mecánica, Civil, Industrial, Eléctrica y Sistemas, sin embargo, también existen otras ingenierías de gran relevancia en nuestra sociedad tales como: aeronáutica, aeroespacial, robótica, agrícola, municipal, petrolera, geofísica y biotecnología.

Particularmente, en México, la ingeniería es esencial para el desarrollo del país. Como nación en desarrollo, México depende de la ingeniería para implementar mejores tecnologías en los procesos industriales. El avance de México en el futuro y aún su viabilidad como nación desarrollada, estará basado directamente en su capacidad para crear y aplicar tecnología, esto es, en la calidad de su

ingeniería. La ingeniería al igual que el desarrollo de un país, debe fijar objetivos a largo plazo en los que se tomen en cuenta los probables escenarios que estén por venir. La ingeniería en sí, no es solamente una actividad, sino más bien, es una herramienta para poder lograr objetivos y para poder enfrentar nuevos retos.

Actualmente, la globalización es una realidad y la velocidad de cambio de la tecnología es una consecuencia de este fenómeno. La ingeniería juega un papel muy importante en la globalización, ya que debe mantener el mismo ritmo de crecimiento para poder satisfacer sus demandas. Es en parte gracias a la ingeniería que hoy en día la sociedad puede contar con avances tecnológicos tales como la electrónica, la microelectrónica, los transistores, las supercomputadoras, las simulaciones virtuales, el internet, sólo por nombrar algunas de las muchas ya conocidas. De manera importante, los avances tecnológicos han mejorado las comunicaciones, la industria manufacturera, los automóviles, los procesos industriales y todo tipo de investigación.

Durante el siglo XX se desarrolló uno de los avances tecnológicos más fascinantes en el campo de la información, la información electrónica vía internet y discos compactos, que han sido de gran utilidad para los estudios y las investigaciones en todas las materias. El mejoramiento de los sistemas de comunicación, a partir de la tecnología digital, del lenguaje común del código binario, está dando lugar a la convergencia de la voz y de la imagen con la información. Asimismo, las telecomunicaciones cuentan con una infraestructura basada en fibra óptica, aumentada por la transmisión celular y por satélite. Mientras tanto, la industria se ha visto beneficiada en cuanto a la incorporación de procesos automatizados operados por computadoras.

La ingeniería de materiales ha sido de gran importancia en la actualidad, ya que se han elaborado materiales con propiedades más específicas y a menor costo, lo cual tiene un ahorro de energía y de materia prima. Por su parte, el mundo científico también ha tenido grandes avances en el campo biológico que ha logrado un mayor control del desarrollo de la vida, al grado de poder descifrar el genoma humano y la curación de muchas enfermedades que anteriormente eran imposibles de enfrentar.

Cabe destacar que los avances tecnológicos son derivados de la investigación, es por eso que el desarrollo de un país depende en gran medida de la práctica de la investigación. De manera importante, la principal herramienta de la investigación tecnológica es la ingeniería por lo cual, se puede afirmar que la profesión del ingeniero es de suma importancia en la sociedad moderna.

En países como México el perfil del Ingeniero debe estar contemplado para poder implementar los avances tecnológicos que surgen en lo países desarrollados, así como para poder compensar los rezagos industriales que sufre este país. Una manera muy efectiva de lograr esto es formando profesionistas con un perfil adecuado a las necesidades de la industria, para ello, es necesario fortalecer los vínculos entre las empresas y las universidades para obtener una retroalimentación constante y eficiente.

CAPITULO DOS

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LOS PLANES DE ESTUDIO DE LA CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA

La buena preparación de un Ingeniero Químico (IQ) depende en gran medida de un buen plan de estudios. El plan de estudios de la Carrera de Ingeniería Química es un conjunto de materias relacionadas entre sí que siguen una secuencia adecuada. En el plan de estudios, cada materia sirve de apoyo a los cursos posteriores, formando así una seriación académica que se representa de manera horizontal en la matriz del plan de estudios. Por otro lado, las materias forman parte de bloques con distintas orientaciones académicas que contribuyen a la formación del Ingeniero Químico, estos bloques académicos brindan conocimientos auxiliares que complementan la columna vertebral de la carrera de Ingeniería Química. En el caso específico de la Facultad de Química de la UNAM, el plan de estudios está integrado por 45 asignaturas obligatorias y 2 optativas a elegir que suman un total de 431 créditos que son cursados en un período normal de 9 semestres. La estructura del plan de estudios consta de una matriz donde horizontalmente se encuentran las materias seriadas de una misma disciplina académica dividida en módulos progresivos y de manera vertical se presentan los diferentes bloques con temas que forman parte de la preparación del Ingeniero Químico. La estructura general del plan de estudios de Ingeniería Química es como sigue:

N U C L E O	Ciencias Básicas
	Ciencias de Ingeniería Química
	Aplicaciones de la Ingeniería Química
	Ingenierías Auxiliares
	Asignaturas Económico - Administrativas
	Ciencias Sociales y Humanas
	Optativas

Es importante destacar que el plan de estudios debe estar perfectamente bien estructurado para que se pueda aprovechar al máximo, es decir, las materias auxiliares deben brindar conocimientos que estén directamente relacionados con las materias principales y así motivar un avance más ágil. Adicionalmente, las materias deben tener un nivel de dificultad adecuado conforme la carrera va avanzando para propiciar un flujo de conocimientos óptimo en el alumno.

La estructura del plan de estudios de Ingeniería Química ha sido discutida constantemente debido a que existen opiniones que defienden la incorporación de un mayor número de materias auxiliares de carácter humanístico que le darían a la carrera un enfoque con un mayor número de variables sociales, ya que se argumenta que en varias ocasiones el IQ, realiza labores profesionales sin considerar el entorno social resultando así reacciones adversas por parte de la sociedad. Por otro lado, también se ha expresado que el aspecto humano y social del IQ se debe adquirir en el proceso de vida diario y no necesariamente se debe incluir en el plan de estudios. En el transcurso de esta tesis se analizarán planes de estudio de distintas universidades con el objeto de conocer los resultados que estos han tenido en la formación del Ingeniero Químico y con base en esto se podrá hacer una recomendación sobre la estructura del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química.

CAPITULO TRES

PRINCIPALES INSTITUCIONES QUE IMPARTEN LA CARRERA DE INGENIERIA QUÍMICA EN MEXICO.

La Ingeniería ha sido una profesión de suma relevancia en el progreso de nuestro país, es por eso que en México existen alrededor de 300 instituciones de educación superior que ofrecen el título de Ingeniero en diferentes especialidades, sin embargo, no todas las universidades cuentan con la estructura para poder ofrecer todas las especialidades de Ingeniería. Específicamente, la Ingeniería Química, requiere de una estructura de enseñanza de cierta complejidad y dedicación por lo que sólo alrededor de 30 universidades de México ofrecen esta carrera. Es importante mencionar que la carrera de Ingeniería Química requiere de gran dedicación e interés por parte de los estudiantes, razón por la cual, esta disciplina tiene una matrícula selectiva. Para poder ofrecer la carrera de Ingeniería Química, las universidades deben contar con un amplio número de laboratorios equipados con materiales de costos elevados, con bibliotecas con literatura de temas muy específicos y con profesorado cuidadosamente seleccionado. Cabe mencionar que los profesores deben cumplir con ciertos conocimientos que en la mayoría de los casos sólo se adquieren a través de la práctica profesional. Los cursos de Ingeniería Química pueden llegar a ser tan específicos que solamente existe un reducido grupo de profesores capaces de impartirlos, por lo que es común encontrar profesores que imparten clases en más de una universidad.

En México, la Industria Química es de gran importancia para el desarrollo económico del país, es por esto que las universidades se preocupan por preparar profesionistas que puedan desempeñar labores en esta industria. Los principales ramos de la industria química que demandan ingenieros químicos en México son: petrolero, petroquímica, fibras sintéticas, adhesivos, pinturas, hules, azucarero, plásticos, resinas, cementos, cerveza, entre otros. Es importante mencionar que parte del éxito de la buena preparación de los profesionistas se basa en la constante retroalimentación de la industria hacia las universidades, para así poder modificar los planes de estudio y fortalecer aquellas áreas de mayor demanda en la industria, de esta manera, las empresas contribuyen de manera significativa para la preparación de los profesionistas y a su vez, ahorran recursos y tiempo que de otra manera emplearían para ofrecer capacitaciones complementarias a los egresados.

Debido a la gran importancia de la carrera de Ingeniería Química en México, muchas universidades buscan ofrecer esta carrera. Dentro de las principales instituciones que ofrecen la carrera de Ingeniería Química en México se encuentran:

- a) Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en tres escuelas: Facultad de Química, FES – Zaragoza y FES – Cuautitlán.
- b) Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) en dos campus: Azcapotzalco e Iztapalapa.
- c) Universidad Iberoamericana (UIA) Santa Fé.
- d) Universidad La Salle (ULSA)
- e) Instituto Politécnico Nacional (IPN)
- f) Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) campus Monterrey.
- g) Universidad de Guanajuato (UG)
- h) Universidad de Guadalajara (U de G)
- i) Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)
- j) Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP)
- k) Universidad Autónoma de Yucatán (UAY)
- l) Sistema de Institutos Tecnológicos Regionales (Dependientes de la SEP)*

* El Sistema de Institutos Tecnológicos contempla alrededor de 30 escuelas en todo el país, sin embargo, para efectos de esta tesis se considera como una sola institución debido a que el sistema de enseñanza y plan de estudios está controlado por la Secretaría de Educación Pública (SEP) sin tener cambios significativos entre uno y otro.

Adicionalmente a las instituciones antes mencionadas existen varias universidades estatales dependientes del gobierno del estado que ofrecen esta carrera sumando así alrededor de 30 instituciones en el país.

En los capítulos siguientes, se analizarán los planes de estudio de algunas de estas instituciones para así poder realizar una comparación entre universidades y poder definir la dirección en la cual se está moviendo la Ingeniería Química en nuestro país. Cabe mencionar que debido al constante esfuerzo por parte de las instituciones mexicanas, la Ingeniería Química en México es reconocida dentro de las de más alto nivel en Latinoamérica.

CAPITULO CUATRO

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PLANES DE ESTUDIO DE LA CARRERA DE INGENIERIA QUÍMICA EN LAS PRINCIPALES INSTITUCIONES DE MEXICO

La carrera de Ingeniería Química en México se imparte en distintas universidades del país, y se puede observar un patrón en cuanto a la columna vertebral del plan de estudios, sin embargo, existen algunas diferencias que hacen que la carrera tome un enfoque distinto en cada universidad. A través del análisis comparativo de los planes de estudio de las diferentes universidades nos daremos cuenta que son unas cuantas materias las que le dan una característica particular a cada plan de estudios lo cual lleva al egresado a obtener un perfil distintivo de cada institución.

Para poder establecer un marco de referencia entre los distintos planes de estudio se ha elaborado un mapa con códigos de colores que facilitan la identificación de las similitudes y diferencias entre los planes de estudio. La referencia se ha tomado en base al plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química de la Facultad de Química de la UNAM

SIMBOLOGÍA DE CUADROS COMPARATIVOS

Las materias marcadas con verde son aquellas que se encuentran contenidas tanto en el plan de estudio de la Facultad de Química de la UNAM como en el plan de estudio de la universidad que se menciona.

Las materias marcadas con azul son aquellas que sin tener el mismo título que las materias contenidas en el plan de estudio de la Facultad de Química de la UNAM, si contienen temas similares por lo que se les puede considerar equivalentes.

Las materias marcadas con rojo son aquellas que solamente se encuentran en el plan de estudios de la Universidad mencionada.

Las universidades mexicanas que serán motivo de análisis en esta tesis son:

- 1) La Facultad de Química de la UNAM.**
- 2) La Universidad Iberoamericana. (UIA)**
- 3) La Escuela Superior de Ingeniería Química del IPN.**
- 4) La Universidad Autónoma Metropolitana Campus Iztapalapa (UAM)**
- 5) La Universidad La Salle (ULSA)**
- 6) El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)**
- 7) El Sistema de Institutos Tecnológicos Regionales (SITR)**
- 8) La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**

PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE INGENIERIA QUÍMICA
EN LAS PRINCIPALES INSTITUCIONES DE MEXICO

Desglose por bloques de materias.

MATEMÁTICAS

<u>Institución</u>	<u>Horas Totales (I/P)</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8 vo Sem.</u>
<i>UNAM</i>	25 (21/4)	Cálculo de función de una variable (5'0)	Cálculo de Fun. de varias variables (3'2)						
<i>Fac. de Química</i>		Álgebra (5'0)	Ecuaciones Diferenciales (3'2)		Estadística (5'0)				
<i>Universidad Iberoamericana</i>	22 (22/0)	Cálculo I (6'0)	Cálculo II (4'0)	Cálculo III (4'0)					
<i>UIA</i>		Álgebra Superior I (4'0)			Estadística y Diseño de Experimentos (4'0)				
<i>IPN</i> <i>ESIQIE</i>	22.5 (22.5/0)	Matemáticas I (4.5'0)	Matemáticas II (4.5'0)	Matemáticas III (4.5'0)	Matemáticas IV (4.5'0)	Matemáticas V (4.5'0)			
<i>Universidad Autónoma Metropolitana</i>	24 (18/6)	Cálculo Diferencial e integral I (4.5'3)	Cálculo Diferencial e integral II (4.5'3)			Matemáticas Aplicadas para la Ingeniería** (4.5'0)	Cálculo de varias variables** (4.5'0)		
<i>UAM</i>		Complementos de Matemáticas* (4.5'0)	Ecuaciones Diferenciales (4.5'0)		Probabilidad y Estadística (4.5'0)		Intro. al álgebra lineal ** (4.5'0)	Estadística Aplicada I** (4.5'0)	

MATEMÁTICAS (CONT.)

<u>Institución</u>	<u>Horas Totales (T/P)¹</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8 vo Sem.</u>
<i>Universidad LaSalle</i>	19 (16/3)	Cálculo de una variable (3/1)	Cálculo de varias variables (3/0)						
<i>ULSA</i>		Álgebra Moderna (3/1)	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (3/0)	Ecuaciones Diferenciales Parciales (2/1)		Estadística (2/0)			
<i>ITESM MTY</i>	18 (18/0)	Matemáticas Remediales* (6/0)		Probabilidad y Estadística (3/0)	Ecuaciones Diferenciales (3/0)	Estadística y Diseño de Exp. (3/0)			
		Matemáticas para Ingeniería I (3/0)	Matemáticas para Ingeniería II (3/0)	Matemáticas para Ingeniería III (3/0)					
<i>Sistema de Institutos Tecnológicos Regionales</i>	34 (24/10)	Matemáticas I (3/2)	Matemáticas II (3/2)	Matemáticas IV (3/2)					
<i>SITR</i>			Matemáticas III (4/2)	Probabilidad (4/0)	Estadística (4/0)	Análisis de datos experimentales (3/2)			
<i>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla</i>	38 (20/18)	Cálculo Diferencial e Integral (5/5)	Calculo Avanzado (3/2)	Ecuaciones Diferenciales (3/2)	Teoría de Probabilidad (2/3)	Matemáticas Aplicadas I (2/2)	Matemáticas Aplicadas II (2/2)		
<i>BUAP</i>		Álgebra Lineal (3/2)							

¹ (T/P) Se utiliza para identificar las horas de Teoría y las horas de Práctica

* Cursos Propedéuticos para fortalecer los conocimientos de Bachillerato.

** Cursos electivos.

*** Las horas totales sólo consideran aquellas materias con carácter obligatorio y se reportan en horas por semana.

FÍSICA

<u>Institución</u>	<u>Horas Totales (T/P)</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8 vo Sem.</u>
<i>UNAM</i> <i>Fac. de Química</i>	15 (9/6)	Cinemática y Dinámica (3/2)	Estática (3/2)	Electro- magnetismo (3/2)					
<i>Universidad Iberoamericana</i>	8 (8/0)	Física Universitaria I (4/0)	Física Universitaria II (4/0)						
<i>IPN</i> <i>ESIQIE</i>	26 (18/8)	Física I (4.5/2)	Física II (4.5/2)	Electricidad Aplicada (4.5/2)			Mecánica Aplicada (4.5/2)		
<i>Universidad Autónoma Metropolitana</i> <i>UAM</i>	34.5 (21.5/13)	Fuerza y Equilibrio (4.5/4)	Energías Mecánica y Eléctrica (4.5/4)	Estructura de los Materiales (3/3)		Mediciones en Ingeniería I (2/2)	Técnicas de Medición de composición (3/0)	Electromag y oscilaciones ** (4.5/4)	
				Dinámica (4.5/0)					

FÍSICA (CONT.)

<u>Institución</u>	<u>Horas Totales (T/P)</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8 vo Sem.</u>
<i>Universidad La Salle ULSA</i>	13 (9/4)	Física I (3/2)		Física II (3/1)	Física III (3/1)				
<i>ITESM MTY</i>	14 (12/2)	Física Remedial* (3 0)	Estática (3 0)	Física I (3/0)	Física II (3/1)	Física III (3/1)			
<i>Sistema de Institutos Tecnológicos Regionales SITR</i>	12 (8/4)		Física I (4/2)	Física II (4/2)					
<i>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla BUAP</i>	15 (9/6)	Mecánica I (3/2)	Mecánica II (3/2)	Electricidad y Magnetismo (3 2)					

QUIMICA

<u>Institución</u>	<u>Horas Totales (T/P)</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8 vo Sem.</u>
<i>UNAM</i> <i>Fac. de Química</i>	53 (27/26)	Química General (5/10)	Estructura de la Materia (4 0)	Química Inorgánica (3 3)	Química Orgánica I (3 3)	Química Orgánica II (3/3)	Química de los Procesos Industrial.(3/0)	Analítica I (3/4)	Analítica II (3/3)
<i>Universidad Iberoamericana</i>	32 (22/10)	Química General (4/2)	Química Orgánica I (4 0)	Química Orgánica II (4/4)		Química Inorgánica (4/2)			
			Química Analítica (4 2)	Análisis Instrumental (2 0)					
<i>IPN</i> <i>ESIQIE</i>	60 (36/24)	Química I (4.5/3)	Química II (4.5/3)	Química III (4.5/3)	Química Analítica I (4.5/3)	Química IV (4.5/3)	Química Analítica II (4.5/3)	Química Analítica III (4.5/3)	Química V (4.5/3)
<i>Universidad Autónoma Metropolitana</i> <i>UAM</i>	41 (26/15)	Reacciones y Enlace Químico (3/3)	Química Inorgánica I (4.5/3)	Química Inorgánica II (4.5/3)	Química Orgánica I (4.5/3)	Química Orgánica II (4.5/3)	Química Orgánica III (4.5)		

QUÍMICA (CONT.)

