

24/13



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"CUAUTITLAN"**

**"DISEÑO DE UN MODELO ACTUALIZADO DEL PLAN  
DE ESTUDIOS DEL INGENIERO QUIMICO"**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO QUIMICO**

**PRESENTA:**

**AMADO LOPEZ ROMERO**



## **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 está 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.

## P R O L O G O

EL DESARROLLAR ESTE TRABAJO, NACIO DE LA INQUIETUD QUE ME EMBARGABA, AL CUR--  
SAR LA CARRERA DE INGENIERO QUIMICO EN LA FES-C Y DARME CUENTA CON EL AVANCE--  
SEMESTRE A SEMESTRE EN DICHA CARRERA, QUE TIENE EN SU PROGRAMACION DE ASIGNA--  
TURAS, MUCHOS DE ESTOS REPETITIVOS, LO CUAL SATURA ENORMEMENTE LOS CURSOS DE--  
CONCEPTOS BASICOS Y EN OTROS RENGLONES SE CARECE DE INFORMACION VERDADERAMEN--  
TE IMPORTANTE (POR EJEMPLO: RESPECTO A ING. DE PROYECTOS, FENOMENOS DE TRANS--  
PORTE, PROGRAMACION Y COMPUTACION, ETC.), ES POR ELLO QUE OPTO POR PRESENTAR--  
UN PROYECTO DE PLAN DE ESTUDIOS QUE AYUDASE EN EL MEJORAMIENTO DE NIVEL ACADE--  
MICO A LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERO QUIMICO Y QUE ESTO LES SIR--  
VA MAS ADELANTE EN EL EJERCICIO DE SU PROFESION; QUE ADEMAS TRAERIA COMO CON--  
SECUENCIA UN MEJORAMIENTO EN EL DESARROLLO ECONOMICO DEL PAIS.

## I N D I C E

| PROLOGO   | PAGINA |
|---|--------|
| <br><b>CAPITULO I</b>   |        |
| INTRODUCCION  | 1      |
| <br><b>CAPITULO II</b>  |        |
| OBJETIVOS, CAMPOS PROFESIONALES Y ESTADISTICAS.   |        |
| 2.1 OBJETIVO GENERAL DEL PLAN DE ESTUDIOS.  | 11     |
| 2.2 OBJETIVO ESPECIFICO DEL PLAN DE ESTUDIOS.   | 11     |
| 2.3 OBJETIVOS DE LA CARRERA.  | 12     |
| 2.4 AREAS PRIORITARIAS DEL EJERCICIO PROFESIONAL<br>EN NUESTRO PAIS.  | 15     |
| 2.5 ACTIVIDADES GENERALES QUE HA DESEMPEÑADO EL-<br>INGENIERO QUIMICO Y ACTIVIDAD QUE DEBERIA --<br>DESEMPEÑAR. | 20     |
| 2.6 DESCRIPCION DE LA SITUACION ACTUAL DEL PAIS.  | 26     |
| <br><b>CAPITULO III</b>   |        |
| ESTRUCTURA Y MODALIDADES DEL PLAN DE ESTUDIOS.  |        |
| 3.1 ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS.  | 31     |
| 3.2 DISTRIBUCION DE ASIGNATURAS.  | 32     |
| 3.3 AREAS ACADEMICAS.   | 34     |
| 3.4 SALIDAS LATERALES.  | 34     |
| 3.5 PAQUETES TERMINALES.  | 35     |
| 3.6 RESUMEN.  | 37     |
| 3.7 COMENTARIOS.  | 37     |
| <br><b>CAPITULO IV</b>  |        |
| DESARROLLO DEL PLAN DE ESTUDIOS.  |        |
| 4.1 APRECIACIONES SOBRE EL ACTUAL PLAN DE ESTUDIOS.   | 39     |
| 4.2 PERFIL DEL EGRESADO.  | 47     |
| 4.3 CAMBIOS FUNDAMENTALES EN EL CURRICULO ACADEMICO.  | 51     |
| 4.4 FUNDAMENTACION Y CAMBIOS.   | 57     |

## CAPITULO V

CONTENIDO DEL PLAN DE ESTUDIOS.

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 5.1 CONTENIDO DEL PLAN DE ESTUDIOS. | 65 |
| 5.2 SERIACION DE ASIGNATURAS.       | 77 |
| 5.3 PROGRAMAS DE LAS ASIGNATURAS.   | 79 |

## CAPITULO VI

|   |     |
|---|-----|
| 6.1 MODELO DE CONVALIDACION DEL PLAN DE ESTUDIOS<br>APLICADO A LA FES-CUAUTITLAN. | 130 |
|---|-----|

## CAPITULO VII

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 7.1 CONCLUSIONES. | 135 |
| BIBLIOGRAFIA.     | 139 |

## **CAPITULO PRIMERO**

### **INTRODUCCION**

La ingeniería química surgió en Inglaterra a fines del siglo pasado y fue George E. Davis quien la definió en una serie de conferencias impartidas en 1887 y publicadas en 1901 con el título de "Un Manual de Ingeniería Química". La novedad de esta carrera consistió en dar una visión de la industria en base a segmentos de los procesos industriales que eran idénticos y a los que se llamo "operación unitaria". (ARTHUR D. LITTLE)

Este planteamiento dió a la carrera una gran flexibilidad, que ha permitido, tanto la creación de nuevos procesos, como la versatilidad que caracteriza al ingeniero químico. (16)

La carrera se empezó a difundir a países bajo la influencia de Inglaterra, siendo E.E.U.U. uno de los principales a los cuales emigró aún desde sus primeros brotes. En este país la ingeniería química tuvo un desarrollo muy grande, habiendo evolucionado hasta su concepción moderna y donde aún se continúan generando cambios frecuentes.

Hubo factores culturales que impidieron la entrada de la ingeniería química en países como Francia y Alemania, donde se difundió con mucho retraso, pues fue hasta la década de 1950 cuando se comenzó a impartir ahí la carrera de ingeniero químico. En esos países han sido los ingenieros mecánicos y los químicos industriales quienes han compartido las responsabilidades que en México soportan los ingenieros químicos.

La ingeniería química se extendió sin problemas a los países de habla inglesa por la afinidad cultural y a los países de América Latina por la influencia de los E.E.U.U. e Inglaterra. Es en estos países en donde se han generado la gran mayoría de los textos, publicaciones e innovaciones en este campo. (16)

La enseñanza de la ingeniería química se inició en México en el año de 1925, en la Facultad de Química y Farmacia y Escuela Práctica de Industrias Químicas dependiente de la Universidad Nacional. Esta escuela fue el resultado de la fusión de la Escuela Nacional de Industrias Químicas y de la Facultad de Química fundadas en 1916 y 1917 respectivamente. (11)

El curriculum del ingeniero químico entre los años 1925 a 1934, comprendía materias tales como: Física Industrial, Geometría Descriptiva, Nociones de Ingeniería Civil, Hidráulica, Topografía, Construcción, Electroquímica, Dibujo, Electricidad, etc.

A pesar de todo, en este plan no había ninguna materia llamada Ingeniería Química, aunque se pretendía formar a este tipo de profesionales.

En 1935 debido a una serie de disturbios que conmovieron a toda la Universidad, se hicieron modificaciones en los planes de estudio, con base a la experiencia obtenida con el primer programa de estudios. Se suprimieron materias tales como: Geometría Descriptiva, Nociones de Ingeniería Civil y se introdujeron los cursos de Química Orgánica e Inorgánica y por primera vez se impartieron cursos de Ingeniería Química, colocados en tercero, cuarto y quinto año de la carrera.

Este plan subsistió hasta 1958 en que fue modificado nuevamente resultando lo siguiente:

Desaparecieron materias como Cinemática, Mecánica y Dinámica, Dibujo Industrial, Materias Primas, dándose mayor importancia a las Matemáticas; se incluyeron los Balances de Materia y Energía Diseños de Reactores, Diseño de Equipo e Instrumentación Indus--

trial. (17)

En 1966 se pasa del plan anual al plan semestral y la mayoría de las materias son divididas en dos partes, por ejemplo: Matemáticas II: se convirtió en Matemáticas II y Calculo Diferencial e Integral; Ingeniería Química I: en Ingeniería Química I y II. -- Ciertas materias como Máquinas Térmicas pasaron a ser optativas: Ingeniería Industrial cambió de nombre a Economía Industrial, pero permaneció el programa idéntico. Se introdujo por primera vez Ingeniería de Procesos.

En 1974 se crea una nueva materia, Laboratorio de Ciencia Básica que es la agrupación de algunos de los laboratorios de las materias del primero y segundo semestre, como son: Química Inorgánica, Fisicoquímica I y II, Análisis Cualitativo y Cuantitativo. -

(6)

En el mismo año de 1974, la Universidad Nacional Autónoma de México, conciente de la problemática del país, especialmente en lo que se refiere a la concentración de la población y de la actividad económico administrativa, inicia un proceso de descentralización académica, construyendo la primera Escuela Nacional de Estudios Profesionales en Cuautitlán Izcalli, Edo. de México. Enclavada en una zona donde se encuentran representados los tres sectores de la economía: agricultura, ganadería y un gran porcentaje de la industria de transformación; contando además con acueductos, zonas arqueológicas, comercio, banca, transportes y servicios en general.

La Escuela Nacional de Estudios Profesionales-Cuautitlán, fue -- inaugurada el 22 de Abril de 1974 y a partir del año 1980 se con-

vierte en la Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán.

En esta escuela se adoptó el plan de estudios de ingeniería química que se impartía en la Facultad de Química (U.N.A.M.), en 1974.

En 1976 se introduce la materia llamada Tecnología de Servicios y Física VI pasa a ser optativa, se recorren igualmente a sexto y séptimo semestre las ingenierías eléctricas correspondientes. Sin haberse oficializado se han dado dos cambios globales más:

- 1) En 1977 se adoptó definitivamente en el área de Análisis la orientación única de Química Analítica, mientras en Facultad de Química subsisten las dos alternativas: ---- análisis tradicional y química analítica.
- 2) Casi al mismo tiempo (1976) se instituyó el Laboratorio Experimental Multidisciplinario en sustitución del área de Fisicoquímica, el cual fue concebido como un laboratorio de proyectos y operado en esta modalidad de los primeros años de trabajo (1976-79). (7)

En la tabla 1.1 se presenta un resumen del avance de la ingeniería química en México por décadas. (10)

Prácticamente desde 1966 no se ha hecho ninguna modificación sustancial al plan de estudios (a excepción de las modificaciones ya mencionadas); es decir, casi veinte años de vigencia del actual plan de estudios.

No es posible considerar lo anterior adecuado, en una disciplina tan dinámica como ésta y en un país con tal necesidad de llevar a buen término su proceso de industrialización.

Es por lo tanto necesario considerar la posibilidad de analizar el plan de estudios, con base en las necesidades tecnológicas y-

| Entradas  | Desarrollos Principales   | Salidas   |
|---|---------------------------|---|
| Geometría descriptiva<br>Físico-química<br>Microbiología.<br>Física Industrial  | 1925<br><br>Q. Industrial |   |
| Ing. química 1er. curso<br>Ing. química 2do. curso<br>Incremento en análisis  | 1935<br><br>O. Unitarias  | Microbiología<br>Geom. descriptiva<br>Ing. civil  |
|   | 1945                      |   |
| Incremento en Ing. Quím.<br>Ing. mecánica<br>Diseño de equipo<br>Ing. industrial  | 1955<br><br>Reactores     | Cinética industrial<br>Dibujo industrial  |
|   | 1965                      |   |
| Ing. de procesos<br>Economía industrial<br>Lab. de ciencia básica<br>Optativas  | Ing. de procesos          | Máquinas térmicas<br>Física atómica   |
|   | 1975                      |   |
| Tecno. de servicios   |                           | Física VI   |
| *Ing. Experimental<br>*Ingeniería Ambiental<br>*Prog. y Computación<br>*Fenom. de Transporte<br>*Organiz. de la Produc.<br>*Control de la Produç.<br>*Tecno. de Materiales<br>*Legisl. y Seguridad<br>*Ingeniería de Proyectos<br>*Simulación de Procesos<br>*Métodos Numéricos<br>*Química General | Ing. de proyectos         | *Quím. analítica (4 cursos)<br>*Quím. orgánica (2 cursos)<br>*Quím. inorgánica<br>*Física V<br>*Ing. eléctrica II<br>*Ing. mecánica II<br>*Físicoquímica V y VI<br>*Físicoquímica I<br>*Lab. de Ciencia Básica<br>*Dibujo |
|   | 1985                      |   |

Tabla 1.1. Movimiento de asignaturas en la Fac. de Química desde el inicio de la carrera de Ingeniero Químico a la fecha.

\* Materias propuestas para la actualización del plan de estudios en la FES-Cruzmitlán (1984).

socio-económicas actuales del país, ya que con los conocimientos adquiridos con el plan de estudios vigente, el ingeniero químico no cubre los requisitos mínimos para poder integrarse a la industria como tal. (VER REFERENCIA NO. 9)

Al problema de contenido, habra que agregar el problema de implementación. La política practicada desde fines de los 60's, de admisión a los alumnos de la U.N.A.M. a las facultades, produce un aumento de la población estudiantil que trae como consecuencia - la asignación de cursos a profesores sin experiencia profesional sin experiencia didáctica y en el extremo sin vocación.

Según el Ing. Bucay, entre los técnicos egresados de las escuelas profesionales del país, sólo un 10% tiene todas las cualidades y características de preparación y habilidad que se traducen en máximos resultados en su actividad profesional; alrededor del 30% puede considerarse capaces o capacitables y con una guía puede alcanzar niveles muy satisfactorios de desempeño. El resto un 60%, representa un estrato diferente de poca iniciativa, con limitado potencial de desarrollo. (4)

Por otra parte, es una realidad, que la creciente magnitud y automatización de las plantas industriales ha generado una demanda de personal actualizado y dinámico.

Si se observan detenidamente el plan de estudios actual y los programas de las materias, se puede ver que la licenciatura capacita al ingeniero químico para utilizar procesos y lograr una meta única; la producción directa. El sin número de materias de ciencias básicas (química, física, matemáticas y físicas químicas) constituyen cursos de información exhaustiva de las áreas de conocimiento correspondiente, pero no hay un intento de instrucción y formación en el uso de dichos conocimientos, en elaboraciones sintéticas innovadoras. En primer lugar el alumno no está expuesto a ninguna área de conocimientos que -

le enseñe a definir problemas, a generar y resolver objetivos de un proceso, a considerar limitaciones de tiempo, materiales y costos; en resumen, a diseñar, desarrollar y optimizar una planta de procesos. Encuentra una serie de conocimientos fragmentados, que solo adquieren coherencia al ilustrar procesos ya establecidos. (17)

Existen diferentes opiniones acerca de los factores y su ponderación, que deben tomarse en cuenta para la estructuración y definición del contenido de un plan de estudios. Desde aquellas opiniones de que el plan debe circunscribirse a las necesidades de la industria, colocando a las instituciones de educación superior como un instrumento; hasta la idea de que el universitario debe servir como agente de cambio y por tanto su preparación debe estar inscrita en el marco del mercado de trabajo. La primera opinión resulta polarmente conservadora y la segunda obviamente temeraria si como en nuestro caso, la industria no está, económica, técnica y socialmente preparada para el cambio, ó bien, los factores que convergen con ella, no observan una dinámica suficiente.

Evidentemente el mercado de trabajo es un factor importante, así como su proyección a futuro. Hay que recordar que los primeros frutos de un plan de estudios instituido hoy, se verán en un mínimo de cinco años.

Hay sin embargo, algunos factores mas que determinan el contenido final del plan de estudios y que deben ser considerados, y son los siguientes:

- a) Características originales y evolución de la carrera de ingeniería química.
- b) Delimitación del radio de acción del ingeniero químico en el contexto de otras carreras del área.
- c) Orientación del ejercicio profesional de los ingenieros químicos.
- d) Situación actual de la industria química y su posible comportamiento a futuro. (7)

La necesidad de proporcionar al estudiante sólidos conocimientos de las ciencias básicas de la ingeniería y de sus aplicaciones al estudio de operaciones, procesos, proyectos, etc., unida a la aparente necesidad de orientarlos en áreas más específicas, constituyen un reto a la planeación y programación de la enseñanza.