Institución	Horas Totales (T/P)	1er Sem.	2do Sem.	3er Sem.	4to Sem.	5to Sem.	6to Sem.	7mo Sem.	8 vo Sem.
<i>Universidad La Salle ULSA</i>	47 (31/16)	Química I (4/2)	Química II (4/2)	Química III (4/2)	Química IV (4/2)	Química V (3/0)	Química V (3/0)		
				Análisis I (3/3)		Análisis II (3/2)		Análisis III (3/3)	
<i>ITESM MTY</i>	23 (17/6)	Química (3/0)		Química Analítica (3/3)	Química Orgánica I (3/0)	Química Orgánica II (3/0)	Química Inorgánica (3/0)	Taller de Síntesis Orgánicas (2/3)	
<i>Sistema de Institutos Tecnológicos Regionales SITR</i>	32 (20/12)	Química Inorgánica (4/2)	Química Orgánica I (4/2)	Química Orgánica II (4/2)	Química Analítica I (4/4)		Química Analítica II (4/2)		
<i>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla BUAP</i>	45 (23/22)	Química Inorgánica I (3/2)	Química Inorgánica II (3/2)	Química Orgánica I (3/2)	Análisis I (2/5)	Química Orgánica II (3/2)	Química Aplicada I (3/0)	Química Aplicada II (3/0)	
					Análisis II (2/4)	Análisis Instrumental (1/5)			

FÍSICOQUÍMICA

<u>Institución</u>	<u>Horas Totales (T/P)</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8 vo Sem.</u>
<i>Fac. de Química</i>	43 (28/15)		Termodinámica (4/3)	Propiedades Termodinámicas (4/2)	Equilibrio Físico (4/2)	Equilibrio Químico (4/2)	Fenómenos de Superficie (4/2)	Cinética Química y Catálisis (4/2)	Electroquímica (4/2)
<i>Universidad Iberoamericana</i>	14 (10/4)			Termodinámica Química (4/2)	Fisicoquímica Aplicada (2/0)	Equilibrios Termodinámicos (4/2)			
<i>IPN ESIQIE</i>	45 (27/18)	Fisicoquímica I (4.5/3)	Fisicoquím. II (4.5/3)	Fisicoquím. III (4.5/3)	Fisicoquím. IV (4.5/3)	Cinética Química y Catálisis (4.5/3)	Electroquímica (4.5/3)		
<i>Universidad Autónoma Metropolitana UAM</i>	23 (23/0)		Termodinámica (3/0)	Termodinámica Aplicada I (4.5/0)	Termodinámica Aplicada II (4.5/0)	Termodinámica Aplicada III (4.5/0)	Fisicoquímica (6/0)		Fisicoquímica de los materiales** (4.5/3)

FISICOQUÍMICA (CONT.)

<u>Institución</u>	<u>Horas</u> <u>Totales</u> <u>(T/P)</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8 vo Sem.</u>
<i>Universidad LaSalle</i> <i>ULSA</i>	30 (20/10)		Fisicoquímica I (4/2)	Fisicoquím. II (3/2)	Fisicoquím. III (3/2)	Fisicoquím. IV (3/2)	Fisicoquím. V (4/1)	Fisicoquím. VI (3/1)	
<i>ITESM</i> <i>MTY</i>	9 (6/3)					Termodinámica de Procesos (3/0)	Termodinámica del equilibrio (3/3)		
<i>Sistema de Institutos Tecnológicos Regionales</i> <i>SITR</i>	18 (12/6)			Termodinámica (4/2)		Fisicoquímica I (4/2)	Fisicoquímica II (4/2)		
<i>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla</i> <i>BUAP</i>	25 (15/10)			Termodinámica I (3/2)	Termodinámica II (3/2)	Equilibrio Físico I (3/2)	Equilibrio Físico II (3/2)	Equilibrio Químico (3/2)	

INGENIERIA QUIMICA

<u>Institución</u>	<u>Horas Totales (TP)</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8vo Sem.</u>	<u>9no Sem.</u>
<i>UNAM</i>	86 (50/36)			Balances de Mat y Energ. (4/4)	Flujo de Fluidos (3/6)	Transferencia de Calor (5/2)	Procesos de Separación I (4/2)	Procesos de Separac. II (5/2)	Ingeniería de Reactores (5/4)	Ingeniería de Proyectos (10/10)
<i>Fac. de Química</i>				Fenómenos de Transporte (3/2)				Dinámica y Control de Procesos (4/2)	Simulación y Optimización de Procesos (4/2)	Selección y Especificación de Equipo (3/0)
<i>Universidad Iberoamericana</i>	56 (46/10)	Intro. a la Ing. Química* (4/0)	Balances de Mat y Energ. (4/2)		Flujo de Fluidos (4/2)	Transferencia de Calor (4/2)	Procesos de Separación I (4/2)	Procesos de Separac. II (4/2)	Ingeniería de Reactores (4/2)	Instrumentación y Control de Procesos (4/2)
								Diseño e Ingeniería de Procesos (4/0)	Operación de Plantas (4/0)	Estancia Industrial (6/0)
<i>Instituto Politécnico Nacional</i>	112.5 (67.5/45)	Intro. a la Ingeniería* (4.5/0)	Balances de Mat y Energ. (4.5/3)	Operación Unitarias I (4.5/3)	Operación Unitarias II (4.5/3)	Operación Unitarias III (4.5/3)	Operación Unitarias IV (4.5/3)	Operación Unitarias V (4.5/3)	Operación Unitarias VI (4.5/3)	
<i>ESIQIE</i>					Instrumenta y Control (4.5/3)	Ingeniería de Reactores (4.5/3)	Ing de Procesos I (4.5/3)	Ing de Procesos II (4.5/3)	Ing de Procesos III (4.5/3)	Diseño IV (4.5/3)
						Diseño I (4.5/3)	Diseño II (4.5/3)	Diseño III (4.5/3)		
<i>Universidad Autónoma Metropolitana</i>	92 (55/37)	Intro. a la Ingeniería* (4.5/0)	Balan de Mat y E. (4.5/3)	Mecánica de Fluidos (4.5/3)	Transfer. de Calor (4.5/3)	Transfer. de Masa (4.5/3)	Procesos de Separación I (4.5/3)	Procesos de Separación II (4.5/3)	Ingeniería de Procesos (4.5/3)	Proyecto Terminal (10/10)
<i>UAM</i>							Reactores I (4.5/3)	Reactores II (4.5/3)		

INGENIERIA QUÍMICA (CONT.)

<u>Institución</u>	<u>Horas</u> <u>Totales</u> <u>(T/P)</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8vo Sem.</u>	<u>9no Sem.</u>
<i>Universidad La Salle</i>	82 (57/25)	Intro. a la Ing Química* (3/0)	Balances de Mat (2/2)	Balances de Energía (2/2)	Flujo de Fluidos (6/0)	Transferencia de Calor (4/3)	Procesos de Separación I (4/3)	Procesos de Separación II (4/3)	Diseño de Reactores I (4/1)	Diseño de Reactores II (4/0)
<i>ULSA</i>				Fenómenos de Transporte (3/1)			Instrum y Contr de Proc (3/0)	Ingeniería de Procesos I (2/1) Optimización (2/1)	Ingenier de Procesos II (2/1) Ing de Proyectos I (2/0)	Diseño de Equipo (3/0) Ing de Proyectos II (7/7)
<i>ITESM MTY</i>	51 (37/14)	Introducción a la Ingeniería* (2/0)		Balace de Materia (3/0)	Balace de Energía (3/0)	Fenómeno de Transporte (3/0)	Op. De Trans de Momentum (3/3) Op. De Trans. De Calor (3/3)	Eval. de Proyectos (3/0) Op. de Tras. (3/3)	Ing. de Reactores (3/3) Automatizac. (2/2)	Diseño de Procesos (3/0) Análisis de Procesos (3/0) Proyecto de Plantas Químicas (3/0)
<i>Sistema de Institutos Tecnológicos Regionales SITR</i>	82 (50/32)				Balace de Materia y Energía (4/2)	Fenómenos de Transp. I (4/2)	Fenómenos de Transp. II (4/2)	Operaciones Unitarias I (4/2) Operaciones Unitarias II (4/4)	Diseño de Procesos I (4/0) Diseño de Reactores (4/2) Instrumenta. y Control (4/4)	Diseño de Procesos II (4/0) Operaciones Unitarias III (4/4) Residencia Profesional (10/10)
<i>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla BUAP</i>	79 (49/20)	Introducción a la Ingeniería (0/2)		Ingeniería Química I (3/2)	Fenómeno de Transporte I (3/2)	Fenómeno de Transporte II (4/1)	Flujo de Fluidos (4/1) Transferencia de Calor (4/1)	Procesos de Separación I (4/1) Diseño de Reactores (4/1) Diseño de Equipo (3/2)	Procesos de Separación I (4/1) Simulación de Procesos (2/2) Ingeniería de Proyectos I (3/1)	Ingeniería de Procesos (4/1) Instrumenta y Control (4/1) Ingeniería de Proyecto: .I (3/1)

OTRAS INGENIERIAS

<u>Institución</u>	<u>Horas</u> <u>Totales</u> <u>(T/P)</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8vo Sem.</u>	<u>9no Sem.</u>
<i>UNAM</i> <i>Fac. de</i> <i>Química</i>	12 (12/0)				Ingeniería Mecánica (3 0)	Ingeniería Eléctrica (3 0)		Ingeniería Ambiental (3/0)	Ingeniería de Servicios (3/0)	
<i>Universidad</i> <i>Iberoamericana</i>	16 (14/2)						Intro. a la Ingeniería de Calidad (4/0)	Ingeniería Eléctrica (2/0)	Ingeniería Ambiental (4/2)	
<i>IPN</i> <i>ESIQUIE</i>	0 (0/0)				Medio Ambiente y Tecnología (2/0)	Ingeniería Mecánica (2/0)				
<i>Universidad</i> <i>Autónoma</i> <i>Metropolitana</i> <i>UAM</i>	7.5 (7.5/0)				Ingeniería y Sociedad (3/0)			Ingeniería de Métodos (4.5/0)		

OTRAS INGENIERIAS (CONT.)

<u>Institución</u>	<u>Horas Totales (T/P)</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8vo Sem.</u>	<u>9no Sem.</u>
<i>Universidad La Salle</i>	21 (16/5)				Ingeniería Mecánica I (3/0)	Ingeniería Mecánica II (3/0)	Ing. de Servicios (2/1)			Ing. Ambiental (2/1)
<i>ULSA</i>						Ingeniería Eléctrica I (3/0)	Ingeniería Eléctrica II (3/3)			
<i>ITESM MTY</i>	0 (0/0)									
<i>Sistema de Institutos Tecnológicos Regionales SITR</i>	4 (4/0)									Ingeniería Ambiental (4/0)
<i>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla BUAP</i>	15 (11/4)					Ingeniería Eléctrica (3/1)	Ecología (2/1)	Ingeniería Mecánica (3/2)		Ingeniería de Servicios (3/0)

AUXILIARES

<u>Institución</u>	<u>Horas Totales (T/P)</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8vo Sem.</u>	<u>9no Sem.</u>
<i>UNAM</i> <i>Fac. de Química</i>	8 (8/0)		Programación y Computación (2 0)		Métodos Numéricos (3 0)				Seguridad Industrial (3 0)	Taller de Desarrollo Empresarial (1)
<i>Universidad Iberoamericana</i>	14 (14/0)	Taller de Programación (4 0)	Computación Aplicada a la Ing. Química (2 0)	Análisis Numérico (4 0)	Información y Reportes (2 0)	Seguridad Industrial (2 0)				
<i>IPN</i> <i>ESIQUIE</i>	54 (13.5/40.5)	Visita Industrial I (0 4.5)	Visita Industrial II (0 4.5)	Visita Industrial III (0 4.5)	Visita Industrial IV (0 4.5)	Visita Industrial V (0 4.5)	Práctica Industrial I (0 4.5)	Práctica Industrial II (0 4.5)	Práctica Industrial III (0 4.5)	Seminario de Tesis (0 4.5)
			Análisis de Problemas (4.5 0)				Investiga. de Operación. (4.5 0)	Seguridad Industrial (4.5 0)		
<i>Universidad Autónoma Metropolitana UAM</i>	27 (27/0)		Intro a las Ciencias Sociales (3 0)	Computación II (4.5 0)		Análisis de Problemas (3 0)	Análisis de Decisiones (4.5 0)	Análisis de Casos de IQ (4.5 0)		
			Computación I (4.5 0)		Comunicación (3 0)					

(I) Actividad complementaria (opcional y sin créditos)

AUXILIARES (CONT.)

Institución	Horas Totales (T/P)	1er Sem.	2do Sem.	3er Sem.	4to Sem.	5to Sem.	6to Sem.	7mo Sem.	8vo Sem.	9no Sem.
<i>Universidad La Salle</i> <i>ULSA</i>	13 (8/5)	Computación I (2 2)	Computación II (2 2)		Métodos Numéricos (2 1)					Ética Profesional (2 0)
<i>ITESM MTY</i>	52 (52/0)	Inglés I, II, III, IV, V* (20 0)	Lengua Extranjera (5 0)	Computación (3 0)		Computac. II (3 0)	Investigación de Operaciones I (3 0)	Desarrollo de Emprendedor (3/0)		Valores en el ejercicio profesional (3 0)
		Redacción (3 0)	Análisis de la Información (3 0)				Investigación de Operaciones II (3 0)	Control Estadístico de Calidad (3 0)		
<i>Sistema de Institutos Tecnológicos Regionales</i> <i>SITR</i>	32 (28/4)	Dibujo (0 4)			Métodos Numéricos (4 0)		Investigación de Operación (4 0)	Control de Calidad (4 0)	Desarrollo de Emprendedor (4/0)	
		Programación (4 0)								
		Metodología de la Investigación (4 0)			Desarrollo Profesional (4/0)					
<i>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla BUAP</i>	35 (5/30)	Metodología de Investigación (0 3)	Dibujo Técnico (1 3)	Lengua Extranjera II (0 5)	Lengua Extranjera III (0 5)	Lengua Extranjera III (0 5)				
		Lengua Extranjera I (0 5)	Computación (1 3)					Análisis Numérico y Programación (3/4)		

PAQUETES OPTATIVOS

Institución	Horas Totales	Opción 1.	Opción 2.	Opción 3.	Opción 4.	Opción 5.	Opción 6.	Opción 7.	Opción 8.
<i>Fac. de Química</i>	9 (6/3)	Polímeros I (3/2)	Materiales I (3/2)	Energéticos I (3/2)	Petroquímica I (3/2)	Económico I (3/2)			
		Polímeros II (3/1)	Materiales II (3/1)	Energéticos II (3/1)	Petroquímica II (3/1)	Económico II (3/1)			
<i>Universidad Iberoamericana</i>	24 (12/12)	Tecnología Química (4/4)	Biotecnología (4/4)	Materiales (4/4)					
<i>IPN ESIQUE</i>	18 (18/0)	Diseño (4.5/0)	Economía (4.5/0)	Fisicoquímica (4.5/0)	Ingeniería (4.5/0)	Química (4.5/0)	Procesos (4.5/0)		
<i>UAM</i>	13.5 (13.5/0)	Técnicas (4.5/0)	Socio-Humanísticas (4.5/0)	Técnicas (4.5/0)					
<i>ULSA</i>	16 (16/0)	Optativa de Humanidades (2/0)	Optativa Humanidades II (2/0)	Optativa Humanidades III (2/0)	Optativa de Humanidad IV (2/0)	Optativa Humanidades V (2/0)	Optativa Académica (3/0)	Optativa Académica (3/0)	
<i>ITESM MTY</i>	6 (6/0)	Redacción Avanzada (3/0)	Comunicación Oral (3/0)	Ecología y Desarrollo Sostenible (3/0)	Sociedad y Desarrollo en el Mundo (3/0)	Liderazgo (3/0)	Cultura de la Calidad (3/0)	Formación Humana (3/0)	
<i>SITR</i>	0 (0/0)								
<i>BUAP</i>	14 (14/0)	Optativa I (2/0)	Optativa II (2/0)	Optativa III (2/0)	Optativa IV (2/0)	Optativa V (2/0)	Optativa VI (2/0)	Optativa VII (2/0)	

ECONOMICO - ADMINISTRATIVAS

<u>Institución</u>	<u>Horas Totales</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8vo Sem.</u>	<u>9no Sem.</u>
<i>Fac. de Química</i>	9 (9/0)						Ingeniería Económica I (3/0)	Ingeniería Económica II (3/0)	Admón Industrial (3/0)	
<i>Universidad Iberoamericana</i>	6 (6/0)				Economía General (4/0)	Principios de Ingeniería Económica (2.0)				
<i>IPN ESIQUIE</i>	18 (18/0)						Economía Industrial I (4.5/0)	Economía Industrial II (4.5/0)	Economía Industrial III (4.5/0)	Economía Industrial IV (4.5/0)
<i>UAM</i>	9 (9/0)					Economía Mexicana (4.5/0)	Economía Industrial (4.5/0)			
<i>ULSA</i>	9 (7/2)						Administración Económica I (3/0)	Ingeniería Económica I (2/1)	Ingeniería Económica I (2/1)	
<i>ITESM MTY</i>	15 (15/0)	Economía (3/0)			Administ. Financiera (3/0)	Contabilidad Financiera (3/0)	Administración de la Produc. I (3/0)	Administración de la Produc. I (3/0)		
<i>SITR</i>	16 (16/0)	Economía (4/0)				Administración (4/0)	Ing. Económica (4/0)	Contabilidad y Costos (4/0)		
<i>BUAP</i>	9 (9/0)						Ing. Económica (3/0)	Admón. de los procesos químicos (3/0)	Admón. de los procesos químicos (3/0)	

SOCIALES Y HUMANAS

<u>Institución</u>	<u>Horas Totales</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8vo Sem.</u>	<u>9no Sem.</u>
<i>Fac. de Química</i>	3 (2/1)									Relaciones Humanas (2/1)
<i>Universidad Iberoamericana</i>	2 (2/0)								Ética de la Ing. Química (2/0)	
<i>IPN ESIQUIE</i>	3 (3/0)									Relaciones Industriales (3/0)
<i>UAM</i>	4.5 (4.5/0)						México Política y Sociedad (4.5/0)			
<i>ULSA</i>	6 (6/0)	Antropología Fisiológica (2/0)	Realización en Pareja (2/0)	Relaciones Humanas (2/0)						
<i>ITESM MTY</i>	6 (6/0)						Sociedad Y Desarrollo (3/0)			Valores en el Ejercicio Profesional (3/0)
<i>SIRT</i>	10 (8/2)						Análisis de desarrollo nacional (4/0)			Estudio de Trabajo (4/2) (3/0)
<i>BUAP</i>	6 (4/2)						Globalización (2/1)			Derechos Humanos (2/1)

RESUMEN DE HORAS INVERTIDAS POR AREA POR INSTITUCIÓN.

La siguiente tabla ilustra las horas totales dedicadas por cada institución a la impartición de las materias de cada bloque académico según se presentan en los planes de estudio de cada universidad. De esta manera podemos observar el peso específico de cada área en los diferentes planes de estudio y se puede identificar la inclinación formativa de cada institución.

INSTITUCION	MATE- MATICAS	FISICA	QUIMICA	FISICO- QUÍMICA	ING. QUIMICA	OTRAS ING	AUX	ECONO- ADMON	SOCIAL- HUMAN.	OPTATIVA	HORAS TOTALES
UNAM	25 hrs	15 hrs	53 hrs	43 hrs	86 hrs	12 hrs	8 hrs	9 hrs	3 hrs	9 hrs	263 hrs
UIA	22 hrs	8 hrs	32 hrs	14 hrs	56 hrs	16 hrs	14 hrs	6 hrs	2 hrs	24 hrs	194 hrs
IPN	22.5 hrs	26 hrs	60 hrs	45 hrs	112.5 hrs	0 hrs	54 hrs	18 hrs	3 hrs	18 hrs	358 hrs
UAM (Iztap)	24 hrs	34.5 hrs	41 hrs	23 hrs	92 hrs	7.5 hrs	27 hrs	9 hrs	4.5 hrs	13.5 hrs	276 hrs
ULSA	19 hrs	13 hrs	47 hrs	30 hrs	82 hrs	21 hrs	13 hrs	9 hrs	6 hrs	16 hrs	256 hrs
ITESM	18 hrs	14 hrs	23 hrs	9 hrs	51 hrs	0 hrs	52 hrs	15 hrs	6 hrs	6 hrs	194 hrs
SITR	36 hrs	12 hrs	32 hrs	18 hrs	82 hrs	4 hrs	32 hrs	14 hrs	10 hrs	0 hrs	240 hrs
BUAP	38 hrs	15 hrs	45 hrs	25 hrs	79 hrs	15 hrs	35 hrs	9 hrs	6 hrs	14 hrs	281 hrs
PROMEDIO	26.5 hrs	17.8 hrs	40.8 hrs	25.2 hrs	79.7 hrs	7.7 hrs	31.7 hrs	11.1 hrs	4.9 hrs	12.6 hrs	258 hrs

* La institución con mayor numero de horas invertidas por área se marca con negritas para su identificación.

Así mismo, se puede mostrar el tiempo invertido por área como porcentaje del total, lo cual nos da una perspectiva diferente de la importancia de cada área en cada institución.

INSTITUCION	MATE- MATICAS	FISICA	QUIMICA	FISICO- QUÍMICA	ING. QUIMICA	OTRAS ING	AUX	ECONO- ADMON	SOCIAL- HUMAN.	OPTATIVA	TOTALES
UNAM	10 %	6 %	20 %	16 %	33 %	5 %	3 %	3 %	1 %	3 %	100 %
UIA	11 %	4 %	16 %	7 %	39 %	8 %	7 %	3 %	1 %	12 %	100 %
IPN	6 %	7 %	17 %	13 %	31 %	0 %	15 %	5 %	1 %	5 %	100 %
UAM (Iztap)	9 %	13 %	15 %	8 %	33 %	3 %	10 %	3 %	2 %	5 %	100 %
ULSA	8 %	5 %	18 %	12 %	32 %	8 %	5 %	4 %	2 %	6 %	100 %
ITESM	7 %	7 %	12 %	5 %	26 %	0 %	27 %	8 %	3 %	3 %	100 %
SITR	14 %	5 %	13 %	8 %	34 %	2 %	13 %	7 %	4 %	0 %	100 %
BUAP	14 %	5 %	16 %	9 %	28 %	5 %	12 %	3 %	2 %	5 %	100 %
PROMEDIO	10 %	7 %	16 %	10 %	31 %	4 %	12 %	4 %	2 %	5 %	100 %

INTEGRACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS GENERAL DE LA CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA EN MÉXICO

A partir de la identificación de las materias que componen el plan de estudios de cada universidad, se puede obtener una simplificación de todos los planes de estudio y llegar a un plan de estudios general de la carrera de Ingeniería química en México.

El objetivo de obtener un plan de estudios general es el de poder establecer un criterio sobre el cual se base el diseño y la revisión de los planes de estudio de las distintas universidades. El plan de estudios general se formará con aquellas materias que se consideren indispensables para la formación de los ingenieros químicos de nuestro país y para ello se han tomado las siguientes características:

Toda materia contenida en el plan de estudios general deberá:

- a) Contener temas de estudio iguales o equivalentes en por lo menos el 75% de las universidades.
- b) La materia deberá impartirse en por lo menos el 75% de las universidades.
- c) La materia deberá ser parte central o complementaria de la carrera de Ingeniería Química.
- d) La materia deberá aportar información relevante para el mejor aprovechamiento de los cursos subsecuentes.
- e) Existen materias que por su carácter de formación no muestran un patrón en los distintos planes de estudio, sin embargo, se ha establecido un criterio extraordinario que lo coloca dentro del plan de estudios general. Estas materias estarán identificadas con un símbolo de +.

Con base en lo anterior se ha creado una matriz de materias en la cual se observa de manera gráfica aquellas materias que han sido seleccionadas para formar parte del plan de estudios general de la carrera de Ingeniería Química.

INTEGRACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS GENERAL

I.- AREA DE MATEMÁTICAS

<u>ASIGNATURA</u>	<u>UNAM</u>	<u>UIA</u>	<u>IPN</u>	<u>UAM</u>	<u>ULSA</u>	<u>ITESM</u>	<u>SITR</u>	<u>BUAP</u>
Cálculo Diferencial e Integral I	•	•	•	•	•	•	•	•
Cálculo Diferencial e Integral II	•	•	•	•	•	•	•	•
Álgebra	•	•	•	•	•	•	•	•
Ecuaciones Diferenciales	•	•	•	•	•	•	•	•
Estadística	•	•	•	•	•	•	•	•
Matemáticas V		•						
Matemáticas VI		•						
Matemáticas para Ingeniería						•		
Estadística y diseño de experimentos						•		
Matemáticas Aplicadas I								•
Matemáticas Aplicadas II								•

2.- AREA DE FISICA

ASIGNATURA	UNAM	UIA	IPN	UAM	ULSA	ITESM	SITR	BUAP
Cinemática y Dinámica	•	•	•	•	•	•	•	•
Estática	•	•	•	•	•	•	•	•
Electromagnetismo	•	•	•	•	•	•	•	•
Física III			•					
Mediciones en Ingeniería				•	•	•		•
Técnicas en Medición				•				

3.- AREA DE QUIMICA

ASIGNATURA	UNAM	UIA	IPN	UAM	ULSA	ITESM	SITR	BUAP
Química General	•	•	•	•	•	•	•	•
Química Inorgánica	•	•	•	•	•	•	•	•
Química Orgánica I	•	•	•	•	•	•	•	•
Química Orgánica II	•	•	•	•	•	•	•	•
Química Analítica I	•	•	•		•	•	•	•
Química Analítica II	•	•	•		•	•	•	•
Estructura de la Materia	•							
Química de los Procesos Industriales	•							•
Química V			•		•			
Química Analítica III			•		•			•
Química Inorgánica II				•				•
Química Orgánica III				•				

4.- AREA DE FISICOQUIMICA

ASIGNATURA	UNAM	UIA	IPN	UAM	ULSA	ITESM	SITR	BUAP
Termodinámica	•	•	•	•	•	•	•	•
Equilibrio Físico	•	•	•	•	•	•	•	•
Equilibrio Químico	•	•	•	•	•	•	•	•
Cinética Química y Catálisis	•		•	•	•		•	•
Electroquímica	•		•					
Propiedades Termodinámicas	•	•			•			•
Fenómenos de Superficie	•				•			
Fisicoquímica Avanzada			•	•				

5.- AREA DE INGENIERIA QUIMICA

ASIGNATURA	UNAM	UIA	IPN	UAM	ULSA	ITESM	SITR	BUAP
Balances de Materia y Energia	•	•	•	•	•	•	•	•
Fenómenos de Transporte	•		•		•	•	•	•
Flujo de Fluidos	•	•	•	•	•		•	•
Transferencia de Calor	•	•	•	•	•	•	•	•
Procesos de Separación I	•	•	•	•	•	•	•	•
Procesos de Separación II	•	•	•	•	•	•	•	•
Ingeniería de Reactores	•	•	•	•	•	•	•	•
Ingeniería de Proyectos	•	•	•	•	•	•	•	•
Dinámica y Control de Procesos	•	•	•	•	•	•	•	•
Simulación y Optimización de Procesos	•	•	•		•	•	•	•
Selección y Especificación de Equipo	•		•		•			•
Operación de Plantas		•	•					

6.- AREA DE OTRAS INGENIERIAS

<u>ASIGNATURA</u>	<u>UNAM</u>	<u>UIA</u>	<u>IPN</u>	<u>UAM</u>	<u>ULSA</u>	<u>ITESM</u>	<u>SITR</u>	<u>BUAP</u>
Ingeniería Mecánica	•	•			•			•
Ingeniería Eléctrica	•	•			•			•
Ingeniería Ambiental	•	•			•		•	•
Ingeniería de Servicios	•				•			•
Ingeniería de Métodos				•				
Ingeniería y Sociedad				•				
Ingeniería de Calidad		•						

7.- AREA AUXILIARES

<u>ASIGNATURA</u>	<u>UNAM</u>	<u>UIA</u>	<u>IPN</u>	<u>UAM</u>	<u>ULSA</u>	<u>ITESM</u>	<u>SITR</u>	<u>BUAP</u>
Programación y Computación	•	•		•	•	•	•	•
Métodos Numéricos	•	•			•		•	•
Seguridad Industrial	•	•	•					
Desarrollo Empresarial	•					•	•	
Análisis de la Información			•	•		•	•	•
Investigación de Operaciones			•			•	•	
Información y Reportes		•		•		•		
Visita Industrial			•	•				
Práctica Industrial			•				•	
Dibujo Técnico							•	•
Control de Calidad						•	•	
Lengua Extranjera						•		•

8.- AREA ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS

ASIGNATURA	UNAM	UIA	IPN	UAM	ULSA	ITESM	SITR	BUAP
Ingeniería Económica I	•	•	•	•	•	•	•	•
Ingeniería Económica II	•	•	•	•	•		•	
Administración Industrial	•		•		•	•	•	
Contabilidad Financiera			•			•	•	
Administración de la producción						•		•

CAPITULO CINCO

**ENFOQUE ACADEMICO ACTUAL DE LA CARRERA
DE INGENIERIA QUÍMICA EN MÉXICO**

En el capítulo cuatro se muestran los planes de estudio de las principales universidades del país que imparten la carrera de Ingeniería Química. Es importante destacar que estos planes se presentan en distintos formatos para facilitar su análisis y poder identificar el enfoque académico actual de la carrera de Ingeniería Química en México. De acuerdo al análisis del capítulo cuatro se puede identificar la carga académica de cada área dentro de los planes de estudio de cada universidad.

La siguiente tabla muestra las horas totales invertidas por cada universidad para impartir el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química. Las cifras están dadas en horas/semana.

TABLA 1

INSTITUCION	UNAM	UIA	IPN	UAM	ULSA	ITESM	SIRT	BUAP
HORAS TOTALES	263	194	358	276	256	194	240	281

La siguiente tabla muestra el porcentaje de tiempo dedicado a cada área académica por parte cada universidad.

INSTITUCION	MATE- MATICAS	FISICA	QUIMICA	FISICO- QUIMICA	ING. QUIMICA	OTRAS ING	AUX	ECONO- ADMON	SOCIAL- HUMAN.	OPTATIVA
UNAM	10 %	6 %	20 %	16 %	33 %	5 %	3 %	3 %	1 %	3 %
UIA	11 %	4 %	16 %	7 %	39 %	8 %	7 %	3 %	1 %	12 %
IPN	6 %	7 %	17 %	13 %	31 %	0 %	15 %	5 %	1 %	5 %
UAM	9 %	13 %	15 %	8 %	33 %	3 %	10 %	3 %	2 %	5 %
ULSA	8 %	5 %	18 %	12 %	32 %	8 %	5 %	4 %	2 %	6 %
ITESM	7 %	7 %	12 %	5 %	26 %	0 %	27 %	8 %	3 %	3 %
SIRT	14 %	5 %	13 %	8 %	34 %	2 %	13 %	7 %	4 %	0 %
BUAP	14 %	5 %	16 %	9 %	28 %	5 %	12 %	3 %	2 %	5 %
PROMEDIO	10 %	7 %	16 %	10 %	31 %	4 %	12 %	4 %	2 %	5 %

La tabla anterior resulta de gran utilidad para aquellos estudiantes recién egresados de preparatoria que estén interesados en estudiar Ingeniería Química, ya que les facilitará identificar el plan de estudios que les resulte más atractivo de acuerdo a su inclinación académica y al perfil de egresado que desean obtener una vez que hayan concluido la carrera. Cabe mencionar que independientemente al porcentaje de horas designadas a cada materia se debe considerar el número de horas totales, ya que estas varían de acuerdo a cada institución (ver tabla 1).

Cada universidad muestra un enfoque particular en la impartición de la carrera de Ingeniería Química. Dentro de las principales características de cada universidad se encuentran las siguientes:

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), fue la primera institución en impartir la carrera de Ingeniería Química en México, iniciando cursos en 1925 en la entonces conocida Escuela Nacional de Ciencias Químicas, ahora Facultad de Química de la UNAM. Actualmente, la Facultad de Química de la UNAM se encuentra dentro de las universidades de mayor número de estudiantes que cursan la carrera de Ingeniería Química en México (aproximadamente, 300 alumnos por generación).

En cuanto al enfoque académico de la UNAM, se puede identificar un mayor énfasis por las áreas de Química y Físicoquímica, ya que al contar con ocho materias en el área de Química y siete en Físicoquímica a las cuales se les dedican un promedio de 53 y 43 horas a la semana respectivamente, se asegura que los alumnos reciben una sólida preparación académica en estas áreas. Por otro lado, la UNAM dedica la menor parte de su plan de estudios a las materias de carácter Económico-Administrativo y Humanísticas, lo cual resulta como una área de oportunidad en el perfil del egresado.

Universidad Iberoamericana (UIA)

La carrera de Ingeniería Química en la Universidad Iberoamericana se caracteriza por tener uno de los planes de estudio con mayor carga académica hacia el área de Ingeniería Química, ya que dedica el 39% de su tiempo a materias de esta área, siendo que el resto de las universidades dedican en promedio el 31% de las horas totales. Asimismo, la UIA presenta un fuerte apoyo académico por parte de materias relacionadas con otras ingenierías, dedicando 16 horas a la semana para este tipo de materias, mientras que el promedio nacional se encuentra en 7.7 horas por semana. Como consecuencia del énfasis que esta universidad dedica a las materias de Ingeniería Química, el plan de estudios de la UIA, presenta una menor dedicación en las materias correspondientes al departamento de Física y Físicoquímica.

Instituto Politécnico Nacional (IPN)

El Instituto Politécnico Nacional se destaca por tener un plan de estudios que cuenta con un gran número de horas dedicadas a las prácticas y visitas industriales, consecuentemente, es el plan de estudios con mayor número de horas totales con 358 horas, 100 horas más que el promedio nacional. Específicamente, los egresados del IPN obtienen una sólida preparación para operar plantas de la industria química y de proceso. Sin embargo, este gran número de horas que se imparten, limitan al estudiante a dedicar tiempo al estudio independiente, lo cual no es favorable para ampliar el criterio individual del estudiante en aquellas materias que le interesan en mayor medida. Debido al gran número de horas dedicadas al laboratorio y a la industria, la carrera de Ingeniería Química en el IPN tiene un claro enfoque hacia las materias del área de Ingeniería Química.

Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa (UAM)

La Universidad Autónoma Metropolitana se distingue por tener un plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química con un enfoque al área física, como resultado de esto, la UAM dedica el 13 % del plan de estudios a las materias correspondientes a este departamento. Adicionalmente, el plan de estudios de la UAM dedica 92 horas por semana en promedio a las materias de Ingeniería Química lo cual representa 12 horas más que el promedio nacional. Cabe mencionar que la UAM no se caracteriza por tener un programa de materias Económico Administrativas tan completo como el de otras universidades.

Universidad La Salle (ULSA)

La Universidad La Salle cuenta con una pequeña matrícula de alumnos de la carrera de Ingeniería Química, lo que le permite formar clases con un reducido número de estudiantes que fomentan la concentración y el interés por parte del alumno. En cuanto al enfoque académico, la ULSA pone particular énfasis en las materias relacionadas con otras ingenierías, independientemente de contar con los requisitos de Ingeniería Química, el plan de estudios cuenta con un sólido respaldo en el área de Ingeniería Mecánica y Eléctrica dándole al egresado un perfil más completo en el área de Ingeniería. Asimismo la ULSA también dedica un alto porcentaje de su tiempo al área de Química y Fisicoquímica por lo que cuenta con uno de los programas más completos de la carrera de Ingeniería Química en México.

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)

El ITESM es la institución en México que tiene la menor carga de materias en el plan de estudios de Ingeniería Química, ya que solamente dedica 194 horas totales para su plan de estudios. El sistema educativo del ITESM pone especial énfasis en materias económico-administrativas y de carácter formativo por lo cual el título obtenido en esta institución se denomina Ingeniero Químico Administrador (IQA) La filosofía adquirida por esta institución enfoca a los alumnos al ámbito empresarial y emprendedor por lo que su experiencia en el manejo de equipo y plantas químicas se ve limitado. Asimismo, el ITESM fomenta el estudio independiente por lo que procura que el alumno pase el mínimo número de horas indispensables en el salón de clases.

Sistema de Institutos Tecnológicos Regionales (SITR)

El SITR cuenta con un gran número de escuelas repartidas a lo largo y ancho de la República Mexicana por lo que pueden existir ligeras diferencias en los planes de estudio, sin embargo, todos siguen una misma estructura la cual es apoyada fuertemente en el área de matemáticas y de ciencias sociales. Los alumnos de el SITR tiene una sólida preparación de ética profesional lo cual les permite formar equipos de trabajo muy productivos. Por otro lado, su preparación en el área de matemáticas les permite desarrollar eficientes métodos técnicos de cálculo de equipos. Cabe destacar que el plan de estudios del SITR cuenta con poco énfasis en el área de Física y Química.

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)

La BUAP es otra de las universidades que dedica un gran número de horas a la impartición de clases, siendo la que mayor número de horas dedica al área de matemáticas. La BUAP cuenta con un plan de estudios bien balanceado en las diferentes áreas académicas el cual se distribuye en las 281 horas totales con las que cuenta el plan de estudios.