La orientación profesional del egresado parece ser una necesidad ya en este momento, pues el cambio de la ingeniería química se amplía continuamente y es difícil ser un ingeniero químico completo en todos los campos. (11)

En este trabajo la orientación profesional será equilibrada insistiendo en la ingeniería de proyectos, sin descuidar el área de ingeniería de procesos que es muy importante dentro del contexto de la ingeniería química.

## CAPITULO SEGUNDO

OBJETIVOS, CAMPOS PROFESIONALES Y ESTADISTICAS.

## 2.1 OBJETIVO GENERAL DEL PLAN DE ESTUDIOS.

El objetivo general es: el formar profesionales con una capacidad y conocimientos generales que permitan su posterior incorporación a cualquier área de aplicación que exija la profesión (ingeniería química); de tal manera -- que pueda obtener a gran escala, a un mínimo costo y sin daño a la ecología, los satisfactores que la sociedad demanda. Lo anterior condicionado -- tanto a que los satisfactores producidos respondan a necesidades reales del habitante del país, en especial de las clases más necesitadas, como a que -- se acelere el desarrollo de la tecnología química mexicana principalmente de la pequeña y mediana industria; en función, tanto de su realidad actual -- como de las políticas de desarrollo generales del país.

## 2.2 OBJETIVO ESPECIFICO DEL PLAN DE ESTUDIOS.

- a) Preparar al egresado de la FES-C de la carrera de Ingeniero -- Químico, en el campo de la ingeniería de proyectos de plantas químicas con el fin principal de que su actividad profesional pueda desarrollarse satisfactoriamente en una firma de ingeniería, en el departamento de ingeniería de cualquier compañía de la industria química; como representante de compras o ventas -- de equipo o productos químicos o bien en el área de la construcción de plantas, así como las actividades que ha realizado hasta ahora, en las áreas de Producción, Procesos, Administración e Investigación y Docencia.

La formación de un ingeniero químico con conocimientos de ingeniería de -- proyectos, le permitira tener una visión clara de la forma en que se desarrolla un proyecto encausado a la instalación de una planta industrial.

Tambien le permite conocer disciplinas que intervienen en la realización -- de este proyecto, como son: ingeniería civil, eléctrica, mecánica, instru-

mentos, programación, costos, tubería, arquitectura, recipientes, equipos de proceso, etc., y de esta manera tener mayor capacidad de decisión. (7)

Igualmente podrá valorar los problemas que cotidianamente se presentan en -- una compañía para su solución; o bien, para emitir recomendaciones que serán de ayuda para el cliente que lo solicita ó para la compañía para la cual trabaja.

### 2.3 OBJETIVOS DE LA CARRERA:

Para llegar a un establecimiento de objetivos en la carrera es necesario partir de la definición, significado original e interpretaciones históricas que la carrera a tenido a través de su desarrollo.

Se define la ingeniería química como la rama de la ingeniería que estudia -- las transformaciones físicas y químicas a que se someten las materias primas para obtener la forma en que se puedan elaborar esas transformaciones mediante procesos eficientes, así como el diseño y la especificación de equipos y aparatos con los cuales pueden llevarse a cabo esas transformaciones y la mejor manera de manejarlos y controlarlos. (6)

Para esto, la ingeniería química se basa en los conocimientos que aportan la física, la química, las matemáticas y en especial la fisicoquímica. La toma-de decisiones, sin embargo, requiere además de la utilización de conocimientos humanísticos, de economía y administración.

El comité de educación del AICHE (AMERICAN INSTITUTE CHEMICAL ENGINEERS) define a la ingeniería química de la forma siguiente:

"La ingeniería química es la profesión en la que los conocimientos de matemáticas, química y otras ciencias naturales obtenidos por el estudio, la experiencia y la práctica, se aplican con buen juicio para el desarrollo de métodos económicos, para utilizar los materiales y los energéticos en beneficio de la humanidad". (1983)

Es incuestionable que toda definición de objetivos debe contemplar lo ante--

rior y hacer uso de estos conceptos para definir y desarrollar los objetivos de la carrera en cualquier institución. (6)

Respetando este marco, es necesario profundizar un poco más en nuestras proposiciones particulares.

Prevalece la impresión de que el ingeniero químico no debe orientar hacia ninguna industria en particular su preparación, sino continuar con una preparación global.

El ingeniero B. Bucay coincide con lo anterior al hablar de la orientación de la carrera: "que el ingeniero químico, debe ser un integrador de conocimientos y experiencias globales y multidisciplinarias para preservar ese ingrediente inapreciable de la universalidad". (4)

Con estas bases, se ha decidido no dar al egresado ninguna orientación específica en lo que a tipo de industria se refiere; de tal manera que sus conocimientos y habilidades estén dentro de las tres columnas fundamentales de aplicación y que son las siguientes:

**Ingeniería de proyectos:**

En esta área, se pretende dotar al estudiante de ingeniería química del conocimiento introductorio aplicado, en el desarrollo de proyectos industriales. El paquete de temas relativos a esta área de aplicación, proporcionará los siguientes conocimientos:

- 1) Metodología en la localización de equipos en planta.
- 2) Conceptos básicos de simbología y dibujo de ingeniería de proyecto.

Interpretación de diagramas de servicios auxiliares, tubería e instrumentos, flujo de proceso, etc., así como diagramas de ramas auxiliares como: ingeniería eléctrica, mecánica y civil.

- 3) Selección técnico-económica de materiales de construcción de equipo de proceso.

- 4) Conocimiento y manejo de códigos y normas en el dimensionamiento y diseño mecánico de equipo de proceso.
- 5) Cálculo, selección y especificación de medidores de las variables fundamentales.
- 6) Conocimiento fundamental de los sistemas de transmisión de señal.
- 7) Selección y especificación de materiales y dibujos de detalle.
- 8) Configuración de manuales generales de operación con secuencia de arranque y paro de plantas, fallas de servicios y procedimientos de seguridad.
- 9) Conceptos y técnicas de organización y manejo de proyectos.

#### Ingeniería de procesos:

Se debe hacer énfasis en el desarrollo de procesos en base a las necesidades de creación de tecnología en el país, igualmente en la adaptación de procesos y la modificación de los procesos existentes.

El egresado deberá tener en este campo los siguientes conocimientos y aptitudes:

- 1) Conocimientos y aplicación de las diferentes operaciones de la ingeniería química.
- 2) Interrelación de los conocimientos relativos a la ingeniería química con las técnicas económicas, tanto en equipos aislados como en procesos.
- 3) Conocimientos básicos de control de procesos y principios de operación de los instrumentos disponibles en el mercado.
- 4) Estudio y selección de alternativas de proceso, en base a factores técnico-económicos de utilización de mano de obra y de disponibilidad de materias primas.

**Producción:**

Naturalmente distribuido, aún en algunas asignaturas consideradas como básicas, es necesario completar el alcance de la preparación en este campo con los siguientes objetivos:

- 1) Dotar al alumno de habilidad en el arranque, operación y puesta a régimen permanente de los equipos más comunes.
- 2) Introducción a las técnicas de planeación y control de la producción.
- 3) Interpretación de diagramas de flujo, de tubería e instrumentos, así como manuales de operación.
- 4) Elaboración e interpretación de informes de producción, programas de mantenimiento, así como manuales de seguridad y prácticas anticontaminantes.
- 5) Introducción a las técnicas de organización de operaciones en procesos químicos, mecánicos y de manufactura usando técnicas de ingeniería industrial. (7)

**2.4 Areas proritarias del ejercicio profesional en nuestro país.**

El campo natural de trabajo del ingeniero químico es el sector secundario de la actividad económica del país. Este sector agrupa a todas aquellas actividades que de alguna forma procesan o transforman los productos naturales de la tierra.

Dentro del sector secundario se pueden distinguir tres grandes grupos industriales:

- 1) La industria de la transformación.
- 2) La industria de la construcción.
- 3) La industria de procesamiento de materiales.