ENFOQUE GENERAL DE LA CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA EN MEXICO

México cuenta con una gran variedad de universidades que imparten la carrera de ingeniería química, el enfoque de las principales ocho universidades se ha identificado en este capítulo y se puede observar que cada una cuenta con una manera particular de impartir la carrera. El hecho de tener diferentes enfoques de la carrera de Ingeniería Química permite tener un mayor enriquecimiento de información que resulta benéfico para los programas académicos y de investigación. De esta manera las universidades pueden establecer programas de intercambio que se complementan entre si. Independientemente del énfasis que pone cada universidad en algún área en particular, se puede destacar que los planes de estudio de las universidades mexicanas cuentan con un elevado número de horas clase. Como consecuencia de esta carga académica, los estudiantes dedican menos tiempo al estudio individual y a la exploración de intereses personales.

Debido al enfoque particular de cada universidad, los estudiantes obtienen un perfil característico de dicha universidad, esta característica ha sido bien aprovechada por la industria ya que se ha podido identificar aquellas universidades que otorgan al estudiante conocimientos con mayor afinidad a cierto tipo de industria, de esta manera los industriales han podido establecer programas académicos con aquellas universidades que comparten los mismos intereses. Es así como Petróleos Mexicanos (PEMEX), tiene programas académicos vinculados a la UNAM y al IPN; por su parte, la iniciativa privada tiene programas con el ITESM y la ULSA y así es como cada sector de la industria química encuentra interés en la institución que mejor cumple con su perfil.

En general la Ingeniería Química en México tiene un nivel lo suficientemente elevado para poder cumplir con la demanda de la industria y de la investigación del país. Cabe destacar que en general los planes de estudio tienen una fuerte carga en materias de Ingeniería y una muy ligera carga en materias sociales y humanas, lo cual muestra un oportunidad para poder equilibrar los planes de estudio.

El Plan de estudios General para México es una consolidación de los 8 principales planes de estudio del país por lo que puede considerarse como el óptimo para ser impartido a los estudiantes mexicanos. Específicamente, el plan cuenta con las materias más significativas en el programa de Ingeniería Química y cuenta con el número de horas adecuado para la impartición de cada materia.

EL CRITERIO: Utilizado para la formación del plan de estudios general de la carrera de I.Q. en México:

- a) Se identificaron las materias correspondientes a cada una de las ocho instituciones académicas evaluadas en este estudio y se ordenaron por área académica. (Capítulo 4, Sección 3)
- b) Se formaron matrices de identificación de cada área académica, incluyendo cada una de las universidades y las materias.
- c) Se identificaron las materias que coinciden en cada una de las instituciones académicas.
- d) Para integrar una materia al plan de estudios general, se debe cumplir con el siguiente requisito según el tipo de materia:
 - Si corresponde al núcleo del plan de estudios (Ciencias Básicas, Ciencias de Ingeniería Química y Aplicaciones de Ingeniería Química) ésta debe estar presente en el plan de estudios de al menos seis de las ocho universidades evaluadas (el 75%).
 - Si corresponde al área de materias complementarias (Ingenierías Auxiliares, Económico-Administrativas y Ciencias Sociales) la materia debe estar presente en al menos cuatro de las ocho universidades evaluadas (50%).
 - Existen materias que por su carácter de formación no muestran un patrón en los distintos planes de estudio, sin embargo, se ha establecido un criterio extraordinario que lo coloca dentro del plan de estudios general. Estas materias estarán identificadas con un símbolo de +.

Dicho plan queda distribuido de la siguiente manera:

PLAN DE ESTUDIOS GENERAL DE INGENIERÍA QUÍMICA PARA UNIVERSIDADES DE MEXICO

SEMESTRE ASIGNATURA	1er. SEM.	2do SEM	3er SEM	4to SEM	5to SEM	6to SEM	7mo SEM	8vo SEM	9no SEM
MATEMÁTICAS (27 HRS)	Cálculo Dif. e Integral I Álgebra	Cálculo Dif. e Integral II	Ecuaciones Diferenciales	Estadística					
FÍSICA (18 HRS)	Cinemática y Dinámica	Estática	Electro - magnetismo						
QUÍMICA (41 HRS)	Química General	Química Inorgánica	Química Orgánica I	Química Orgánica II	Química Analítica I	Química Analítica II			
FISICOQUÍMICA (25 HRS)		Termodinámica		Equilibrio Físico	Equilibrio Químico		Cinética Química y Cat.		
INGENIERIA QUÍMICA (80 HRS)		Balances de Materia y Ener.	Fenómenos de Transporte	Flujo de Fluidos	Transferencia de Calor	Procesos de Separación I	Procesos de Separación II Dinámica y Control de Pro.	Ingeniería de Reactores Simulación y Optimización	Ingeniería de Proyectos
OTRAS INGENIERIAS (8 HRS)				Ingeniería Mecánica	Ingeniería Eléctrica	Ingeniería Ambiental			
ECONOMICO ADMINISTRA. (11 HRS)						Ingeniería Económica I	Ingeniería Económica II	Administración Industrial	
AUXILIARES (32 HRS)		Programación y Computación	Métodos Numéricos			Técnicas de Información +	Seguridad Industrial +	Desarrollo Empresarial +	Investigación de Operaciones
SOCIALES Y HUMANAS (5 HRS)					Ética Profesional +			Relaciones Humanas +	
OPTATIVAS (13 HRS)								Optativa I +	Optativa II +

260 HRS

CAPITULO SEIS

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PLANES DE ESTUDIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA EN MÉXICO CON RESPECTO A LOS DE ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA Y CANADÁ

La Ingeniería Química es una carrera de carácter internacional, específicamente, esta carrera se imparte de manera importante en los Estados Unidos de América y Canadá. A continuación se analizarán los planes de estudio de algunas universidades importantes de estos países y se compararán con los de la Facultad de Química de la UNAM.

Para poder establecer un marco de referencia entre los distintos planes de estudio se ha elaborado un mapa con códigos de colores que facilitan la identificación de las similitudes y diferencias entre los planes de estudio. La referencia se ha tomado en base al plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química de la Facultad de Química de la UNAM

SIMBOLOGÍA DE CUADROS COMPARATIVOS

Las materias marcadas con verde son aquellas que se encuentran contenidas tanto en el plan de estudio de la Facultad de Química de la UNAM como en el plan de estudio de la universidad que se menciona.

Las materias marcadas con azul son aquellas que sin tener el mismo título que las materias contenidas en el plan de estudio de la Facultad de Química de la UNAM, si contienen temas similares por lo que se les puede considerar equivalentes.

Las materias marcadas con rojo son aquellas que solamente se encuentran en el plan de estudios de la universidad mencionada.

**PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE INGENIERIA QUÍMICA
EN LAS PRINCIPALES INSTITUCIONES DE E.U.A. Y CANADA**

Desglose por bloques de materias.

MATEMÁTICAS

<u>Institución</u>	<u>Horas Totales (T/P)</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8 vo Sem.</u>
<i>UNAM</i>	25 (21/4)	Cálculo de función de una variable (5/0)	Cálculo de Fun. de varias variables (3/2)						
<i>Fac. de Química</i>		Álgebra (5/0)	Ecuaciones Diferenciales (3/2)		Estadística (5/0)				
<i>University of Wisconsin</i>	19 (19/0)	Cálculo y Geometría Analítica I (5/0)	Cálculo y Geometría Analítica II (5/0)	Cálculo de Fun. de varias variables (3/0)	Ecuaciones Diferenciales (3/0)				
<i>@ Madison</i>					Estadística (3/0)				
<i>University of Texas</i>	12 (12/0)	Cálculo Diferencial e Integral (4/0)	Cálculo de fun. de varias variables (4/0)	Cálculo Aplicado Avanzado I (4/0)					
<i>@ Austin</i>									
<i>Massachusetts Institute of Technology</i>	18 (18/0)	Cálculo I (6/0)	Cálculo II (6/0)	Ecuaciones Diferenciales (6/0)					
<i>Stanford University</i>	25 (25/0)	Cálculo I (5/0)	Cálculo II (5/0)	Cálculo III (5/0)	Cálculo IV (5/0)	Ecuaciones Diferenciales (5/0)			

Las universidades de Estados Unidos de América y Canadá que serán motivo de análisis en esta tesis son:

- 1) La Facultad de Química de la UNAM.**
- 2) La Universidad de Wisconsin en Madison (EUA)**
- 3) La Universidad de Texas en Austin (EUA)**
- 4) El Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT) (EUA)**
- 5) La Universidad de Stanford (EUA)**
- 6) La Universidad de McGill (Canadá)**
- 7) La Universidad de Toronto (Canadá)**
- 8) La Universidad de Alberta en Edmonton (Canadá)**

MATEMÁTICAS (CONT...)

<u>Institución</u>	<u>Horas Totales (T/P)</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8 vo Sem.</u>
<i>McGill University</i>	17 (17/0)	Cálculo I (4'0)	Cálculo II (4'0)	Cálculo Intermedio (3'0)	Ecuaciones Diferenciales (3'0)	Cálculo Avanzado (3'0)			
<i>University of Toronto</i>	19 (19/0)	Cálculo I (3'0)	Cálculo II (3'0)	Cálculo y Métodos Numéricos (3'0)	Álgebra Lineal Aplicada (3'0)	Estadística (3'0)	Ecuaciones Diferenciales (3'0)		
<i>University of Alberta</i> <i>@ Edmonton</i>	18 (18/0)	Cálculo I (3'0)	Cálculo II (3'0)	Cálculo III (3'0)	Álgebra Lineal (3'0)	Ecuaciones Diferenciales (3'0)	Introducción a Estadística (3'0)		

FÍSICA

<u>Institución</u>	<u>Horas Totales</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8 vo Sem.</u>
<i>Fac. de Química</i>	15 (9/6)	Cinemática y Dinámica (3/2)	Estática (3/2)	Electro- magnetismo (3/2)					
<i>University of Wisconsin @ Madison</i>	13 (13/0)		Física General I (5/0)	Física General II (5/0)			Circuitos Eléctricos y Electrónica (3/0)		
<i>University of Texas @ Austin</i>	14 (12/2)		Física Ingenieril I (3/1)	Física Ingenieril II (3/1)	Mecánica (3/0)		Circuitos Eléctricos y Electrónica (3/0)		
<i>Massachusetts Institute of Technology</i>	12 (12/0)		Física I (6/0)	Física II (6/0)					
<i>Stanford University</i>	9 (9/0)		Mecánica (3/0)	Electricidad (3/0)	Magnetismo (3/0)				

FISICA (CONT...)

<u>Institución</u>	<u>Horas Totales (T/P)</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8 vo Sem.</u>
<i>McGill University</i>	11 (8/3)	Mecánica y Ondas (4/0)	Electromagnetis mo y Óptica (4/0)	Instrumentación y Medición (0/3)					
<i>University of Toronto</i>	10 (6/4)	Electricidad y Magnetismo (3/2)	Dinámica (3/2)						
<i>University of Alberta @ Edmonton</i>	10 (6/4)	Ondas, Óptica y Sonido (3/2)	Mecánica (3/2)						

QUIMICA

<u>Institución</u>	<u>Horas Totales</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8 vo Sem.</u>
<i>Fac. de Química</i>	53 (27/26)	Química General (3/10)	Estructura de la Materia (4 0)	Química Inorgánica (3 3)	Química Orgánica I (3 3)	Química Orgánica II (3 3)	Química de los Procesos Industriales (3 0)		
						Análitica I (3/4)	Análitica II (3 3)		
<i>University of Wisconsin</i>	21 (19/2)	Química General y Analítica I (5 0)	Química General y Analítica II (5 0)	Intro. a Química Orgánica (3 0)	Química Orgánica (3 2)	Química Avanzada (3 0)			
<i>@ Madison</i>									
<i>University of Texas</i>	16 (14/2)	Principios de Química I (3 0)	Principios de Química II (3 0)	Química Orgánica I (3 1)	Química Orgánica II (3/1)				
<i>@ Austin</i>			Introducción a la Práctica Química (2 0)						
<i>Massachusetts Institute of Technology</i>	36 (24/12)	Química General (6 0)	Principios de la Ciencia Química (6 0)	Química Orgánica (6 6)	Química Orgánica II (6 6)				
<i>Stanford University</i>	20 (20/2)	Principios de Química (4 0)	Estructura y Reactividad (4 0)	Compuestos Orgánicos Simples (4 0)	Separaciones Químicas (3/2)	Compuestos Orgánicos Compuestos (3/0)			

QUIMICA (CONT...)

<u>Institución</u>	<u>Horas Totales (T/P)</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8 vo Sem.</u>
<i>McGill University</i>	11 (11/0)	Quimica General (4 0)	Quimica Orgánica I (4 0)	Quimica Orgánica II (3 0)					
<i>University of Toronto</i>	30 (15/15)	Quimica General (3 1.5)	Quimica I (3 1.5)	Quimica Inorgánica (3 6)	Quimica Orgánica I (3 0)	Quimica Orgánica II (3 6)			
<i>University of Alberta</i>	9 (9/0)	Introducción a la Química Universitaria I (3/0)	Introducción a la Química Universitaria II (3/0)	Quimica Orgánica I (3 0)					

FÍSICOQUÍMICA

<u>Institución</u>	<u>Horas Totales</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8 vo Sem.</u>
<i>Fac. de Química</i>	43 (28/15)		Termodinámica (4/3)	Propiedades Termodinámicas (4/2)	Equilibrio Físico (4/2)	Equilibrio Químico (4/2)	Fenómenos de Superficie (4/2)	Cinética Química y Catálisis (4/2)	Electroquímica (4/2)
<i>University of Wisconsin @ Madison</i>	15 (13/2)				Termodinámica de Procesos Químicos (3/0)	Termodinámica de Mezclas (3/0)	Físico- Química (4/2)	Cinética Química y Reactores (3/0)	
<i>University of Texas @ Austin</i>	7 (6/1)				Físicoquímica (3/0)	Termodinámica (3/1)			
<i>Massachusetts Institute of Technology</i>	27 (27/0)		Termodinámica y Cinética (12/0)	Cinética Química y Diseño de Reactores (9/0)	Termodinámica de Ingeniería Química (6/0)				
<i>Stanford University</i>	12 (10/2)			Termodinámica de Equilibrios (2/1)	Cinética y Diseño de Reactores (2/1)	Termodinámica (3/0)	Química Cuántica (3/0)		

FISICOQUIMICA (CONT...)

<u>Institución</u>	<u>Horas Totales (T/P)</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8 vo Sem.</u>
<i>McGill University</i>	6 (6/0)			Termodinámica (3/0)	Fisicoquímica (3/0)				
<i>University of Toronto</i>	24 (9/15)				Termodinámica I (3/5)	Termodinámica II (3/8)	Cinética de Reacción (3/2)		
<i>University of Alberta</i>	15 (15/0)			Ingeniería Termodinámica (3/0)	Propiedades Físicas y Dinámica de Procesos (3/0)	Termodinámica de Ingeniería Química (3/0)	Procesos en Fase de Equilibrio (3/0)	Operaciones de Difusión (3/0)	

INGENIERIA QUIMICA

<u>Institución</u>	<u>Horas Totales</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8vo Sem.</u>	<u>9no Sem.</u>
<i>Fac. de Química</i>	86 (50/36)			Balances de Mat y Energ. (4/4)	Flujo de Fluidos (3/6)	Transferencia de Calor (5/2)	Procesos de Separación I (4/2)	Procesos de Separac. II (5/2)	Ingeniería de Reactores (5/4)	Ingeniería de Proyectos (10/10)
				Fenómenos de Transporte (3/2)				Dinámica y Control de Procesos (3/0)	Simulación y Optimización de Procesos (3/0)	Selección y Especificación de Equipo (3/0)
<i>University of Wisconsin</i>	32 (25/7)				Síntesis de Procesos (3/0)	Introducción a Fenómenos de Transporte (4/2)	Transferencia de Calor y Momentum (3/0)	Ingeniería Química de Materiales (3/0)	Dinámica y Control de Procesos (3/0)	Operación de Procesos (3/0)
<i>@ Madison</i>							Transferencia de Masa (3/0)			Diseño de Procesos (3/5)
<i>University of Texas</i>	28 (26/2)	Introducción a Ingeniería Química (1/0)	Introducción al Análisis de Ingeniería Química (3/0)	Fenómenos de Transporte (3/0)	Procesos de Transporte (3/0)	Procesos de Separación (3/0)	Proyectos y Procesos de Ing. Química (0/2)	Diseño de Reactores (3/0)	Diseño de Procesos (4/0)	
<i>@ Austin</i>						Ingeniería Química de Materiales (3/0)		Control de Procesos (3/0)		
<i>Massachusetts Institute of Technology</i>	75 (57/18)		Mecánica de Fluidos (9/3)	Procesos de Transporte (9/3)	Procesos de Separación (9/3)	Ingeniería Química Integrada I (9/3)	Ingeniería Química Integrada II (9/3)	Proyectos de Ingeniería Química (12/3)		
<i>Stanford University</i>	14 (10/4)			Introducción a Ingeniería Química (2/1)	Mecánica de Fluidos (3/1)	Transporte de Energía y Masa (3/1)	Procesos de Separación (2/1)			

INGENIERIA QUIMICA (CONT...)

<u>Institución</u>	<u>Horas Totales</u> <u>(T/P)</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8 vo Sem.</u>	
<i>McGill University</i>	32 (28/4)	Introducción a Ingeniería Química (4/0)	Procesos de Manufactura Química (3/0)	Mecánica de Fluidos (4/0)		Transferencia de Calor y Masa (4/0)	Procesos de Separación (3/0)	Ingeniería de Reactores (4/4)	Diseño de Procesos (4/0) Proyecto de Diseño (4/0)	
<i>University of Toronto</i>	32 (21/11)			Mecánica de Fluidos (3/0)	Transferencia de Calor (3/0)	Procesos de Separación (3/3)	Transferencia de Masa (3/4)	Reactores (3/0)	Proyecto Final (0/3)	
							Dinámica y Control de Procesos (3/1)	Diseño de Plantas (3/0)		
<i>University of Alberta</i>	42 (24/18)	Orientación a la Ingeniería I (3/0)	Orientación a la Ingeniería II (3/0)	Análisis de Procesos (3/0)	Mecánica de Fluidos (3/1)	Análisis de Reactores Químicos (3/1)	Dinámica y Control de Procesos (3/1)	Diseño de Ingeniería Química I (0/6)	Seminario I (0/1)	Seminario II (0/1)
					Transferencia de Calor (3/1)			Diseño de Ingeniería Química II (0/6)	Practica de Ing. Química (3/0)	

OTRAS INGENIERIAS

<u>Institución</u>	<u>Horas Totales</u> <u>(T/P)</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8vo Sem.</u>	<u>9no Sem.</u>
<i>UNAM</i> Fac. de Química	12 (12/0)				Ingeniería Mecánica (3/0)	Ingeniería Eléctrica (3/0)		Ingeniería Ambiental (3/0)	Ingeniería de Servicios (3/0)	
<i>University of Wisconsin</i> @ <i>Madison</i>	0 (0/0)									
<i>University of Texas</i> @ <i>Austin</i>	0 (0/0)									
<i>Massachusetts Institute of Technology</i>	0 (0/0)									
<i>Stanford University</i>	0 (0/0)									
<i>University of California</i> @ <i>Los Angeles</i>										
<i>Mc Gill University</i>	3 (3/0)								Ingeniería Bioquímica (3/0)	
<i>University of Toronto</i>	0 (0/0)									
<i>University of Alberta</i>	0 (0/0)									

AUXILIARES

<u>Institución</u>	<u>Horas Totales</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8vo Sem.</u>	<u>9no Sem.</u>
<i>Fac. de Química</i>	8 (8/0)		Programación y Computacn (2/0)		Métodos Numéricos (3/0)				Seguridad Industrial (3/0)	Taller de Desarrollo Empresarial**
<i>University of Wisconsin</i>	18 (18/0)		Optativa de Comunicación (2/0)	Optativa de Estudios Liberales I (3/0)	Programación y Computación (1/0)	Solución de Problemas con comp.. (3/0)	Optativa de Estudios Liberales II (3/0)	Optativa de Estudios Liberales III (3/0)	Optativa de Estudios Liberales IV (3/0)	
<i>@ Madison</i>										
<i>University of Texas @Austin</i>	13 (13/0)	Composición y Retórica (3/0)		Obras Maestras de Literatura (3/0)	Aplicación de Computación en Ing. Química (4/0)	Comunicación Técnica (3/0)				
<i>Massachusetts Institute of Technology</i>	3 (3/0)	Introducción de Métodos computacionales (3/0)								
<i>Stanford University</i>	0 (0/0)									
<i>McGill University</i>	12 (12/0)	Vectores y Matrices (3/0)	Seguridad y Salud (1/0)	Composición en Inglés (3/0)	Materiales (3/0)	Reportes Técnicos (1/0)	Reportes Técnicos II (1/0)			
<i>University of Toronto</i>	8 (6/2)	Computacion (3/2)	Ingeniería, Sociedad y Medio Ambiente (3/0)							
<i>University of Alberta</i>	12 (12/0)		Programación y Computación (3/0)		Métodos Computación en Ingeniería (3/0)	Aplicaciones Matemáticas (3/0)				

PAQUETES OPTATIVOS

<u>Institución</u>	<u>Horas Totales</u>	<u>Opción 1.</u>	<u>Opción 2.</u>	<u>Opción 3.</u>	<u>Opción 4.</u>	<u>Opción 5.</u>	<u>Opción 6.</u>	<u>Opción 7.</u>	<u>Opción 8.</u>
<i>Fac. de Química</i>	9 (6/3)	Polimeros I (3/2)	Materiales I (3/2)	Energéticos I (3/2)	Petroquímica I (3/2)	Económico I (3/2)			
		Polimeros II (3/1)	Materiales II (3/2)	Energéticos II (3/2)	Petroquímica II (3/2)	Económico II (3/2)			
<i>University of Wisconsin @ Madison</i>	6 (6/0)	Optativa Libre I (3/0)	Optativa Libre I (3/0)						
<i>University of Texas @ Austin</i>	6 (6/0)	Química I (3/0)	Matemáticas (3/0)	Química II (3/0)	Matemáticas (3/0)				
<i>Massachusetts Institute of Technology</i>	6 (6/0)	Polimeros (3/0)	Materiales (3/0)	Polimeros (3/0)	Materiales (3/0)				
<i>Stanford University</i>	0 (0/0)								
<i>Mc Gill University</i>	6 (3/0)	Ingeniería Química I (3/0)	Ingeniería Química II (3/0)						

ECONOMICO - ADMINISTRATIVAS

<u>Institución</u>	<u>Horas</u> <u>Totales</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8vo Sem.</u>	<u>9no Sem.</u>
<i>Fac. de Química</i>								Ingeniería Económica I	Ingeniería Económica II Administración Industrial	

SOCIALES Y HUMANAS

<u>Institución</u>	<u>Horas Totales</u>	<u>1er Sem.</u>	<u>2do Sem.</u>	<u>3er Sem.</u>	<u>4to Sem.</u>	<u>5to Sem.</u>	<u>6to Sem.</u>	<u>7mo Sem.</u>	<u>8vo Sem.</u>	<u>9no Sem.</u>
<i>Fac. de Química</i>										Relaciones Humanas
<i>Universidad Iberoamericana</i>										
<i>IPN ESIQUE</i>										
<i>UAM</i>							México Política y Sociedad			
<i>ULSA</i>		Antropología Fisiológica	Realización en Pareja	Relaciones Humanas					Ética Profesional	
<i>ITESM MTY</i>							Sociedad Y Desarrollo			Valores en el Ejercicio Profesional

RESUMEN DE HORAS INVERTIDAS POR AREA POR INSTITUCIÓN.

La siguiente tabla ilustra las horas totales dedicadas por cada institución a la impartición de las materias de cada bloque académico según se presentan en los planes de estudio de cada universidad. De esta manera podemos observar el peso específico de cada área en los diferentes planes de estudio y se puede identificar la inclinación formativa de cada institución.

<u>INSTITUCION</u>	<u>MATE- MATICAS</u>	<u>FISICA</u>	<u>QUIMICA</u>	<u>FISICO- QUIMICA</u>	<u>ING. QUIMICA</u>	<u>OTRAS ING</u>	<u>AUX</u>	<u>ECONO- ADMON</u>	<u>SOCIAL- HUMAN.</u>	<u>OPTATIVA</u>	<u>HORAS TOTALES</u>
UNAM	25 hrs	15 hrs	53 hrs	43 hrs	86 hrs	12 hrs	8 hrs	9 hrs	3 hrs	9 hrs	263 hrs
U. Wisconsin	19 hrs	13 hrs	21 hrs	15 hrs	32 hrs	0 hrs	18 hrs	0 hrs	0 hrs	6 hrs	124 hrs
U. Texas	12 hrs	14 hrs	16 hrs	7 hrs	28 hrs	0 hrs	13 hrs	0 hrs	21 hrs	6 hrs	117 hrs
M.I.T.	18 hrs	12 hrs	34 hrs	27 hrs	75 hrs	0 hrs	3 hrs	0 hrs	0 hrs	6 hrs	175 hrs
Stanford U	25 hrs	9 hrs	20 hrs	18 hrs	14 hrs	6 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs	10 hrs	102 hrs
McGill U.	17 hrs	11 hrs	11 hrs	6 hrs	35 hrs	3 hrs	12 hrs	3 hrs	0 hrs	6 hrs	104 hrs
U. Toronto	21 hrs	10 hrs	30 hrs	24 hrs	23 hrs	0 hrs	8 hrs	3 hrs	9 hrs	6 hrs	134 hrs
U. Alberta	18 hrs	10 hrs	9 hrs	15 hrs	42 hrs	0 hrs	12 hrs	3 hrs	0 hrs	6 hrs	115 hrs
PROMEDIO	19 hrs	12 hrs	24 hrs	19 hrs	42 hrs	2 hrs	9 hrs	2 hrs	4 hrs	6 hrs	140 hrs

* La institución con mayor numero de horas invertidas por área se marca con negritas para su identificación.

Así mismo, se puede mostrar el tiempo invertido por área como porcentaje del total, lo cual nos da una perspectiva diferente de la importancia de cada área en cada institución.

<u>INSTITUCION</u>	<u>MATE- MATICAS</u>	<u>FISICA</u>	<u>QUIMICA</u>	<u>FISICO- QUIMICA</u>	<u>ING. QUIMICA</u>	<u>OTRAS ING</u>	<u>AUX</u>	<u>ECONO- ADMON</u>	<u>SOCIAL- HUMAN.</u>	<u>OPTATIVA</u>	<u>TOTALES</u>
UNAM	10 %	6 %	20 %	16 %	33 %	5 %	3 %	3 %	1 %	3 %	100 %
U. Wisconsin	15 %	10 %	17 %	12 %	26 %	0 %	15 %	0 %	0 %	5 %	100 %
U. Texas	10 %	12 %	14 %	6 %	24 %	0 %	11 %	0 %	18 %	5 %	100 %
M.I.T.	10 %	7 %	19 %	15 %	43 %	0 %	2 %	0 %	0 %	3 %	100 %
Stanford U	29 %	10 %	23 %	21 %	16 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %
McGill U.	16 %	11 %	11 %	6 %	34 %	3 %	12 %	3 %	0 %	6 %	100 %
U. Toronto	16 %	7 %	22 %	18 %	17 %	0 %	6 %	2 %	7 %	4 %	100 %
U. Alberta	16 %	9 %	8 %	13 %	37 %	0 %	10 %	3 %	0 %	5 %	100 %
PROMEDIO	15 %	9 %	17 %	13 %	29 %	1 %	7 %	1 %	1 %	34 %	100 %

INTEGRACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS GENERAL DE LA CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA RESPECTO A ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA Y CANADÁ

A partir de la identificación de las materias que componen el plan de estudios de cada universidad, se puede obtener una simplificación de todos los planes de estudio y llegar a un plan de estudios general de la carrera de Ingeniería química Respecto a Estados Unidos de América y Canadá.

El objetivo de obtener un plan de estudios general es el de poder establecer un criterio sobre el cual se base la construcción y la revisión de los planes de estudio de las distintas universidades. El plan de estudios general se formará con aquellas materias que se consideren indispensables para la formación de los ingenieros químicos de nuestro país y para ello se han tomado las siguientes características:

Toda materia contenida en el plan de estudios general deberá:

- a) Contener temas de estudio iguales o equivalentes en por lo menos el 75% de las universidades.
- b) La materia deberá impartirse en por lo menos el 75% de las universidades.
- c) La materia deberá ser parte central o auxiliar del a carrera de Ingeniería Química.
- d) La materia deberá aportar información relevante para el mejor aprovechamiento de los cursos subsecuentes.
- e) Existen materias que por su carácter de formación no muestran un patrón en los distintos planes de estudio, sin embargo, se ha establecido un criterio extraordinario que lo coloca dentro del plan de estudios general. Estas materias estarán identificadas con un símbolo de +.

Con base a lo anterior se ha creado una matriz de materias en la cual se observa de manera gráfica aquellas materias que han sido seleccionadas para formar parte de el plan de estudios general de la carrera de ingeniería química.

INTEGRACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS GENERAL

1.- AREA DE MATEMÁTICAS

<u>ASIGNATURA</u>	<u>UNAM</u>	<u>WISCONSIN</u>	<u>TEXAS</u>	<u>MIT</u>	<u>STANFORD</u>	<u>McGILL</u>	<u>TORONTO</u>	<u>ALBERTA</u>
Cálculo Diferencial e Integral I	•	•	•	•	•	•	•	•
Cálculo Diferencial e Integral II	•	•	•	•	•	•	•	•
Ecuaciones Diferenciales	•	•		•	•	•	•	•
Estadística	•	•				•	•	•
Algebra	•						•	•
Calculo Avanz. I			•		•	•	•	•
Cálculo Avanz II					•	•		

2.- AREA DE FISICA

ASIGNATURA	UNAM	WISCONSIN	TEXAS	MIT	STANFORD	McGILL	TORONTO	ALBERTA
Cinemática y Dinámica	•	•	•	•			•	
Estática	•	•	•	•				
Electromagnetismo	•				•	•	•	
Mecánica			•	•	•	•		•
Circuitos Eléctricos y Electr.		•	•					
Instrumentación y Medición						•		
Ondas, Óptica y Sonido								•

3.- AREA DE QUIMICA

<u>ASIGNATURA</u>	<u>UNAM</u>	<u>WISCONSIN</u>	<u>TEXAS</u>	<u>MIT</u>	<u>STANFORD</u>	<u>McGILL</u>	<u>TORONTO</u>	<u>ALBERTA</u>
Química General	•	•	•	•	•	•	•	•
Química Inorgánica	•	•	•	•			•	•
Química Orgánica I	•	•	•	•	•	•	•	•
Química Orgánica II	•	•	•	•	•	•	•	
Química Analítica I	•							
Química Analítica II	•							
Estructura de la Materia	•				•			
Química de los Procesos Industriales	•						•	
Separaciones Químicas		•			•			

4.- AREA DE FISICOQUIMICA

ASIGNATURA	UNAM	WISCONSIN	TEXAS	MIT	STANFORD	McGILL	TORONTO	ALBERTA
Termodinámica	•	•	•	•	•	•	•	•
Equilibrio Físico	•	•	•	•	•	•	•	•
Equilibrio Químico	•	•	•	•	•	•	•	•
Cinética Química y Catálisis	•	•		•	•		•	•
Electroquímica	•		•					
Propiedades Termodinámicas	•							
Fenómenos de Superficie	•				•			
Química Cuántica								

5.- AREA DE INGENIERIA QUIMICA

ASIGNATURA	UNAM	WISCONSIN	TEXAS	MIT	STANFORD	McGILL	TORONTO	ALBERTA
Balances de Materia y Energia	•	•	•		•	•		•
Fenómenos de Transporte	•	•	•	•				
Flujo de Fluidos	•		•	•	•	•	•	•
Transferencia de Calor	•	•	•	•	•	•	•	•
Procesos de Separación I	•	•	•	•	•	•	•	•
Procesos de Separación II	•	•	•	•			•	•
Ingeniería de Reactores	•	•	•	•	•	•	•	•
Ingeniería de Proyectos	•	•	•	•		•	•	•
Dinámica y Control de Procesos	•	•	•				•	•
Simulación y Optimización de Procesos	•	•	•			•	•	•
Selección y Especificación de Equipo	•							
Procesos de Manufactura Química						•		

6.- AREA DE OTRAS INGENIERIAS

ASIGNATURA	UNAM	WISCONSIN	TEXAS	MIT	STANFORD	McGILL	TORONTO	ALBERTA
Ingeniería Mecánica	•							
Ingeniería Eléctrica	•							
Ingeniería Ambiental	•							
Ingeniería de Servicios	•							
Ingeniería Bioquímica							•	

7.- AREA AUXILIARES

ASIGNATURA	UNAM	WISCONSIN	TEXAS	MIT	STANFORD	McGILL	TORONTO	ALBERTA
Programación y Computación	•	•		•			•	•
Metodos Numéricos	•							•
Seguridad Industrial	•					•		
Desarrollo Empresarial	•							
Comunicación		•	•					
Solución de Problemas con computación		•	•					•
Composición y Retórica			•			•		
Obras Maestras de Literatura			•					
Vectores y Matrices						•		
Materiales						•		
Reportes Técnicos						•		

8.- AREA ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS

<u>ASIGNATURA</u>	<u>UNAM</u>	<u>WISCONSIN</u>	<u>TEXAS</u>	<u>MIT</u>	<u>STANFORD</u>	<u>McGILL</u>	<u>TORONTO</u>	<u>ALBERTA</u>
Ingeniería Económica I	•	•	•	•	•	•	•	•
Ingeniería Económica II	•	•	•	•	•		•	
Administración Industrial	•		•		•	•	•	
Contabilidad Financiera			•			•	•	
Administración de la producción						•		•

CAPITULO SIETE

ENFOQUE ACADEMICO ACTUAL DE LA CARRERA DE INGENIERIA QUÍMICA EN ESTADOS UNIDOS DE AMERICA Y CANADA

En el capítulo seis se muestran los planes de estudio de algunas universidades de Estados Unidos de América y Canadá que imparten la carrera de Ingeniería Química. Es importante destacar que estos planes se presentan en distintos formatos para facilitar su análisis y poder identificar el enfoque académico actual de la carrera de Ingeniería Química en E.U.A. y Canadá. De acuerdo al análisis del capítulo seis se puede identificar la carga académica de cada área dentro de los planes de estudio de cada universidad.

La siguiente tabla muestra las horas totales invertidas por cada universidad para impartir el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química. Las cifras están dadas en horas/semana.

TABLA 1

INSTITUCION	UNAM	WISCONSIN	TEXAS	M.I.T.	STANFORD	McGILL	TORONTO	ALBERTA
HORAS TOTALES	263	124	117	175	102	104	134	115

Es importante resaltar la gran diferencia que existe en el número de horas totales dedicadas a la carrera de Ingeniería Química en México respecto al de las Universidades de Estados Unidos de América y Canadá.

La siguiente tabla muestra el porcentaje de tiempo dedicado a cada área académica por parte cada universidad.

INSTITUCION	MATE- MATICAS	FISICA	QUIMICA	FISICO- QUIMICA	ING. QUIMICA	OTRAS ING	AUX	ECONO- ADMON	SOCIAL- HUMAN.	OPTATIVA
UNAM	10%	6%	20%	16%	33%	5%	3%	3%	1%	3%
WISCONSIN	15%	10%	17%	12%	26%	0%	15%	0%	0%	5%
TEXAS	10%	12%	14%	6%	24%	0%	11%	0%	18%	5%
M.I.T.	10%	7%	19%	15%	43%	0%	2%	0%	0%	3%
STANFORD	29%	10%	23%	21%	16%	0%	0%	0%	0%	0%
McGILL	16%	11%	11%	6%	34%	3%	12%	3%	0%	6%
TORONTO	16%	7%	22%	18%	17%	0%	6%	2%	7%	4%
ALBERTA	16%	9%	8%	13%	37%	0%	10%	3%	0%	5%
PROMEDIO	15%	9%	17%	13%	29%	1%	7%	1%	3%	4%

Al igual que en el caso de las universidades mexicanas, la tabla anterior resulta de gran utilidad para aquellos estudiantes recién egresados de preparatoria que estén interesados en estudiar Ingeniería Química en países como Estados Unidos y Canadá, ya que les facilitará identificar el plan de estudios que les resulte más atractivo de acuerdo a su interés académico y al perfil de egresado que desean obtener una vez que hayan concluido la carrera. Cabe mencionar que independientemente al porcentaje de horas designadas a cada materia se debe considerar el número de horas totales, ya que éstas varían de acuerdo a cada institución (ver tabla 1 del capítulo 6).

Las principales universidades de E.U.A. y Canadá que imparten la carrera de Ingeniería Química muestran un enfoque específico de cada universidad según se muestra a continuación:

University of Wisconsin at Madison (UW)

La Universidad de Wisconsin presenta uno de los planes de estudio más tradicionales de Ingeniería Química en E.U.A., esto se debe a que Wisconsin fue de las primeras Universidades en impulsar la impartición de esta carrera. El plan de estudios de Wisconsin es balanceado y cuenta con un número de horas totales (124 hrs) muy similar al promedio. Se destaca por ofrecer una combinación única del estudio de la química junto con matemáticas y física. Asimismo dedica gran parte del tiempo al estudio de materias de carácter auxiliar, tales como Comunicación, Computación y Solución de Problemas.

University of Texas at Austin (UT)

La carrera de Ingeniería Química en la Universidad de Texas se caracteriza por tener una fuerte carga de materias en el área de Física. Debido al énfasis que se dedica a la física, se pierde un poco de concentración en las áreas de Matemáticas y Físicoquímica principalmente. Por otra parte, las materias de carácter social tienen mucha importancia en el plan de estudios de esta universidad, ya que le dedican aproximadamente el 18% del tiempo total donde se discuten temas de la historia y política de Estados Unidos.