En la industria de la transformación se produce un cambio en la forma de materiales procedentes de otras industrias. Las sustancias no sufren modifica

ciones químicas apreciables, sino fundamentalmente cambios de forma y posición. Para ello se emplean diversos aparatos y máquinas o herramientas que son capaces de producir artículos para el consumo final, ó máquinas para usarse en --- otras industrias. (6)

En esta industria el acero en lingotes se transforma en placas, cables, automóviles, relojes; el polietileno se transforma en juguetes, utensilios de cocina y bolsas; las fibras textiles pasan a ser telas, alfombras y cortinas; los materiales conductores se convierten en radios, teléfonos y aparatos de televisión. El Ingeniero Químico está presente en todas las ramas, aún proporcionando servicio técnico sobre el mejor uso de las resinas plásticas, las pinturas, los barnices y los aditivos químicos que hacen que todos esos productos tengan una mejor duración y presentación. Con mayor frecuencia se le encuentra en el área de tratamiento de aguas y control de la contaminación, así como el control de calidad, donde se le considera subaprovechado. (6)

En la industria de la construcción, el proceder es similar al de la industria de la transformación, pero los objetos producidos son de mayor tamaño y suelen estar fijos en un lugar.

En la industria de la construcción los ladrillos, cementos y varillas se transforman en casas y edificios. La industria de la construcción fabrica obras de infraestructura muy necesarias para el desarrollo del país; por ejemplo: presas, carreteras, puentes, puertos, escuelas, fábricas, etc.

La labor fundamental del Ingeniero Químico dentro de este sector de la industria, está en el diseño y construcción de las plantas químicas y petroquímicas. (6)

Por último la industria de procesamiento de materiales, recibe materias primas que provienen directamente de la naturaleza ó de otras industrias y las transforma, ya sea en productos para el consumo directo de los seres humanos -

o bien en materias primarias que consumen otras industrias de transformación, de construcción o de proceso.

Es decir, a partir de carbón, minerales, petróleo, leche, carne, madera, caña, etc., produce artículos como: azúcar, aceites, jabones, quesos, mantecas, gasolinas, acero, cemento, plásticos, vidrio, pigmentos, adhesivos, papel y muchos otros.

En la industria de procesamiento de materiales, las materias primas suelen sufrir un cambio en su estructura química o en su concentración.

Para que se tenga una idea más clara de la importancia de esta industria, se da a continuación una lista de grupos de industria que se consideran dentro de esta clasificación. Esta lista no pretende ser exhaustiva, sino que presenta algunas de las industrias típicas: (6)

- 1) Productos minerales no metálicos.
- 2) Refinación del petróleo.
- 3) Preparación y conservación de carnes, elaboración de productos lácteos.
- 4) Manufactura de productos alimenticios en general.
- 5) Elaboración de bebidas, vinos y licores.
- 6) Obtención de azúcar.
- 7) Fabricación de papel y celulosa.
- 8) Fabricación de fibras artificiales y sintéticas.
- 9) Fabricación de materiales y explosivos.
- 10) Fabricación de materiales plásticos.
- 11) Fabricación de hule sintético.
- 12) Fabricación de cloro y álcalis.
- 13) Fabricación de película fotográfica.
- 14) Elaboración de pinturas y barnices.
- 15) Fabricación de ácidos, grasas y aceites.

- 16) Producción de jabones, detergentes y glicerina.
- 17) Fabricación de productos farmacéuticos, perfumes y cosméticos.
- 18) Fabricación de mezclas de abonos, fertilizantes e insecticidas.
- 19) Curtido de pieles y cueros.
- 20) Industria metálica básica.
- 21) Producción de gases industriales.
- 22) Industria siderúrgica.
- 23) Producción de petroquímicos básicos.
- 24) Producción de petroquímicos secundarios.
- 25) Producción de lubricantes y aditivos.
- 26) Fabricación de adhesivos.

En la industria de procesamiento de materiales trabajan todos aquellos profesionales relacionados con el área de la química, siendo el ingeniero químico el más frecuentemente empleado.

En todas esas industrias el ingeniero químico toma parte activa, dedicándose perfectamente al diseño y manejo de las plantas en áreas tales como la producción, el mantenimiento, la administración, las ventas, la planeación y la investigación. (6)

Mercado de trabajo del futuro profesionista.

El mercado de trabajo del ingeniero químico esta en la industria de procesamiento de materiales y en forma mas específica en la industria química y petroquímica, en las que ha habido en los últimos años una gran demanda por -- sus servicios.

**TABLA 2.1**

**Actividades de los ingenieros químicos en México.**  
**Fuente: Investigación socioeconómica de los ingenieros químicos. (19)**

|   |        |
|---|--------|
| Administración y finanzas               | 30.0 % |
| Planeación                              | 35.5   |
| Investigación y desarrollo de procesos  | 30.5   |
| Investigación y desarrollo de productos | 11.5   |
| Diseño de equipo                        | 31.0   |
| Consultoría y asesoría                  | 16.5   |
| Operación y mantenimiento de plantas    | 15.0   |
| Producción                              | 15.0   |
| Control de calidad                      | 13.0   |
| Ventas                                  | 6.3    |
| Servicios técnicos                      | 7.0    |
| Ingeniería ambiental                    | 5.8    |
| Compras                                 | 10.5   |
| Manejo y selección de personal          | 5.8    |
| Docencia                                | 14.0   |

En la tabla 2.1 se indican los porcentajes de ingenieros químicos dedicados a las actividades mas comunes; sin destacar la posibilidad de que un profesional pueda efectuar varias actividades a la vez; por ejemplo investigación y desarrollo de procesos, alternada con diseño de equipo y administración; ó trabajo en producción y docencia en una facultad ó escuela.

En cuanto a la distribución del profesional de ingeniería química en los diversos campos industriales se incluye la siguiente tabla:

**TABLA 2.2**

**Distribución de ingenieros químicos en la industria**  
**Fuente: IMIQ (encuentro Mayo 1982)**

|                             |        |
|-----------------------------|--------|
| Petróleos y servicios       | 22.0 % |
| Productos químicos básicos  | 14.0   |
| Cosméticos                  | 8.0    |
| Fertilizantes               | 8.0    |
| Jabones y detergentes       | 7.0    |
| Productos farmacéuticos     | 6.0    |
| Alimentos                   | 6.0    |
| Fibras y resinas sintéticas | 6.0    |
| Papel                       | 5.0    |
| Hule                        | 3.0    |
| Minerales no metálicos      | 3.0    |
| Textiles                    | 2.0    |
| Minerales metálicos         | 2.0    |
| Industria automotriz        | 1.0    |
| Otros productos químicos    | 7.0    |

**2.5 Actividades generales que ha desempeñado el ingeniero químico y actividad que debería desempeñar.**

El ingeniero químico en México, se ha encontrado en su vida profesional situaciones por resolver, todas ellas determinadas por el grado de desarrollo de la química en el país.

Al inicio, en la década de los años 30, la actividad preponderante del ingeniero químico era la operación de las plantas en una industria de predominio artesanal. Después, a raíz de la nacionalización de la industria petro-

lera, aparece la necesidad de realizar actividades de planeación y desarrollo de proyectos industriales debido al nacimiento de nuevas industrias -- químicas; además, un buen número de ingenieros químicos empiezan a desarrollar labores de ventas en lo que a información de propiedades y ventajas de productos se refiere.

Durante la década de los años 40 se establecieron un buen número de empresas pequeñas y medianas, y alrededor de 1950 se inicia un desarrollo en -- flecha en la fabricación de productos químicos básicos; esto da lugar a -- que el ingeniero se vea involucrado en actividades de montaje de plantas, de ingeniería de detalle y estimación de costo de proyecto, echándose a an dar con esto la disciplina de la ingeniería de proyectos.

La década de los 60's estuvo marcada por el nacimiento y desarrollo explosivo de la industria petroquímica, lo cual exigió al profesional de la ingeniería química manejar parámetros económicos a escala nacional, actuar -- en los mercados internacionales de productos químicos y en la selección y compra de tecnología en el extranjero; también en esta década el ingeniero químico se pudo dar a la tarea de asimilar y adaptar tecnología.

Por último en el pasado decenio, con un sostenido crecimiento de la petroquímica básica, una considerable diversificación de la petroquímica secun daria, un aumento importante en la fabricación de productos plásticos y fi bras sintéticas, así como un notable aumento en la producción de fertilizantes, aparece una nueva actividad en forma organizada en el ámbito de la ingeniería química: la ingeniería de procesos; área de actividades que incluye el diseño estratégico de procesos, desarrollo del paquete de ingenie ría básica, simulación y optimización de procesos.

Además en forma simultánea se empieza a disponer de laboratorios e instala ciones que permiten desarrollar ingeniería básica experimental, llevándose a cabo la concepción de procesos, desarrollo de tecnología a escala labora

torio y piloto, y el cálculo y escalamiento a dimensiones industriales. --

(6). (17)

El conjunto de actividades que ha desarrollado un ingeniero químico dentro de su ejercicio profesional se indica en la tabla 2.3; las fechas señaladas solo pueden ser aproximadas y corresponden al hecho de que un buen número de ingenieros hayan tenido como principal función profesional la actividad señalada.

De la tabla se puede observar que las actividades señaladas, nunca han desaparecido; a lo largo de los años. El número de las actividades profesionales siempre ha ido en aumento. El orden cronológico adoptado por los siete bloques de actividades permiten apreciar que durante la evolución de la profesión, la ingeniería química nace con plantas industriales ya en funcionamiento a las cuales el profesional debe atender y operar. Continúa -- con una operación mejor programada y aporta conocimientos y criterios técnicos en la venta de productos.

Años mas tarde pasa de la operación al montaje de plantas y después al cáculo de instalaciones y diseño de equipo.

La ingeniería de procesos aparece a continuación con cálculos y estudios -- ahora con un enfoque integral de los procesos de transformación y apoyados en los conocimientos fisicoquímicos de los fenómenos que ocurren, así como en criterios económicos que determinan el proceso.

Por último, se llega a las actividades que en si da origen a las plantas -- industriales: el desarrollo de la ingeniería básica.

Todo esto indica, al parecer, que la historia de la ingeniería química mexicana ha ido en el sentido contrario al de la secuencia obligada de la -- creación de plantas industriales del proceso. (6)

EJERCICIO PROFESIONAL DEL INGENIERO QUIMICO

TABLA 2-3

|                                  | 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 |
|----------------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <b>1-OPERACION DE PLANTAS</b>    | A- PLANEACION SUPERVISORIAL Y CONTROL DE PRODUCCION                        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                  | B- OPERACION DE SERVICIOS Y SUBSIDIOS                                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                  | C- CONTROL DE CALIDAD  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                  | D- MANTENIMIENTO Y REPARACION  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                  | E- CONTROL DE GASTOS   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <b>2-PLANEACION Y DESARROLLO</b> | A- PLANEACION OPERATIVA: OBJETIVOS Y PROGRAMACION DE PROYECTOS DE EMPRESAS |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                  | B- DESARROLLO DE PROYECTOS INDUSTRIALES                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                  | C- ESTUDIOS DE VIABILIDAD TECNICO-ECONOMICOS                               |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                  | D- INVESTIGACION DE MERCADO  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                  | E- PLANEACION Y ESTRATEGIA: OBJETIVOS, MEDIOS Y ESTRATEGIA DE EMPRESA      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <b>3-VENTAS</b>                  | A- INFORMACION DE PROMOCIONES Y VENTAS DEL PRODUCTO                        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                  | B- PLANEACION COMERCIAL  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                  | C- ASOCIACION DEL PRODUCTO PARA SU EMPLEO                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                  | D- SERVICIOS TECNICOS COMERCIALES  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <b>4-INGENIERIA DE PROYECTOS</b> | A- MONTAJE DE PLANTAS  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                  | B- INGENIERIA DE DETALLE   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                  | C- ESTIMACION DEL COSTO DEL PROYECTO                                       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                  | D- DEFINICION DEL PROYECTO   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                  | E- AMARRADO  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <b>5-DISEÑO DE EQUIPO</b>        | A- SELECCION DE TECNOLOGIA   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                  | B- ADAPTACION DE TECNOLOGIA  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                  | C- SIMULACION DE PROCESOS  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                  | D- OPTIMIZACION DE PROCESOS  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                  | E- ELABORACION DE MANUALES OPERACIONALES DE EQUIPO                         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <b>6-INGENIERIA DE PROCESOS</b>  | A- DESARROLLO DEL PROYECTO DE I+D+D QUIMICA BASICA                         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                  | B- DISEÑO ESTRATEGICO DEL PROCESO  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                  | C- CONCEPCION DEL PROCESO  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                  | D- DESARROLLO DE TECNOLOGIA ESCALA LABORATORIO PILOTO                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                  | E- CALCULO Y ADAPTACION A ESCALA INDUSTRIAL                                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <b>7-INGENIERIA BASICA</b>       | A- DESARROLLO DE TECNOLOGIA ESCALA LABORATORIO PILOTO                      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                  | B- CALCULO Y ADAPTACION A ESCALA INDUSTRIAL                                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                  | C- CALCULO Y ADAPTACION A ESCALA INDUSTRIAL                                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

**Historia de una Planta Industrial:**

Ingeniería básica -----> Ingeniería de Procesos -----> Ingeniería de proyectos -----> Diseño de equipo -----> Construcción y Montaje -----> Arranque y Operación de Plantas.

**Historia de la Ingeniería Química Mexicana:**

Operación de Plantas -----> Ingeniería de Proyectos -----> Diseño de equipo -----> Ingeniería de Procesos -----> Ingeniería básica.

Datos suministrados en varios trabajos, coinciden en clasificar las principales actividades del ingeniero químico en su ejercicio profesional como sigue:

**Administración:** En todas actividades, el ingeniero químico potencialmente puede llegar a desempeñar funciones administrativas. Este es un trabajo de oficina encaminado a la organización de la operación de las empresas, la comercialización de los productos y a la evaluación de proyectos de expansión.

**Producción:** En esta labor, los ingenieros químicos ocupan diferentes niveles desde el "operador técnico" hasta niveles de supervisión y superintendencia. En general un trabajo desarrollado en planta, tendiente a planear, supervisar, controlar y optimizar la operación del proceso.

**Docencia e Investigación:** Es una actividad prácticamente concentrada en las instituciones educativas y en algunas otras instituciones oficiales. Es un trabajo de oficina, aula y/o laboratorio que se avoca a comprender, transmitir y desarrollar, tanto los conocimientos fundamentales en todas las áreas como aquellas aplicaciones en la investigación. Contempla el desarrollo de nuevas teorías, productos y procesos que representan un avance científico o tecnológico en el área.

**Ventas y servicios técnicos.**- Aunque tradicionalmente ha sido poco estimada, esta es una actividad de oficina y de campo, relacionada con la deman-

da, el diseño de la producción e incluso con el desarrollo de innovaciones de productos complejos, con diferentes usos que exigen la participación de un profesional para su uso, adaptación y aprovechamiento adecuados.

**Proyectos y construcción.**— Trabajo de oficina y de campo, que comprende la planeación, el diseño, el detalle, la supervisión de la construcción y el arranque de plantas químicas. Directamente relacionado con esta especialidad, se prevee en el futuro, su orientación hacia el desarrollo y adaptación de tecnología.

En nuestro país, se ha observado una distribución orientada hacia labores de administración de empresas. Esto puede dar una imagen falsa del perfil necesario del egresado, pero la explicación la da Oria y Rojo cuando dicen "la mayoría de los ingenieros químicos cuando progresan en la vida, comienzan a desempeñar funciones administrativas importantes, por lo menos de modo parcial, a más tardar cinco años después de haber obtenido la licenciatura". (6) (7)

Con relación al tiempo de ejercer la profesión, se nota en el egresado una evolución clara hacia áreas administrativas, la cual se puede ilustrar con los siguientes cuadros:

TABLA 2.4

Funciones que desarrollan los Ingenieros Químicos en México, en los primeros 5 años de Ejercicio Profesional.

Fuente: IMIQ ( encuentro 1980 ).

|                                     |        |
|-------------------------------------|--------|
| Producción                          | 40 %   |
| Servicios Técnicos y Comerciales.   | 14.6   |
| Promoción, Planeación y Desarrollo. | 9.7    |
| Investigación.                      | 13.8 * |
| Diseño (Proceso y Proyectos)        | 9.8    |
| Docencia                            | 10.2   |
| Otros (Directivos)                  | 1.0    |
|                                     | <hr/>  |
|                                     | 100.0  |

\* Incluye personal Becado para estudios

---

Funciones que desarrollan los Ingenieros Químicos en México en los primeros-10 años de Ejercicio Profesional.