Massachusetts Institute of Technology (MIT)

En el MIT se imparte la carrera de Ingeniería Química con uno de los planes de estudio más atractivos en cuanto al área de Ingeniería Química. Específicamente, el MIT dedica 43% del tiempo a impartir materias relacionadas con la Ingeniería Química, cabe destacar que se dedican muchas horas al laboratorio. Por su parte, las áreas sociales y humanas no son muy apoyadas por este plan de estudios. El plan de estudio del MIT dedica 175 horas a la impartición de clases, el más elevado entre las universidades de E.U.A. y Canadá. El área de investigación del MIT es reconocida mundialmente ya que ha contribuido con importantes aportaciones tecnológicas a la sociedad. Destaca el prestigio que ha adquirido esta universidad como resultado del premio Nóbel otorgado a Dr. Mario Molina, Ingeniero Químico mexicano egresado de la UNAM que realiza estudios de investigación en el MIT.

Stanford University (SU)

Stanford se distingue por tener un plan de estudios con el menor número de horas clase ya que sólo cuenta con 102 horas totales, debido a esto, los estudiantes tienen la oportunidad de dedicar más tiempo al estudio independiente, lo cual ayuda a un enriquecimiento favorable a la clase. Dentro del corto plan de estudios, Stanford dedica la mayor parte del tiempo al área de Matemáticas y Química principalmente, dejando un menor número de horas para la impartición de las materias propias de Ingeniería Química. Cabe destacar que el programa de Ingeniería Química de Stanford cuenta con la acreditación del ABET. (Para conocer más sobre esta acreditación consúltese el capítulo ocho)

McGill University (Canadá)

Al igual que Stanford, la Universidad de McGill cuenta con pocas horas totales de clase (106) las cuales se imparten en solo ocho semestres y existe la posibilidad de reducirlos a siete de acuerdo al avance académico de cada alumno. Específicamente, McGill pone énfasis en el área de Ingeniería Química dedicándole el 34% del tiempo total, este porcentaje es solo menor al del MIT y muy superior al promedio de 29%. Por otra parte, la Universidad de McGill también ofrece cursos auxiliares que comprenden lecturas y redacción de reportes técnicos.

University of Toronto (Canada)

La Universidad de Toronto se destaca por tener un muy buen programa de Química y Fisicoquímica, ya que ofrece cursos muy completos y les dedica un importante número de horas. En cuanto al área de Ingeniería Química, la Universidad de Toronto presenta un programa modesto con sólo 23 horas dedicadas a esta área mientras el promedio indica 42 horas para las materias del área de Ingeniería Química. Adicionalmente, la Universidad de Toronto dedica el 7% de su plan de estudios a materias de carácter social y humano.

University of Alberta (Canada)

La Universidad de Alberta en Canadá, presenta un plan de estudios que concentra su mayor número de horas a la impartición de las materias del área de Ingeniería Química dedicándole el 37% del total. Se destaca la flexibilidad del plan de estudios de esta universidad, ya que existen varios paquetes optativos y algunas materias pueden ser remplazadas por otras de carácter similar, de esta manera el estudiante le puede dar el enfoque que más le interese al desarrollo de la carrera.

ENFOQUE GENERAL DE LA CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA EN ESTADOS UNIDOS DE AMERICA Y CANADA

En general los planes de estudio de las universidades de Estados Unidos de América y Canadá cuentan con un reducido número de horas totales, lo cual ofrece a los estudiante una gran libertad para enfocarse en aquellos temas que más les llaman la atención. Para fomentar el estudio independiente, las universidades de Estados Unidos y Canadá ofrecen a los estudiantes el hospedaje dentro del campus universitario, propiciando un ambiente de concentración y estudio. Adicionalmente, se destaca la uniformidad de los planes de estudio en cuanto al enfoque de las materias del área de Ingeniería Química, ya que todas las universidades de EUA y Canadá muestran prácticamente el mismo contenido. La similitud en el contenido de los planes de estudio tiene una de sus razones en el sistema de acreditación del Accreditation Board of Engineering Technology (ABET), el cual requiere cierto tipo de plan de estudio para la acreditación, la cual es buscada por todas las universidades.

La característica más sobresaliente de las universidades de Estados Unidos de América y Canadá radica en el proceso de enseñanza - aprendizaje. Generalmente, en las clases impartidas en las universidades de esos países, el profesor da un lineamiento general del tema a discutir y el alumno hace la labor de investigación. De esta manera, el profesor sólo se dedica a la explicación de los detalles y a la solución de las dudas específicas. Este proceso enriquece la discusión y la aportación de opiniones diversas con respecto al tema de clase.

Las universidades de Estados Unidos y Canadá buscan una constante participación por parte de los estudiantes, es por eso que las investigaciones individuales o en grupo fuera de las horas de clase son también una parte fundamental de la preparación del estudiante. Adicionalmente, se puede notar una carencia de horas dedicadas a las materias de administración y/o economía, esto se debe a que la mayoría de los graduados de Ingeniería Química complementan su estudios de economía y/o administración con estudios de postgrado obteniendo así una preparación más completa.

EL CRITERIO: Utilizado para la formación del plan de estudios general de la carrera de Ingeniería Química en EUA y Canadá es el siguiente:

- a) Se identificaron las materias correspondientes a cada una de las ocho instituciones académicas evaluadas en este estudio y se ordenaron por área académica. (Capítulo 6, Sección 3)
- b) Se formaron matrices de identificación de cada área académica, incluyendo cada una de las universidades y las materias.
- c) Se identificaron la materias que coinciden en cada una de las instituciones académicas.
- d) Para integrar una materia al plan de estudios general, se debe cumplir con el siguiente requisito según el tipo de materia:
 - Si corresponde al núcleo del plan de estudios (Ciencias Básicas, Ciencias de Ingeniería Química y Aplicaciones de Ingeniería Química) ésta debe estar presente en el plan de estudios de al menos seis de las ocho universidades evaluadas (el 75%).
 - Si corresponde al área de materias complementarias (Ingenierías Auxiliares, Económico-Administrativas y Ciencias Sociales) la materia debe estar presente en al menos cuatro de las ocho universidades evaluadas (50%).
 - Existen materias que por su carácter de formación no muestran un patrón en los distintos planes de estudio, sin embargo, se ha establecido un criterio extraordinario que lo coloca dentro del plan de estudios general. Estas materias estarán identificadas con un símbolo de +.

NOTA: Existen casos extraordinarios en donde la materia forma parte del plan de estudios general y no cumple totalmente con los criterios anteriores, sin embargo, se considera dentro del plan general por la importancia de la materia según el consejo de acreditación ABET.

El Plan de estudios general de las universidades de E.U.A. y Canadá se presenta a continuación:

PLAN DE ESTUDIOS GENERAL DE INGENIERIA QUÍMICA PARA UNIVERSIDADES DE NORTEAMERICA

SEMESTRE ASIGNATURA	1er. SEM.	2do SEM	3er SEM	4to SEM	5to SEM	6to SEM	7mo SEM	8vo SEM	9no SEM
MATEMÁTICAS (19 HRS)	Cálculo Dif. e Integral I	Cálculo Dif. e Integral II	Ecuaciones Diferenciales						
FÍSICA (12 HRS)	Cinemática y Dinámica	Estática	Electro - magnetismo	Mecánica Aplicada					
QUÍMICA (24 HRS)	Química General	Química Inorgánica	Química Orgánica I	Química Orgánica II					
FISICOQUÍMICA (19 HRS)		Termodinámica		Equilibrio Físico	Equilibrio Químico		Cinética Química y Cat.		
INGENIERIA QUÍMICA (42 HRS)		Balances de Materia y Ener.	Fenómenos de Transporte +	Flujo Fluidos de	Transferencia de Calor	Procesos de Separación I	Procesos de Separación II	Ingeniería de Reactores Simulación y Optimización	Ingeniería de Proyectos
OTRAS INGENIERIAS (2 HRS)				Ingeniería Mecánica +	Ingeniería Eléctrica +	Ingeniería Ambiental +			
ECONOMICO ADMINISTR. (2 HRS)						Ingeniería Económica II	Ingeniería Económica II	Administración Industrial	
AUXILIARES (9 HRS)		Programación y Computación						Optativa	
SOCIALES Y HUMANAS (4 HRS)					Ética Profesional			Relaciones Humanas	
OPTATIVAS (6 HRS)								Optativo I +	Optativo II +

140 HRS

Falta Página

78

CAPITULO OCHO

ORIGEN DE LA ACREDITACION DE LOS PLANES DE ESTUDIO DE LA CARRERA DE INGENIERIA QUÍMICA EN MEXICO

Últimamente los estándares de calidad en la educación han tenido mucho movimiento, como consecuencia de esto, han surgido instituciones que se dedican a la evaluación de los programas académicos de las carreras universitarias. Debido a la necesidad de las universidades de acreditar sus planes de estudio y de los estudiantes de saber el nivel académico de los mismos, se han creado organizaciones no gubernamentales que evalúan de manera externa los planes de estudio de diferentes universidades y dictaminan una acreditación para aquellos que cumplan con los requisitos mínimos establecidos. En México, existe el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI). Este consejo mexicano funciona de manera similar al de los Estados Unidos de América llamado Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET). El CACEI se creó el 6 de Julio de 1994 como resultado del esfuerzo conjunto de varias asociaciones, tales como: la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería de México (ANFEI); el Colegio Nacional de Ingenieros Químicos y Químicos (CONIQQ); el Colegio de Ingenieros Civiles (CIC); y el Colegio de Ingenieros Mecánicos (CIME).

La misión del CACEI es "Acreditar aquellos planes de estudio que cumplan con los requerimientos mínimos para la formación de profesionales, que al graduarse, estarán preparados para asumir las responsabilidades que su profesión demanda."

En el caso de la carrera de Ingeniería Química, la acreditación por parte del CACEI representa el reconocimiento público del programa de una universidad en específico, que cumple con las características mínimas para ofrecer la carrera de Ingeniería Química.

La estructura del Consejo de Acreditación para la Enseñanza de la Ingeniería se constituye de la siguiente manera:

- 1- Asamblea General.**- Se compone de las asociaciones académicas que participan en el CACEI.
- 2- Consejo Consultivo.**-Se encarga de definir los criterios y procedimientos de acreditación.
- 3- Consejo Directivo.**- Desempeña funciones generales de dirección y de administración.
- 4- Secretario Ejecutivo.**- Es responsable de la marcha normal del Consejo y de las Comisiones.
- 5- Comisiones Técnicas.**- Dictaminan acerca de la acreditación de los programas del área correspondiente.
- 6- Secretarios Técnicos.**-Coordinan el trabajo de las comisiones técnicas.

El CACEI busca independencia económica de los fondos asignados por parte del gobierno por lo que el proceso de obtención de recursos es mediante las siguientes fuentes:

- a) Las instituciones representadas en la Asamblea General, en el Consejo Directivo y en las Comisiones, (CONIQQ, ANFEI, CIC, CIME, etc), que aportan una cuota anual.
- b) Ingresos por los servicios de acreditación.
- c) Otras Aportaciones.

Es importante reconocer que el CACEI es el principal acreditador de la enseñanza de la ingeniería en las instituciones públicas y privadas del país. Asimismo, contribuye al establecimiento de paradigmas y modelos de enseñanza de la ingeniería acordes con los avances de la ciencia y la tecnología, y con los requerimientos del ejercicio profesional, derivados tanto de las necesidades de la sociedad como de las de los futuros profesionistas. Es por esto, que las acreditaciones del CACEI resultan de gran valor para los estudiantes, para las instituciones de educación superior, para la sociedad en general y para el gobierno. La acreditación de programas educativos es un recurso muy significativo para la formación del criterio de los empleadores en el momento de contratar al personal calificado, y del de los organismos públicos y privados en la supervisión y apoyo de las instituciones educativas.

El proceso de acreditación contiene los siguientes pasos:

- 1) Solicitud por parte de la universidad ante el CACEI para que sea evaluada;
- 2) Presentación del material preparado por la Universidad a ser evaluado por el CACEI;
- 3) Nombramiento del grupo de profesionistas y profesores que evaluarán el programa académico;
- 4) Revisión de los materiales del autoestudio;
- 5) Visita de evaluación al campus universitario;
- 6) Preparación del reporte preliminar por parte del grupo evaluador;
- 7) Revisión del reporte preeliminar por parte de la universidad;
- 8) Elaboración y dictamen del reporte final con observaciones y comentarios.

Los principales requisitos que establece el CACEI para poder acreditar un programa de Ingeniería Química se mencionan a continuación:

1.- PERSONAL ACADEMICO

- 1.1 Deberá existir una metodología para reclutar y retener al personal académico, así como para evaluarlo periódicamente y determinar su nivel de enseñanza.
- 1.2 Deberá existir una metodología para evaluar la efectividad de enseñanza por parte de los profesores para poder así promoverlos, en esta evaluación se deberá tomar en cuenta la opinión de los estudiantes.

2.- INTEGRACIÓN DEL PERSONAL ACADEMICO

- 2.1 Por lo menos el 20% de las horas asignadas a las materias en las ciencias básicas y matemáticas deberán ser impartidas por profesores que tengan especialidad en este campo.
- 2.2 Por lo menos el 40% de las horas asignadas a materias relacionadas con ingeniería deberán ser impartidas por profesores de tiempo completo con un nivel de estudios de Maestría como mínimo.
- 2.3 Por lo menos el 20% de las horas asignadas a materias relacionadas con Ingeniería Química deberán ser impartidas por profesionales en la materia con al menos 3 años de experiencia profesional.
- 2.4 Por lo menos el 40% de las horas asignadas a las materias de las ciencias básicas y las matemáticas deberán ser impartidas por profesores de tiempo completo.
- 2.5 Por lo menos el 50% de las horas asignadas a las materias relacionadas con ciencias sociales y humanidades deberán ser impartidas por profesores especializados en esta disciplina.
- 2.6 Aquellos profesores dedicados a impartir materias correspondientes a las ciencias básicas y a las ingenierías no deberán impartir clases por mas de 15 horas a la semana para así fomentar la investigación y el estudio independiente.
- 2.7 Deberá existir un temario para cada materia que deberá ser aprobado por el director de la institución, que incluya objetivos, tiempos y horas dedicados a cada tema y un acuerdo por parte del cuerpo académico del objetivo general de curso.
- 2.8 Deberá existir un plan para la formación de aquellos profesores que no cuentan con el grado de maestría para que puedan complementar sus estudios y así poder obtener el título de maestría. Dicho plan deberá ser aprobado por un comité honorario.

3.- EL PLAN DE ESTUDIOS

3.1 El plan de estudios deberá tener una revisión y una adaptación por lo menos cada cinco años.

3.2 El plan de estudios deberá contar con materias correspondientes a los cinco grupos básicos y deberán incluir un número mínimo de horas de teoría y de practica.

GRUPOS DE MATERIAS	MINIMO DE HORAS
Ciencias Básicas y Matemáticas	800 o el 31%
Ciencias de Ingeniería	900 o el 35%
Aplicaciones de Ingeniería Química	400 o el 15%
Ciencias Sociales y Humanas	300 o el 11%
Otros Cursos	200 o el 8%
TOTAL	2,600 (100%)

NOTA: Las horas por materia se calculan de acuerdo a las horas por semana por el número de semanas en el periodo académico.

3.3 El contenido mínimo del curso deberá contener las materias establecidas en los grupos generales (arriba), desglosados de la siguiente manera:

CIENCIAS BASICAS		
Matemáticas	Física	Química
Álgebra	Mecánica	Química General
Cálculo	Electromagnetismo	
Geometría Analítica	Óptica	
Ecuaciones Diferenciales	Termodinámica	
Probabilidad y Estadística	Física Moderna	
Métodos Numéricos	Estructura de la materia	

INGENIERIA QUIMICA		
Ciencias de Ingeniería	Ingeniería Aplicada	Ingeniería Aplicada (cont.)
Fenómenos de Transporte	Flujo de Fluidos	Dinámica y Control de Procesos
Balace de Materia y Energía	Transferencia de Calor	Ingeniería de Reactores
Termodinámica	Procesos de Separación	Ingeniería de Servicios
Cinética Química y Catálisis	Transferencia de Masa	Ingeniería de Proyectos
	Ingeniería de Procesos	

3.4 El plan de estudios deberá tener una secuencia de materias seriadas en cada periodo y grupo académico.

4.- PROCESO DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE

- 4.1 Se debe demostrar que los estudiantes utilizan computadoras en el proceso de enseñanza - aprendizaje por lo menos 5 horas por semana a lo largo de la impartición del curso.
- 4.2 Se debe demostrar que por lo menos el 90% del programa académico se cubre con la impartición de las materias que conforman el plan de estudios.

5.- INFRAESTRUCTURA

- 5.1 La biblioteca para profesores y alumnos deberá contener por lo menos 5 títulos diferentes para cada materia del plan de estudios y por lo menos 3 ejemplares para los estudiantes registrados en el curso.
- 5.2 Deberá existir por lo menos una computadora o terminal por cada 20 estudiantes registrados, destinada para el uso exclusivo de los alumnos, o en el caso de que exista una computadora central, cada estudiante deberá tener por lo menos 5 horas a la semana para utilizarla.
- 5.3 Los laboratorios de práctica deberán ser los indispensables según se establece en el manual de referencia del comité de ingeniería y tecnología.
- 5.4 Para que un laboratorio de enseñanza cumpla su función, deberá tener una correcta relación entre el número de estudiantes y el inventario del equipo a utilizar.
- 5.5 Cada salón de clases deberá contar por lo menos con un área de 1.2 m² por estudiante, así como con las condiciones adecuadas para la impartición de clase.
- 5.6 Los profesores de tiempo completo deberán contar con un cubículo individual y áreas de trabajo adecuadas.

6.- INVESTIGACIÓN

- 6.1 Deberán existir por lo menos dos líneas de investigación claramente definidas para la investigación o el desarrollo tecnológico relacionado con los temas que se cubren en el departamento de Ciencias Básicas. Tales líneas de investigación deberán ser dirigidas por profesores de tiempo completo; deberán demostrar resultados constructivos, y los estudiantes deberán participar en tales actividades.

7.- VINCULACION EXTERIOR

7.1 El programa académico deberá tener una vinculación formal y sólida con las actividades que ocurren en el sector social o industrial.

El CACEI es el principal organismo no gubernamental que evalúa programas académicos de ingeniería en México, sin embargo, este organismo está íntimamente ligado a los Comités Institucionales para la Evaluación de la Educación superior (CIEES), que ofrecen un constante apoyo al CACEI en materia de evaluación y dictaminación.