Fuente: Facultad de Química, UNAM Tesis "Planeación Educativa Integral",1979.

|  |        |
|--|--------|
| Producción                                 | 18.7 % |
| Servicios Técnicos y Comerciales.          | 20.49  |
| Promoción, Planeación y Desarrollo.        | 28.29  |
| Investigación                              | 5.7    |
| Diseño (Proceso, Proyectos y Construcción) | 17.07  |
| Educación.                                 | 1.95   |
| Consultores                                | 4.97   |
| Otros                                      | 2.93   |
|  | <hr/>  |
|  | 100.00 |

---

Funciones que desarrollan los Ingenieros Químicos en México, en los primeros 20 años de Ejercicio Profesional.

Fuente: Datos IMIQ 1980 (Membresía)

|   |        |
|---|--------|
| Administración  | 34.4 % |
| Planeación  | 14.9   |
| Finanzas  | 10.4   |
| Producción  | 7.9    |
| Proyectos   | 7.9    |
| Otros (Docencia, Educación, Investigación, Consultores, etc.) | 24.5   |
|   | <hr/>  |
|   | 100.0  |

---

## 2.6 Descripción de la situación actual del país.

La industria química como componente importante y dinámico de la economía-

nacional, se encuentra en estrecha vinculación con su comportamiento y desarrollo. Durante el sexenio 1976-1982 en el que se produjo un alto crecimiento --- (aproximadamente de 6.9% en promedio), la industria química creció al 12%, en contraste con el crecimiento de la población del 3%.

En la presente época, el crecimiento de la industria química como el de todo el país se ha reducido, aunque el sector de la industria petroquímica primaria y secundaria todavía mostró aumentos del 5% en 1983.

El principal motor de la industria química es Petróleos Mexicanos con su poderosa planta de refinación y petroquímica. Los productos elaborados por PEMEX --- son las materias primas para la industria de los fertilizantes, fibras sintéticas, elastómeros, plásticos, etc.

El sector químico es solamente autosuficiente en un 85%, por lo que se ha visto obligado en el pasado reciente a importar productos químicos en grandes cantidades.

Hasta 1975 en cualquiera de sus índices, la industria denotaba un aumento considerable en sus operaciones. Desde 1940 el crecimiento de la industria ha sido ininterrumpido, con índices semejantes de crecimiento en las décadas '50--- '60, '60-'70 y en los años '70-'75. A partir de esa fecha los datos son escasos y caóticos, principalmente en los últimos años. El crecimiento, fundado en la política gubernamental y sus inversiones, restablecerá su pendiente, únicamente cuando la situación económica alcance su estado real y la industria crezca según las posibilidades del mercado interior y la penetración posible en el mercado exterior. Las fluctuaciones presentes hacen imposible cualquier pronóstico futuro. La retracción de las inversiones del sector público ha provocado un repliegue total de las operaciones en torno a la industria. (7)

Estas opiniones las define en toda su extensión Bucay B., comprendiendo ya no la situación meramente nacional sino aún la situación mun-

dial, cuando expresa que "es muy probable que en el curso de los próximos diez años o por lo menos por el resto de esta década, no se construya en el mundo occidental una nueva planta para producir Acido Tereftálico (TPA)". (4)

Después de dos ejemplos semejantes más, Bucay concluye que nuestras próximas generaciones de egresados deberán "desarrollar talento en síntesis y simplificación de procesos". Su éxito entonces estará asociado a un uso racional de la economía, un aumento en la productividad, haciendo de su función, algo más que una actividad intelectual y académica, para lo cual - "están mejor equipados los físicos, los químicos y los matemáticos". (4)

La industria química es uno de los sectores de la economía que se caracteriza por ser altamente intensivo en sus requerimientos de capital, ya que necesita invertir, en promedio más de 4 millones de pesos (1981) para ganar un empleo.

La tabla siguiente se muestra la localización de las plantas de acuerdo con el anuario de la industria química mexicana en 1982.

**TABLA 2.5**  
**LA INDUSTRIA QUIMICA ,**

|                                | LOCALIZACION<br>DE PLANTAS | % |
|--------------------------------|----------------------------|---|
| VALLE DE MEXICO                | 41.4                       |   |
| ISTMO                          | 14.0                       |   |
| NUEVO LEON                     | 8.9                        |   |
| ESTADO DE MEXICO* Y MORELOS    | 7.2                        |   |
| CENTRO**                       | 6.9                        |   |
| TAMAULIPAS Y NORTE DE VERACRUZ | 6.6                        |   |
| PUEBLA Y TLAXCALA              | 5.8                        |   |
| JALISCO                        | 5.3                        |   |
| CHIHUAHUA, COAHUILA Y B.C.     | 3.9                        |   |
|                                | <hr/>                      |   |
|                                | 100.0                      |   |

\*No incluye las plantas ubicadas en el Valle de México que están en este -- Estado.

\*\* Incluye Bajío, S.L.P., Mich.

Incluye las plantas petroquímicas de PEMEX

La base de la distribución es sólo el número de plantas.

En los últimos años el desarrollo de la ingeniería de proyecto como resultado del auge de las industrias petrolera, petroquímica básica y química, principalmente, ha marcado una pauta muy importante dentro de la ingeniería nacional.

Las cuantiosas inversiones en los sectores ya mencionados requieren de la intervención de ingenieros, técnicos y especialistas cuyos conocimientos, capacidad y experiencia hagan posible la asimilación e integración nacional de una tecnología hasta hace unos años nueva en México, para el desarrollo de la ingeniería de proyecto.

La intervención del ingeniero químico en esta actividad es muy importante, debido a que su formación profesional, le permite además de participar en todas las áreas de la ingeniería básica y de detalle, tener una visión completa de los proyectos, muy necesaria en la administración y dirección de los mismos.

De aquí la importancia de asegurar la disponibilidad futura de ingenieros químicos que se necesitan para la ingeniería de proyecto, previendo las necesidades del país según el ritmo de desarrollo establecido en el plan de desarrollo industrial.

Como resultado del desarrollo industrial del país, se continuarán incrementando las inversiones en proyecto y como consecuencia de ello, las necesidades en ingeniería de proyectos serán mayores. Dentro de ellas destacan los requerimientos de ingenieros químicos por su importante participación en el desarrollo de la ingeniería de proyectos. (1)

**C A P I T U L O T E R C E R O**

**E S T R U C T U R A Y M O D A L I D A D E S D E L P L A N D E E S T U D I O S**

### CAPITULO III

#### 3.1 ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS

Un aspecto lateral en la concepción y la operación de un plan de estudios, que sin embargo influye de diversas maneras en la eficiencia de su aplicación, es la estructura académica y las características administrativas asociadas al mismo.

La agrupación de conocimientos en unidades didácticas se hace funcionalmente necesaria para establecer un control fraccionado del avance de un alumno y del cumplimiento de los objetivos parciales establecidos para cada nivel.

Esto permite también mediante la interrogación adecuada, establecer y ejercer una estructura consecuente y congruente que beneficie - tanto en lo académico como en lo administrativo las labores de enseñanza-aprendizaje.

Al igual que el contenido formal, la estructura no garantiza la obtención de un alto nivel en la impartición de los conocimientos -- en una carrera, pero si facilita u obstaculiza, el desenvolvimiento del estudiante y la labor del profesor. Es indiscutible que la obtención de un alto nivel, se encuentra en la convergencia de muchos factores.

- Contenido formal actualizado y definido.
- Estructura funcional.
- Formación y actualización continua de profesores.
- Organización y equilibrio de las labores de investigación.
- Extensión de facilidades bibliográficas y de apoyo.
- Mejoramiento del ambiente general de trabajo.

- Administración y aplicación racional de recursos disponibles.
- Continuidad en proyectos académicos y administrativos.

Las unidades didácticas deben formarse conjuntando temas de una asignatura determinada, bajo un objetivo específico. Esto permite:

- Lograr una organización mejor del conocimiento.
- Que el alumno alcance más fácilmente los objetivos -- propuestos.
- Que la evaluación se practique periódicamente para registrar el avance alcanzado por el alumno.
- Que se genere material didáctico específico y cada -- profesor se avoque al desarrollo y trabajo en la unidad en que tenga mayor conocimiento y experiencia.
- Que se produzcan núcleos de excelencia académica que a través de la investigación y el desarrollo, incidan sobre el nivel académico de su área.

Las unidades pueden formarse por asignatura, incluyendo una seriación lógica de temas, proveyendo además de una alternativa de integración (p. ej: trabajo práctico) que genere posibilidades de resolver problemas específicos mediante la aplicación de varias asignaturas del mismo nivel anterior.

### 3.2 Distribución de asignaturas.

El plan de estudios propuesto consta de 9 semestres y de 51 asignaturas, de las cuales 48 son obligatorias y 3 optativas. Las primeras, constituyen la preparación mínima necesaria para caracterizar profesionalmente al egresado y el área opcional o elegible (paquete), le orientará hacia algún campo específico sin constituir en una especialidad.

La carga académica y la relación teoría-laboratorio, se mantienen uniformes a lo largo de toda la carrera, arrojando por semestre -- las cifras:

|                    | CREDITOS | HORAS/SEMANA |
|--------------------|----------|--------------|
| TEORIA             | 40       | 20           |
| <u>LABORATORIO</u> | <u>8</u> | <u>8</u>     |
| T O T A L          | 48       | 28           |

Esto produce una relación en tiempo de 71% de teoría y -- 29% de laboratorio, no olvidando que la práctica está constituida tanto por el laboratorio, como por la aplicación de la teoría a problemas reales p. -- ej: "Proyecto de tendido de tubería para alimentación de la unidad de labora-- torio".

Esta distribución contrasta con la actual cuya compara-- ción se manifiesta en los siguientes cuadros.

**TABLA 3.1 DISTRIBUCION DE CREDITOS DE TEORIA Y LABORATORIO POR SEMESTRE -- PLAN ACTUAL.**

|        | 1°        | 2°        | 3°        | 4°        | 5°        | 6°        | 7°       | 8°       | 9°       | T O T A L |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|
| TEORIA | 36        | 40        | 38        | 36        | 42        | 34        | 46       | 52       | 47       | 371       |
| LAB.   | <u>10</u> | <u>10</u> | <u>13</u> | <u>13</u> | <u>13</u> | <u>11</u> | <u>6</u> | <u>3</u> | <u>—</u> | <u>79</u> |
|        | 46        | 50        | 51        | 49        | 55        | 45        | 52       | 55       | 47       | 450       |

**TABLA 3.2 DISTRIBUCION DE HORAS SEMANALES DE TEORIA Y LABORATORIO POR SE-- MESTRE PLAN ACTUAL.**

|        | 1°        | 2°        | 3°        | 4°        | 5°        | 6°        | 7°       | 8°       | 9°       | T O T A L   |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-------------|
| TEORIA | 18        | 20        | 19        | 18        | 21        | 17        | 23       | 26       | 23.5     | 185.5       |
| LAB.   | <u>10</u> | <u>10</u> | <u>13</u> | <u>13</u> | <u>13</u> | <u>11</u> | <u>6</u> | <u>3</u> | <u>—</u> | <u>79.0</u> |
|        | 28        | 30        | 32        | 31        | 34        | 28        | 29       | 29       | 23.5     | 264.5       |

Es notable como la carga semanal se modifica sustancialmente semestre a semestre (De 23.5 a 34 horas) en el plan vigente y además la incidencia del laboratorio es mayor a media carrera y francamente escasa al final de la misma (20 horas en los tres últimos semestres), cuando se podría pensar que el estudiante es capaz de realizar proyectos experimentales más completos y trascendentes.

Es posible entonces - cuantitativamente hablando disminuir y homogenizar la carga semestral, así como distribuir la enseñanza práctica a lo largo de toda la carrera.

### 3.3 Areas Académicas

No solo se modifica la relación teoría-laboratorio y la intensidad de trabajo semestral, sino también la relación en la que aparecen cada una de las áreas académicas.

El siguiente cuadro da una idea sintetizada de la nueva distribución.

**TABLA 3.3 VARIACION EN LA INCIDENCIA DE AREAS ESPECIFICAS.**

| AREAS ACADEMICAS       | PLAN ACTUAL % | PLAN PROPUESTO % |
|------------------------|---------------|------------------|
| Matemáticas            | 12.44         | 13.89            |
| Física                 | 8.00          | 5.56             |
| Química                | 17.77         | 10.18            |
| Fisicoquímica          | 14.00         | 8.33             |
| Análisis               | 8.44          | 2.31             |
| Ingeniería Química     | 23.11         | 29.17            |
| Ingenierías Auxiliares | 9.33          | 15.74            |
| Asig. Complementarias  | 1.33          | 9.26             |
| Opcionales             | 5.56          | 5.56             |

### 3.4 Salidas Laterales.

El plan propuesto no completa en sí mismo la creación de sali-

das laterales, aunque su estructura permite la implantación de las mismas a través de una complementación mínima de los conocimientos adquiridos hasta determinado nivel.

La deserción escolar, aunada al alto costo de la educación en las carreras de Química, hace pensar que las salidas laterales son una buena alternativa para dotar a los estudiantes que tienen que abandonar sus estudios de una actividad útil y a la industria, de técnicos intermedios que tanta falta están haciendo.

**TABLA 3.4 CUADRO DE POSIBLES SALIDAS LATERALES EN LA CARRERA DE INGENIERO QUIMICO (EJEMPLO).**

| DESIGNACION      | REQUISITOS PROBABLES                               |
|------------------|--|
| Instrumentista   | A partir del 4° semestre<br>(1 semestre adicional) |
| Operador Técnico | A partir del 6° semestre                           |
| Vendedor Técnico | A partir del 5° semestre<br>(1 semestre adicional) |

Indiscutiblemente lo anterior coadyuvará a evitar las cuantiosas pérdidas que ocurren en los casos de deserción, completando y avalando una preparación que será adecuada para el desempeño de una labor técnica a nivel medio.

Estas salidas, al igual que los paquetes opcionales deberán irse formando de acuerdo a las necesidades, demanda industrial y características propias de la institución.

### 3.5 Paquetes Terminales

Una de las modalidades más interesantes dentro del desarrollo institucional en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, es la posibilidad de tener dentro del curriculum algunas posibilidades de flexibilidad.

Esta innovación, además de presentarse en algunas asignaturas in-

tegradoras (Ingeniería de Proyectos, Ingeniería de Procesos, etc.) y en los laboratorios de Ingeniería Experimental, se presenta formalmente en los paquetes terminales.

Los paquetes deberán estar constituidos por un conjunto (3 ó 4 -- asignaturas) congruente de temas, que proporcionen al egresado un conocimiento profundo y detallado sobre un campo de aplicación profesional.

Aunque no puedan proporcionarse todas las posibilidades de contenido y objetivos de los paquetes; puede, sin embargo mencionarse que quedarían forzosamente enclavados en dos grandes grupos.

- a) Paquetes basados en las actividades profesionales del Ingeniero Químico y su aplicación específica.
- b) Paquetes relacionados con la fabricación de los diversos productos químicos industriales y su tecnología.

Así para mayor abundancia habría posibilidad de estructurar paquetes en áreas como las siguientes:

Paquetes Actividad Profesional.

Estrategia y Diseño de Procesos.

Dinámica de Procesos e Instrumentación.

Localización de Equipo y Diseño de Tuberías.

Ingeniería Ambiental.

Simulación y Optimización de Procesos.

Evaluación y Control de Proyectos.

Paquetes Industrias Químicas.

Tecnología de Polímeros.

Metalurgia.

Petróleo y Petroquímica.

Tecnología Farmacéutica.

Tecnología de Alimentos.

Fertilizantes Insectidas y Pesticidas.

### 3.6 RESUMEN

1) La carga académica total en el plan de estudios propuesto -- disminuye respecto al plan vigente. Esto se hace posible debido a la reestructuración de las áreas y a la desaparición de repeticiones.

2) La carga académica semestral se homogeneiza y las horas de -- docencia directa, así como la distribución de teoría y laboratorio, se mantienen constantes durante toda la carrera.

3) Las áreas académicas se reestructuran y redistribuyen de --- acuerdo a las necesidades y perspectivas de la fuente esencial de trabajo: - La industria.