Dentro de las instituciones académicas que cuentan con la acreditación del CACEI para la carrera de Ingeniería Química están:

INSTITUCIÓN ACREDITADA	CAMPUS	FECHA DE ACR.
1) Universidad Iberoamericana.	Santa Fé.	20/AGO/97
2) Inst. Tec. y de Estudios Sup. de Monterrey.	Tec. Monterrey	20/AGO/97
3) Universidad de Guanajuato.	Guanajuato	20/AGO/98
4) Universidad Autónoma de San Luis Potosí	S.L.P.	04/FEB/99
5) Universidad Autónoma de Yucatán	Mérida	04/FEB/99
6) Universidad Autónoma Metropolitana.	Iztapalapa	12/FEB/00
7) Instituto Politécnico Nacional.	ESIQUE	03/MZO/01
8) Tec. de Estudios Superiores de Ecatepec.	Ecatepec	03/MZO/01

* Instituciones Acreditadas al primer semestre del año 2001.

CAPITULO NUEVE

POSICIONAMIENTO DE LOS PLANES DE ESTUDIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL

La Ingeniería Química es una carrera de gran importancia a nivel mundial. La mayoría de los países otorgan una gran dedicación a esta carrera debido a su fuerte relación con la industria del proceso. En general, el hombre tiene la necesidad de elaborar artículos, que abarcan una gran variedad de productos como los destinados a la industria alimenticia, detergentes, automotriz, combustibles, electrodomésticos, y construcción. La mayoría de las materias primas utilizadas en este tipo de industrias son resultado de procesos industriales y muchos de ellos tienen que ver con procesos químicos. Asimismo, la Ingeniería Química es una de las pocas carreras que puede tener orientaciones tanto científicas como empresariales, lo cual la hace una carrera muy versátil y atractiva para las personas que buscan incursionar en ambos campos profesionales.

La carrera de Ingeniería Química tiene una alta popularidad en los grandes consorcios industriales y algunas de las razones de esta popularidad se deben al tipo de formación que obtiene el egresado, ya que adquiere habilidades analíticas destacadas, eficiente evaluación y solución de problemas, cultura de toma de decisiones, buen desempeño en trabajo de equipo, capacidad de síntesis de información, optimización y evaluación de procesos. Debido a esto es común encontrar en puestos directivos e incluso de dirección general a Ingenieros Químicos. Todas estas cualidades son producto del buen funcionamiento del plan de estudios. Cabe mencionar, que el plan de estudios de Ingeniería Química es congruente en la mayoría de las universidades alrededor del mundo, esto ofrece una gran ventaja para la industria ya que el perfil básico del ingeniero químico es similar en todos los países.

Asimismo, los planes de estudio de Ingeniería Química se han mantenido a la vanguardia, ya que el mundo globalizado demanda profesionistas con altos estándares de preparación académica, y es por esto, que el plan de estudios de Ingeniería Química de las universidades mexicanas comparte el 90% de las materias con el plan de estudios de Estados Unidos y Canadá, la diferencia primordial radica en el proceso de enseñanza aprendizaje, donde México dedica más de 250 horas, mientras Estados Unidos y Canadá solo dedican 140 horas a la semana a la impartición de clases. El proceso de enseñanza-aprendizaje es esencial para la formación del Ingeniero Químico. Cabe resaltar que el sistema de enseñanza-aprendizaje en EUA y Canadá motiva el estudio independiente, lo cual tiene como consecuencia una mayor formación de criterios y participación por parte del alumno, asimismo, se fomenta la discusión y el análisis de los

temas relacionados con la carrera. Por su parte en México, se prefiere impartir un gran número de horas en el salón de clases para asegurarse que el alumno adquiriera la mayor cantidad de conocimientos posibles y a partir de ahí, se puede formar un criterio más orientado. Sin embargo, en las universidades mexicanas existen pocos espacios para la discusión y el análisis. Durante la carrera de Ingeniería Química se adquieren tres cualidades fundamentales: amplios conocimientos, fuertes habilidades analíticas y actitudes de decisión. Los conocimientos son lo que uno sabe, las habilidades son el potencial para manejar el conocimiento, y las actitudes son tendencias estables a pensar, sentir y actuar en función a ciertos valores asumidos conscientemente.

Es importante destacar que una variable que muestra una diferencia significativa entre los planes de estudio de México con respecto a los de Estados Unidos y Canadá son las horas dedicadas a la práctica. A continuación se muestra una tabla de horas dedicadas al laboratorio en cada uno de los planes de estudio.

TABLA DE HORAS IMPARTIDAS EN EL LABORATORIO EN LAS PRINCIPALES INSTITUCIONES DE MEXICO, ESTADOS UNIDOS DE AMERICA Y CANADA.

	Física	Química	Fisicoquímica	Ing. Química	Otras Ing.
UNAM	6	27	15	14	0
UIA	0	10	4	10	2
IPN	8	24	18	22	0
UAM	13	15	0	18	0
ULSA	4	16	10	16	5
ITESM	2	6	3	14	0
SITR	4	12	6	32	0
BUAP	6	22	10	20	4
PROMEDIO MEXICO	5.4	16.4	8.2	27.4	1.4
WISCONSIN	0	2	2	7	0
TEXAS	2	2	1	2	0
M.I.T.	0	12	0	6	0
STANFORD	0	2	2	4	0
McGILL	3	0	0	4	0
TORONTO	4	15	15	11	0
ALBERTA	4	0	0	18	0
PROMEDIO USA / CAN	1.9	4.7	2.9	7.7	0

Como se puede observar en la tabla anterior, las universidades mexicanas dedican un mayor tiempo a la práctica en el laboratorio, lo que ofrece un mejor entendimiento de los fenómenos físicos y químicos relacionados con la carrera de Ingeniería Química. Posteriormente, esto se traduce en un mejor desempeño en actividades técnicas en la industria.

Dentro de los planes de estudio de las universidades analizadas se encuentra un área de materias optativas, la cual es de gran importancia, ya que esta definirá la orientación que el estudiante desee obtener. A continuación se muestran los paquetes de materias optativas de las principales universidades:

TABLA DE MATERIAS OPTATIVAS IMPARTIDAS EN EL LABORATORIO EN LAS PRINCIPALES INSTITUCIONES DE MEXICO, ESTADOS UNIDOS DE AMERICA Y CANADÁ.

MEXICO	Paquete 1	Paquete 2	Paquete 3	Paquete 4	Paquete 5
UNAM	Polímeros	Materiales	Energéticos	Petroquímica	Económico
UIA	Polímeros	Materiales	Energéticos	Petroquímica	
IPN	Economía	Ingeniería	Fisicoquímica	Diseño	Procesos
UAM	Física	Informática	Matemáticas	Idioma	
ULSA	Petróleo	Operaciones	Polímeros	Alimentos	Humanidades
ITESM	Redacción	Ecología	Comunicación	Liderazgo	Sociedad
SITR	No cuenta	con materias	optativas.		
BUAP	Ingeniería	Petroquímica	Humanidades	Física	

EUA Y CANADA	Paquete 1	Paquete 2	Paquete 3	Paquete 4	Paquete 5
WISCONSIN	Ingeniería	Humanidades	Comunicación	Abierta	
TEXAS	Proceso	Polímeros	Materiales	Ecología	Biología
M.I.T.	Proceso	Ecología	Materiales	Bioquímica	
STANFORD	Tecnología	Ingeniería Q.	Fisicoquímica		
McGILL	Proceso	Ecología	Fisicoquímica		
TORONTO	Informática	Ecología	Procesos	Electroquímica	
ALBERTA	Informática	Diseño	Ingeniería	Procesos	Química

En la tabla de paquetes optativos se puede observar una tendencia por parte de las universidades mexicanas hacia el área de petróleo y petroquímica, esto obedece al interés nacional por este tan importante recurso. Por su parte, las universidades de EUA y Canadá muestran una orientación hacia el medio ambiente y la informática.

Con base en el análisis de los planes de estudio de México, Estados Unidos y Canadá se obtuvo un plan de estudios que reúne los requisitos de los tres países y combina un número de horas que permite el estudio independiente y a su vez, permite al profesor impartir su clase con detalles, sin un límite reducido de horas.

A pesar de que los planes de estudio de la carrera de Ingeniería Química entre México, Estados Unidos y Canadá son muy similares en cuanto a materias, las horas clase si cuentan con una diferencia significativa, por lo tanto, la selección del plan de estudios general de la carrera de Ingeniería Química se ha conformado en base al siguiente criterio:

CRITERIO PARA LA SELECCIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS
GENERAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

Los principales elementos que se consideraron para la formación del plan de estudios general son:

- a) Las materias presentes en los planes de estudio de las principales ocho universidades de México.
- b) Las materias presentes en los planes de estudio de las principales ocho universidades de EUA y Canadá.
- c) Las horas dedicadas a la impartición de cada materia tanto en México, EUA y Canadá.
- d) Los requerimientos de las instituciones acreditadoras de los planes de estudio, CACEI y ABET.

El proceso que se siguió para identificar a las materias correspondientes al plan de estudios general de la carrera de Ingeniería Química fue el siguiente:

- 1) Se identificaron las materias correspondientes a cada una de las dieciséis instituciones académicas evaluadas en este estudio y se ordenaron por área académica.
- 2) Se formaron matrices de identificación de cada área académica, incluyendo cada una de las universidades y las materias.
- 3) Se identificaron las materias que coinciden en cada una de las instituciones académicas.
- 4) Para integrar una materia al plan de estudios general, se debe cumplir con el siguiente requisito según el tipo de materia:
 - Si corresponde al núcleo del plan de estudios (Ciencias Básicas, Ciencias de Ingeniería Química y Aplicaciones de Ingeniería Química) ésta debe estar presente en el plan de estudios de al menos doce de las dieciséis universidades evaluadas (el 75%).
 - Si corresponde al área de materias complementarias (Ingenierías Auxiliares, Económico-Administrativas y Ciencias Sociales) la materia debe estar presente en al menos ocho de las dieciséis universidades evaluadas (50%).
 - Existen materias que por su carácter de formación no muestran un patrón en los distintos planes de estudio, sin embargo, se ha establecido un criterio extraordinario que lo coloca dentro del plan de estudios general. Estas materias estarán identificadas con un símbolo de +.

- 5) Para definir el número de horas dedicadas a cada materia se tomó un promedio aritmético entre el plan de estudios de México y de EUA y Canadá, éste criterio fue arbitrario con el objetivo de poder lograr una combinación óptima y una debida práctica del sistema de enseñanza-aprendizaje. Asimismo, se cumplió con el número de horas requeridos por el ABET y el CACEI.

NOTA: Existen casos extraordinarios en donde la materia forma parte del plan de estudios general y no cumple totalmente con los criterios anteriores, sin embargo, se considera dentro del plan general por la importancia de la materia según los consejos de acreditación CACEI y ABET.

A continuación se presenta el plan de estudios general de la zona de Norteamérica de la carrera de Ingeniería Química. Este plan de estudios es el resultado del análisis del contenido de las materias en cada una de las áreas académicas de todas las universidades y las horas dedicadas a cada materia; lo que nos conduce a un plan de estudios equilibrado en materias y en horas de clase. Cabe destacar que el plan de estudios que se presenta se considera como la base esencial de cualquier plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química en México, Estados Unidos y Canadá, por lo tanto, no debe existir ningún plan de estudios acreditado por el CACEI o el ABET que no cuente con las materias que aquí se mencionan.

**PLAN DE ESTUDIOS GENERAL DE INGENIERIA QUÍMICA PARA UNIVERSIDADES
DE NORTEAMÉRICA (MEXICO – ESTADOS UNIDOS Y CANADA)**

SEMESTRE ASIGNATURA	1er. SEM.	2do SEM	3er SEM	4to SEM	5to SEM	6to SEM	7mo SEM	8vo SEM	9no SEM
MATEMÁTICAS (23 HRS)	Cálculo Dif. e Integral I	Cálculo Dif. e Integral II	Ecuaciones Diferenciales						
FÍSICA (15 HRS)	Cinemática y Dinámica	Estática	Electro – magnetismo	Mecánica Aplicada					
QUÍMICA (33 HRS)	Química General	Química Inorgánica	Química Orgánica I	Química Orgánica II					
FISICOQUÍMICA (22 HRS)		Termodinámica		Equilibrio Físico	Equilibrio Químico		Cinética Química y Catálisis		
INGENIERIA QUÍMICA (62 HRS)		Balances de Materia y Energía.	Fenómenos de Transporte	Flujo de Fluidos	Transferencia de Calor	Procesos de Separación I	Procesos de Separación II	Ingeniería de Reactores	Ingeniería de Proyectos
OTRAS INGENIERIAS (5 HRS)				Ingeniería Mecánica	Ingeniería Eléctrica	Ingeniería Ambiental			
ECONOMICO ADMINISTRA. (8 HRS)						Ingeniería Económica I	Ingeniería Económica II	Administración Industrial	
AUXILIARES (21 HRS)		Programación y Computación						Optativa	
SOCIALES Y HUMANAS (5 HRS)								Relaciones Humanas	
OPTATIVAS (10 HRS)								Optativo I	Optativo II

204 HORAS

CAPÍTULO DIEZ

IMPACTO DE LOS PLANES DE ESTUDIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA EN EL DESARROLLO PROFESIONAL

El egresado de Ingeniería Química es un profesionista que se dedica a desarrollar actividades propias de su carrera en el campo de la ingeniería de procesos, simulación, optimización, y evaluación de procesos, diseño de plantas, evaluación de proyectos y de equipos. Para poder desempeñar sus funciones de manera adecuada, es necesario que tenga una formación sólida y completa de conocimientos relacionados a su área de trabajo, es por esto, que el plan de estudios cumple una función muy importante en la preparación del profesionista. Adicionalmente, el Ingeniero Químico también se considera un profesional con capacidad y conocimientos generales, que puede incorporarse a cualquier área de trabajo que exija su profesión.

La Ingeniería Química es reconocida como una de las carreras más completas en cuanto a preparación se refiere. En mayor parte, esto se debe a la estructura del plan de estudios que ofrece una combinación de materias que desarrollan las capacidades analíticas del individuo. No es difícil encontrar alumnos que deciden estudiar Ingeniería Química por las grandes oportunidades profesionales que ofrece esta carrera. Como se menciona en capítulos anteriores, el Ingeniero Químico está preparado para desarrollarse en el campo científico como un investigador o en el ámbito industrial como operador de plantas y supervisor de procesos, o como diseñador y evaluador de proyectos, o por otro lado, el Ingeniero Químico es muy solicitado para actividades administrativas y estratégicas dentro de las empresas, incluso para participar en la planeación financiera. Asimismo, existen Ingenieros Químicos exitosos que desarrollan labores de ecología y control de contaminantes, o control de calidad. Y en cuanto a la rama de la industria se refiere, existen Ingenieros Químicos en una gran variedad de industrias como: petrolera, pinturas, adhesivos, polímeros, hules, cerveza, cosméticos, construcción y cementos, lo cual es una muestra de la gran gama de oportunidades que se le presentan a un Ingeniero Químico y la base de todo esto es la buena estructura y formación que ofrece el plan de estudios de esta carrera.

Un buen plan de estudios es el resultado de una constante retroalimentación por parte de la industria y de la investigación hacia la universidad. De cierta forma, la industria y la investigación son los principales clientes de las universidades, ya que el egresado es el principal producto de estos mercados. Por lo tanto, los clientes exigen egresados de calidad que puedan cumplir con las demandas y retos que se presentan en el mercado laboral. Por ello, se han creado fuertes programas de vinculación académica entre industria y universidades que ayudan a construir una mejor preparación para los alumnos. Es así como el plan de estudios cobra importancia en la preparación del estudiante.

De acuerdo con los estudios realizados por el IMIQ, se afirma que el Ingeniero Químico debe contar con conocimientos comprendidos, habilidades desarrolladas y actitudes que van de acuerdo a los valores éticos. En cuanto al plan de estudios se refiere se ha encontrado que existen materias que definitivamente tienen una aplicación directa e indispensable en la labor del Ingeniero Químico, de acuerdo a las encuestas realizadas por el IMIQ en 1997, la importancia de las materias del plan de estudios respecto a su uso en el ejercicio profesional se muestra a continuación. (partiendo de la más utilizada a la menos utilizada).

1) Físicoquímica; 2) Operaciones Unitarias; 3) Química; 4) Química Analítica; 5) Ingeniería Química; 6) Balances de Materia; 7) Química Orgánica; 8) Matemáticas; 9) Estadística; 10) Transferencia de Calor.

En cuanto a las habilidades, las encuestas del IMIQ indican que los Ingenieros Químicos desarrollan de manera sobresaliente el análisis y toma de decisiones seguida de solución de problemas, observación, creatividad y evaluación. Cabe mencionar que las actitudes más destacadas de los Ingenieros Químicos son: la responsabilidad, la honestidad, la productividad y la persistencia.

Es debido al conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que adquiere el ingeniero químico durante la carrera lo que lo hacen tan cotizado en la industria.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de haber realizado un análisis detallado de los planes de estudio de la carrera de Ingeniería Química se ha llegado a una optimización de tres planes propuestos. Estos tres planes cuentan con las características ideales de un plan de estudios y con base en ellos se pueden deducir las principales conclusiones de esta tesis. Los planes propuestos corresponden a un plan ideal para las universidades mexicanas, un plan ideal para las universidades de Estados Unidos de América y Canadá y un tercer plan de estudios que reúne las principales características de los dos anteriores y que se propone como el plan universal. Cada uno de estos planes están presentes en los capítulos cinco, siete y nueve respectivamente y se ilustran de manera similar en las páginas siguientes. Las principales conclusiones de cada uno de estos planes son las siguientes:

1) PARA EL PLAN DE ESTUDIOS GENERAL DE INGENIERIA QUÍMICA DE LAS UNIVERSIDADES DE MEXICO:

Este es un plan de estudios simplificado que cuenta con los cursos necesarios del área de matemáticas para poder ofrecer las herramientas de cálculo y facilitar el entendimiento de las materias correspondientes a otras áreas académicas. Cabe mencionar que en este plan de estudios se eliminan algunos cursos complementarios de cálculo que contienen temas avanzados para reforzar esta área. Por su parte, las materias del área de Física y Química son las necesarias para dar un apoyo a los conceptos más avanzados de Ingeniería Química. Los cursos de Termodinámica contemplan los conceptos básicos de la termodinámica y cinética de reacción cuyo dominio es fundamental en la práctica de la Ingeniería Química. Los cursos de Ingeniería Química son congruentes en todos los planes de estudios por lo tanto se incluyen todas las materias que forman la columna vertebral de esta carrera. Las materias correspondientes a las áreas económico-administrativas y auxiliares son las mínimas indispensables para poder entender los conceptos básicos de administración y operación de un negocio.

El plan de estudios para las universidades mexicanas está distribuido uniformemente de manera que la carga de materias sea igual en cada semestre y que las materias de un mismo semestre se complementen entre sí. Asimismo, cuenta con un número de horas adecuado para la impartición de cada una de las materias y considera un tiempo disponible para que los estudiantes desarrollen el estudio independiente.

El plan de estudios propuesto cumple con los requerimientos académicos del Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI) y cuenta con el contenido necesario para una adecuada preparación del profesionista que se quiera dedicar a la práctica de la Ingeniería Química en México. Por lo tanto se recomienda que este plan sirva de base para aquellas universidades que deseen impartir un plan de estudios competitivo de la carrera de Ingeniería Química.

2) PARA EL PLAN DE ESTUDIOS GENERAL DE INGENIERIA QUÍMICA DE LAS UNIVERSIDADES DE ESTADOS UNIDOS DE AMERICA Y CANADÁ:

En el caso de Estados Unidos de América y Canadá el proceso de enseñanza-aprendizaje es distinto ya que se fomenta de manera considerable el estudio independiente y la discusión de temas. Para lograr un plan de estudio adecuado para Estados Unidos y Canadá es necesario considerar el proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo tanto, el número de horas dedicado a la impartición de clases es muy reducido. Asimismo, los créditos correspondientes a las materias que forman el plan de estudios es pequeño, lo que le ofrece al estudiante una mayor oportunidad para dedicar tiempo al estudio independiente y cursos externos de temas de interés personal.

El plan de estudios propuesto para Estados Unidos de América y Canadá elimina algunas materias de matemáticas y química que son consideradas complementarias y no estrictamente necesarias. Cabe mencionar que la columna vertebral del plan de Estados Unidos y Canadá es muy similar al de México, teniendo una coincidencia del 90% en las materias lo cual establece una preparación congruente entre los dos sistemas educativos.

3) PARA EL PLAN DE ESTUDIOS GENERAL DE INGENIERIA QUÍMICA DE LAS UNIVERSIDADES DE NORTEAMÉRICA (ESTADOS UNIDOS, CANADA Y MEXICO)

El tercer plan que conforma este análisis es un híbrido entre los planes de México y el de Estados Unidos y Canadá, por lo tanto adquiere características de ambos planes, asegurándose que cumpla con los requerimientos de ambas regiones. Una vez más, cabe mencionar que debido a que la principal diferencia es el proceso de enseñanza-aprendizaje, se busca tener un plan que pueda ofrecer las materias necesarias y que se lo pueda dedicar un número de horas clase que puede adaptarse a ambas filosofías, es decir, que en México el profesor tenga la oportunidad de impartir la totalidad del curso en las horas de clase pero que a su vez se considere tiempo adicional para el estudio independiente. Es importante mencionar, que el proceso de enseñanza-aprendizaje es el resultado de una cultura educativa por lo tanto los hábitos de estudio por parte de los alumnos pueden representar un obstáculo en el momento de practicar este llamando plan general.

Después de haber efectuado un análisis sobre la Ingeniería se puede confirmar que la ingeniería es una herramienta fundamental en el desarrollo de la industria. La práctica continua de la ingeniería ha permitido que la industria desarrolle tecnologías a las cuales la sociedad pueda tener acceso y así tener una mayor comodidad en la vida diaria. La importancia y la gran cobertura que tiene la ingeniería, han hecho posible que se extienda a varias ramas de la industria creando así especialidades. Dentro de las más completas especialidades se encuentra la Ingeniería Química, la cual se desarrolla ampliamente en el campo de la industria del proceso ofreciendo beneficios: energéticos, materiales, económicos, ecológicos y alimenticios entre otros.

El análisis de los planes de estudio de la carrera de Ingeniería Química es un tema con una amplitud importante, el cual se puede desarrollar a gran nivel de detalle. Durante la elaboración de esta tesis, se han hecho diversos análisis independientes que han facilitado la identificación de algunas oportunidades para mejorar los planes de estudio de esta carrera.

La carrera de Ingeniería Química representa una oportunidad atractiva para los estudiantes. Al impartir la carrera de Ingeniería Química, las universidades se integran al proceso de preparación de los estudiantes de tan importante profesión, como consecuencia, las universidades mantienen un constante contacto con la industria para poder ofrecer planes de estudio que respondan a las demandas del campo laboral. De manera importante, la Ingeniería Química muestra un patrón de preparación muy similar en las distintas universidades del mundo. Específicamente, los planes de estudio de las universidades de México, Estados Unidos y Canadá comparten muchas similitudes entre sí. Sin embargo, existen algunas oportunidades en ambos sistemas educativos que representan un potencial de mejora.

La carrera de Ingeniería Química muestra una estructura muy similar tanto en México como en Estados Unidos y Canadá, la cual ofrece un ordenamiento de materias óptimo para el mejor aprovechamiento de la carrera. El contenido de materias de los planes de estudio cuenta con una secuencia lógica que favorece el aprendizaje por parte del alumno ofreciendo conocimientos adecuados al nivel de avance de la carrera. Sin embargo, al analizar los planes de estudio de manera más detallada, es posible encontrar algunas oportunidades que pueden ser mejoradas para optimizar el aprovechamiento de la carrera. Específicamente, en el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química de las universidades mexicanas se puede observar una sobrecarga en el número de horas dedicadas a la impartición de clase. Es importante enfatizar que la excesivas horas que se llevan a cabo en el salón de clase, limitan al estudiante a realizar el estudio personal o en equipo. Cabe mencionar que ésta es la principal diferencia que se observa en el sistema de enseñanza-aprendizaje entre las universidades de México, Estados Unidos y Canadá. La importancia del estudio independiente es fundamental, de esta manera, el

estudiante es capaz de profundizar tanto como él desee sobre un tema en específico y tiene la libertad de escoger el método de estudio que mejor se adapte a sus condiciones. Asimismo, el estudiante tiene la ventaja de poder dedicar el tiempo que considere necesario para avanzar al ritmo que mejor le acomode.

Adicionalmente a la carga excesiva de horas clase, los planes de estudio de las universidades mexicanas cuentan con algunas materias que se encuentran fuera del núcleo del plan de estudios de Ingeniería Química y son recomendables para ampliar los conocimientos profesionales, sin embargo, no tienen una relación directa con la función que desempeña un Ingeniero Químico o no necesariamente tienen una aplicación práctica en el momento de incorporarse al mundo laboral. Debido a esto, las universidades deben asegurarse de tener revisiones periódicas para poder identificar a estas materias y poderlas actualizar, reemplazar o destituir del plan de estudio.

Por su parte los planes de estudio de las universidades de Estados Unidos de América y Canadá carecen de horas suficientes para la práctica de experimentos en el laboratorio. Las prácticas experimentales son muy útiles para ilustrar los fenómenos que describen las teorías matemáticas, por lo tanto, una mayor dedicación a las prácticas de laboratorio podría colaborar al entendimiento de las teorías sin necesidad de pasar tiempo excesivo buscando soluciones matemáticas.

El trabajo realizado en esta tesis revela información valiosa para los candidatos a estudiar la carrera de Ingeniería Química. A través de los diferentes capítulos se pueden observar las cualidades y orientaciones que tienen los diferentes planes de estudio, facilitándole así al candidato una mejor elección en el momento de escoger la universidad en la cual desea estudiar.

La Ingeniería Química es una carrera de gran relevancia para la sociedad moderna por lo tanto, deben existir organismos que acrediten los planes de estudio y así poder tener una garantía que los profesionistas están siendo preparados de una manera adecuada para responder a las demandas de la sociedad. La función del CACEI, en el caso de México y del ABET en el caso de Estados Unidos de América, ha resultado ser una manera efectiva de acreditar los planes de estudio, motivando a las universidades a ofrecer planes competitivos y a mejorar en forma global los procesos de enseñanza - aprendizaje. En esta tesis se presentan los esquemas generales de estos organismos de acreditación, por lo tanto las universidades interesadas en la acreditación de sus planes de estudio podrán obtener información general sobre estos certificados.

El análisis de los planes de estudio de la carrera de Ingeniería Química que se presenta en esta tesis, tiene una función primordial en la formación del Centro de Información de la Carrera de Ingeniería Química que depende de la Coordinación de Ingeniería Química de la Facultad de Química de la UNAM, ya que a partir de este análisis los interesados podrán tener información necesaria para establecer programas de intercambio académico, revalidación de estudios, cursos complementarios y varios proyectos más. Como un siguiente paso a la publicación de esta tesis, se debe hacer una difusión del tema en los organismos afiliados al Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos para que puedan tener acceso a la información contenida en este análisis. De esta manera podrán tener mejores herramientas para la elección de sus intereses tanto académicos como profesionales. De la misma manera, este análisis debe ser compartido con los estudiantes de bachillerato como una herramienta para la mejor elección de su carrera universitaria, específicamente en los que se refiere a los planes de estudio y áreas de interés.

Por lo expuesto anteriormente, se recomienda que cada universidad ofrezca un plan de estudios que muestre una similitud significativa con el plan de estudio propuesto para la carrera de Ingeniería Química. Cabe mencionar que después de hacer un análisis detallado de las materias y los contenidos de las materias de los planes de estudio de cada universidad en México y en el extranjero, se identificaron áreas de oportunidad en cuanto al número de horas y materias contenidas en el plan de estudio. En el plan de estudios propuesto se muestran las materias indispensables con el número horas adecuado para la impartición de la carrera de Ingeniería Química, por lo tanto, el plan de estudios propuesto es una garantía que la preparación adecuada del Ingeniero Químico responderá a la demanda de la sociedad actual. Cabe mencionar que el éxito de la preparación de un Ingeniero Químico siempre estará acompañado de la dedicación de los profesores, alumnos y del proceso de enseñanza – aprendizaje.

PLAN DE ESTUDIOS GENERAL DE INGENIERÍA QUÍMICA PARA UNIVERSIDADES DE MEXICO

SEMESTRE ASIGNATURA	1er. SEM.	2do SEM	3er SEM	4to SEM	5to SEM	6to SEM	7mo SEM	8vo SEM	9no SEM
MATEMÁTICAS (27 HRS)	Cálculo Dif. e Integral I Álgebra	Cálculo Dif. e Integral II	Ecuaciones Diferenciales	Estadística					
FÍSICA (18 HRS)	Cinemática y Dinámica	Estática	Electro – magnetismo						
QUÍMICA (41 HRS)	Química General	Química Inorgánica	Química Orgánica I	Química Orgánica II	Química Analítica I	Química Analítica II			
FÍSICOQUÍMICA (25 HRS)		Termodinámica		Equilibrio Físico	Equilibrio Químico		Cinética Química y Cat.		
INGENIERIA QUÍMICA (80 HRS)		Balances de Materia y Ener.	Fenómenos de Transporte	Flujo de Fluidos	Transferencia de Calor	Procesos de Separación I	Procesos de Separación II Dinámica y Control de Pro.	Ingeniería de Reactores Simulación y Optimización	Ingeniería de Proyectos
OTRAS INGENIERIAS (8 HRS)				Ingeniería Mecánica	Ingeniería Eléctrica	Ingeniería Ambiental			
ECONOMICO ADMINISTRA. (11 HRS)						Ingeniería Económica I	Ingeniería Económica II	Administración Industrial	
AUXILIARES (32 HRS)		Programación y Computación	Métodos Numéricos			Técnicas de Información +	Seguridad Industrial +	Desarrollo Empresarial +	Investigación de Operaciones
SOCIALES Y HUMANAS (5 HRS)					Ética Profesional +			Relaciones Humanas +	
OPTATIVAS (13 HRS)								Optativa I +	Optativa II +

PLAN DE ESTUDIOS GENERAL DE INGENIERIA QUÍMICA PARA UNIVERSIDADES DE NORTEAMERICA

SEMESTRE ASIGNATURA	1er. SEM.	2do SEM	3er SEM	4to SEM	5to SEM	6to SEM	7mo SEM	8vo SEM	9no SEM
MATEMÁTICAS (19 HRS)	Cálculo Dif. e Integral I	Cálculo Dif. e Integral II	Ecuaciones Diferenciales						
FÍSICA (12 HRS)	Cinemática y Dinámica	Estática	Electro - magnetismo	Mecánica Aplicada					
QUÍMICA (24 HRS)	Química General	Química Inorgánica	Química Orgánica I	Química Orgánica II					
FISICOQUÍMICA (19 HRS)		Termodinámica		Equilibrio Físico	Equilibrio Químico			Cinética Química y Cat.	
INGENIERIA QUÍMICA (42 HRS)		Balances de Materia y Ener.	Fenómenos de Transporte +	Flujo de Fluidos de	Transferencia de Calor	Procesos de Separación I	Procesos de Separación II	Ingeniería de Reactores Simulación y Optimización	Ingeniería de Proyectos
OTRAS INGENIERIAS (2 HRS)				Ingeniería Mecánica +	Ingeniería Eléctrica +	Ingeniería Ambiental +			
ECONOMICO ADMINISTR. (2 HRS)						Ingeniería Económica II	Ingeniería Económica II	Administración Industrial	
AUXILIARES (9 HRS)		Programación y Computación						Optativa	
SOCIALES Y HUMANAS (4 HRS)					Ética Profesional			Relaciones Humanas	
OPTATIVAS (6 HRS)								Optativo I +	Optativo II +

**PLAN DE ESTUDIOS GENERAL DE INGENIERIA QUÍMICA PARA UNIVERSIDADES
DE NORTEAMÉRICA (MEXICO – ESTADOS UNIDOS Y CANADA)**

SEMESTRE ASIGNATURA	1er. SEM.	2do SEM	3er SEM	4to SEM	5to SEM	6to SEM	7mo SEM	8vo SEM	9no SEM
MATEMÁTICAS (23 HRS)	Cálculo Dif. e Integral I	Cálculo Dif. e Integral II	Ecuaciones Diferenciales						
FISICA (15 HRS)	Cinémática y Dinámica	Estática	Electro – magnetismo	Mecánica Aplicada					
QUÍMICA (33 HRS)	Química General	Química Inorgánica	Química Orgánica I	Química Orgánica II					
FISICOQUÍMICA (22 HRS)		Termodinámica		Equilibrio Físico	Equilibrio Químico		Cinética Química y Catálisis		
INGENIERIA QUÍMICA (62 HRS)		Balances de Materia y Energía.	Fenómenos de Transporte	Flujo de Fluidos	Transferencia de Calor	Procesos de Separación I	Procesos de Separación II	Ingeniería de Reactores	Ingeniería de Proyectos
OTRAS INGENIERIAS (5 HRS)				Ingeniería Mecánica	Ingeniería Eléctrica	Ingeniería Ambiental			
ECONOMICO ADMINISTRA. (8 HRS)						Ingeniería Económica I	Ingeniería Económica II	Administración Industrial	
AUXILIARES (21 HRS)		Programación y Computación						Optativa	
SOCIALES Y HUMANAS (5 HRS)								Relaciones Humanas	
OPTATIVAS (10 HRS)								Optativo I	Optativo II

204 HORAS

BIBLIOGRAFIA

ALONSO DAVILA, Pédro A.
"LA FORMACIÓN DEL INGENIERO QUÍMICO DEL NUEVO MILENIO"
Ponencia IMIQ 1997. Instituto Mexicano de Ingenieros Quimicos.
México D.F Junio de 1998

ECO, Umberto
"COMO SE HACE UNA TESIS" Técnicas y procedimientos de investigación estudio y escritura.
Editorial GEDISA
Mexico D.F. 2000.

"MANUAL DEL CONSEJO DE ACREDITACION DE LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA A.C."
Mexico D.F. Junio 1996

NAVA JAIMES, Héctor (Presidente)
"INGENIERIA Y SOCIEDAD. Una Alianza Nacional e Indispensable."
Editores Buena Onda SA de CV
México D.F. Septiembre de 1999.

ABRAHAM, Martin A.
A pollution prevention course. That helps meet EC 2000 objectives
Chemical Engineering Education
Summer 2000 pg 272-277
University of Toledo

Toledo, OH 43606
ADAMS, Prisella
Don Green of the University of Kansas
Chemical Engineering Education
Winter 2000 pg 8-13
University of Kansas
Lawrence, KS 66045

BALDWIN, Robert M.
Incorporating Molecular Modeling into the CHE Curriculum
Chemical Engineering Education
Spring 2000 pg 162-167
Colorado School of Mines
Golden, CO 80401

CLARK, William M.
A project-based spiral curriculum for Introductory courses in CHE. Part 1:Curriculum Design
Chemical Engineering Education
Summer 2000 pg. 222-227
Worcester Polytechnic Institute
Worcester, MA 01609

FELDER, Richard M.

The Future of Engineering Education. Introduction to a Series

Chemical Engineering Education

Winter 2000 pg. 14 - 15

North Caroline State University

Raleigh, NC 27695

FELDER, Richard M.; RUGARCIA, Armando.

The Future of Engineering Education. Part 1. A vision for a new Century.

Chemical Engineering Education

Winter 2000 pg. 16 - 25

Universidad Iberoamericana.

Puebla, Pue

México

North Caroline State University

Raleigh, NC 27695

FELDER, Richard M.; RUGARCIA, Armando.

The Future of Engineering Education. Part 2: Teaching Methods that Work

Chemical Engineering Education

Winter 2000 pg. 26-38

North Caroline State University

Raleigh, NC 27695

Universidad Iberoamericana.

Puebla, Pue

México

FELDER, Richard M.; RUGARCIA, Armando.

The Future of Engineering Education. Part 3: Teaching Methods that Work

Chemical Engineering Education

Spring 2000 pg. 108-127

North Caroline State University

Raleigh, NC 27695

Universidad Iberoamericana.

Puebla, Pue

México

FORBES, J. Fraser

University of Alberta. Tradition and Innovation

Chemical Engineering Education

Spring 2000 pg 102-107

University of Alberta

Edmonton, Canadá

PHILLIPS, T.R.

International Perspectives: Engineering Education in North America, Europe and the Asia- Pacific

Versión 2.0 Abril 1, 1998

RHINEHART, Russell.
CHE at Oklahoma State University
Chemical Engineering Education
Winter 2000 pg 2-7
Oklahoma State University
Stillwater OK 74078

SHAMA, Gilbert
Spreading the Word. About Chemical Engineering
Chemical Engineering Education
Summer 2000 pg 228-273
Loughborough University
Loughborough, United Kingdom

VALIENTE, Antonio
Las materias humanísticas en los nuevos planes de estudio de Ingeniería Química
Revista del IMIQ
Vol 5-6 Mayo – Junio 2000 pg 29-35
Facultad de Química UNAM
Mexico D.F.

Ingeniería Química. Plan de Estudios Santa Fe II
División Ciencias e Ingenierías. Universidad Iberoamericana
México DF 1999

ITESM Ingeniería Química.
ITESM
Monterrey, México 2001

Licenciatura en Ingeniería Química. Plan de Estudios
Universidad Autónoma Metropolitana
México DF 2001

Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería Química. Clave 2188
Facultad de Química UNAM
Ciudad Universitaria, 2000

Plan de Estudios para la Licenciatura de Ingeniería Química.
Universidad La Salle
México DF 2001

Plan de estudios semestral de la carrera de Ingeniero Químico
ESI/QIE IPN
México DF 2001

<http://www.unam.mx>

<http://www.cceei.org.mx>

<http://www.uwisconsin.edu>

<http://www.mit.edu>

<http://www.itesm.mx>