4) Se define una parte del curriculum que institucionalmente -- proporciona alternativas de preespecialización (Paquetes) y que en conjunto con otros factores proporcionan una posibilidad de flexibilidad.

### 3.7 COMENTARIOS

La estructura es un medio para racionalizar la concepción, la - definición, la operación y el control de un plan de estudios y no es por sí misma de mejoramiento académico.

La estructura está sujeta a la naturaleza de la especialidad, a la dependencia específica y no puede ignorar su desarrollo y posibilidades.

## CAPITULO CUARTO

### DESARROLLO DEL PLAN DE ESTUDIOS

#### 4.1 APRECIACIONES SOBRE EL ACTUAL PLAN DE ESTUDIOS.

Dos tipos de observaciones pueden hacerse sobre el actual plan de estudios; aquellas de carácter general sobre el plan en su conjunto y aquellas de índole particular sobre determinadas asignaturas que lo componen.

El actual plan de estudios en su conjunto puede inicialmente compararse con todos los otros planes que han existido en la U.N.A.M.

La tabla 4.1 muestra los porcentajes de los grupos de asignaturas para cada plan, divididas estas, en básicas, estructurales y asignaturas de apoyo.

Resumiendo, se puede señalar que las materias básicas han ocupado un porcentaje semejante en los cuatro planes incluidos.

Ahora bien, con excepción del primer plan de estudios, el cual era en sí una prolongación del plan correspondiente al de la carrera de Químico de la época, se puede decir que los planes se han elaborado fundamentalmente en base a un factor: La experiencia profesional adquirida por los ingenieros mexicanos.

En la tabla 4.2 se presenta una comparación de planes de estudio; en la cual se incluyen el plan de estudios de la Facultad de Química (que es el mismo que el de la FES-C) y los planes de estudio de las principales universidades del mundo donde se imparte la carrera de Ingeniería Química.

1926 - 1937

PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE INGENIERO QUIMICO.

PRIMER AÑO.

Física Experimental  
Química Inorgánica con prácticas  
Análisis Químico cualitativo  
Matemáticas superiores (primer ciclo)  
Dibujo de máquinas (primer ciclo)  
Higiene de laboratorios y primeros auxilios  
Ejercicios físicos

SEGUNDO AÑO.

Calor y óptica  
Química orgánica con prácticas  
Análisis Químico cuantitativo  
Matemáticas superiores (segundo ciclo)  
Microbiología  
Minerología y Geología  
Dibujo de máquinas (segundo ciclo)  
Ejercicios físicos

TERCER AÑO.

Análisis instrumentales  
Físico-Química  
Mecánica general  
Física Industrial  
Electricidad con laboratorio  
Dibujo de máquinas (tercer ciclo)  
Ejercicios Físicos

CUARTO AÑO.

Electro-Química Teórico-Práctico  
Materias primas industriales  
Química industrial inorgánica  
Termodinámica  
Ensaye de materiales  
Ejercicios Físicos

QUINTO AÑO.

Mecánica aplicada  
Química Industrial Orgánica  
Proyectos de Instalaciones industriales  
Economía Industrial y comercial  
Higiene Industrial  
Industria Química, haciendo prácticas intensivas por lo menos durante 6 meses.  
Ejercicios Físicos

1 9 3 8 - 1 9 5 7

PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE INGENIERO QUIMICO

PRIMER AÑO.

Química inorgánica con prácticas  
Análisis Químico cualitativo  
Laboratorio de física  
Complementos de Algebra (semestral)  
Geometría analítica y cálculo dif. e int. 1o.  
Física (mecánica y fluidos)

SEGUNDO AÑO.

Química orgánica acíclica con prácticas  
Análisis químico cuantitativo con prácticas  
Geom. analítica y cálculo dif. e int. 2o.  
Física (calor, termodinámica, acústica y óptica)  
Estática y resistencia de materiales

TERCER AÑO.

Química orgánica cíclica con prácticas  
Análisis químico especial con prácticas  
Físico-química con prácticas  
1er. Curso de Ingeniería Química  
Cinemática, mecanismo y dinámica  
1er. Curso de dibujo industrial

CUARTO AÑO.

Análisis Químico Industrial con prácticas  
2o. Curso de Ingeniería Química  
Termodinámica Química  
Cálculo práctico

CUARTO AÑO.

2o. Curso de Dibujo Industrial  
Un curso industrial con prácticas  
Visitas a fábricas e instalaciones de Ind. Química

QUINTO AÑO.

3er. Curso de Ing. Química  
Electroquímica con prácticas  
Materias primas industriales  
Máquinas térmicas  
Organización Ind. y proyectos  
Higiene Ind. con prácticas  
Un curso de industrial con prácticas.

NOTA: El curso industrial contenido en los años cuatro y quinto será elegido por los alumnos entre los establecidos en la Escuela.

1 9 5 8 - 1 9 6 5

PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE INGENIERO QUIMICO

PRIMER AÑO.

Química Inorgánica  
Análisis I (cualitativo)  
Física I  
Matemáticas I (Algebra)  
Matemáticas II (Cálculo y Geom. Analítica)

SEGUNDO AÑO.

Química Orgánica I  
Análisis II (cualitativo)  
Física II  
Elementos de Ingeniería Mecánica  
Matemáticas III (Ecs. Diferenciales)  
Fisicoquímica I  
Ingeniería Química I (Balance Mat. y energía)

TERCER AÑO.

Química Orgánica II  
Análisis III (Instrumental)  
Fisicoquímica II  
Matemáticas IV (Estadística)  
Ingeniería Química II (flujo de fluidos  
y Trans. de calor)  
Física III

CUARTO AÑO.

Análisis IV (industrial)  
Ingeniería Química III (Trans. de masa)  
Dibujo

CUARTO AÑO.

Máquinas Térmicas  
Ingeniería Eléctrica  
Ingeniería Industrial

QUINTO AÑO.

Ingeniería Química IV (Reactores  
y Catálisis)  
Fisicoquímica IV  
Higiene y Seguridad Industrial  
Diseño de equipo  
Instrumentación industrial  
Ingeniería Industrial  
Optativa

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CUAUTITLAN**

**QUIMICA**

PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE INGENIERO QUIMICO "21"

|                       |     |          |
|-----------------------|-----|----------|
| MATERIAS OBLIGATORIAS | 425 | CREDITOS |
| MATERIAS OPTATIVAS    | 75  | CREDITOS |
| TOTAL                 | 450 | CREDITOS |

| CLAVE                   | MATERIA                          | CREDITOS | CLAVE                                      | MATERIA  | CREDITOS |
|-------------------------|----------------------------------|----------|--|--|----------|
| <b>PRIMER SEMESTRE</b>  |                                  |          | <b>OCTAVO SEMESTRE</b>                     |  |          |
| 0455                    | LABORATORIO DE CIENCIA BASICA I  | 10       | 0758                                       | TECNOLOGIA DE SERVICIOS  | 8        |
| 0235                    | FISICA I                         | 6        | 0324                                       | INGENIERIA MECANICA II   | 6        |
| 0796                    | FISICOQUIMICA I                  | 6        | 0334                                       | INGENIERIA QUIMICA VI  | 15       |
| 0480                    | MATEMATICAS I                    | 10       | 0335                                       | INGENIERIA QUIMICA VII   | 12       |
| 0481                    | MATEMATICAS II                   | 8        | 0201                                       | ECONOMIA INDUSTRIAL I  | 6        |
| 0297                    | FISICOQUIMICA II                 | 6        |  | OPTATIVA OPTATIVA  |          |
| <b>SEGUNDO SEMESTRE</b> |                                  |          | <b>NOVENO SEMESTRE</b>                     |  |          |
| 0456                    | LABORATORIO DE CIENCIA BASICA II | 10       | 0161                                       | DISEÑO DE EQUIPO   | 6        |
| 0236                    | FISICA II                        | 5        | 0025                                       | INGENIERIA DE PROCESOS   | 6        |
| 0639                    | QUIMICA INORGANICA I             | 10       | 0336                                       | INGENIERIA QUIMICA VIII  | 12       |
| 0125                    | CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL   | 12       | 0202                                       | ECONOMIA INDUSTRIAL II   | 6        |
| 0298                    | FISICOQUIMICA III                | 6        |  | OPTATIVA OPTATIVA  |          |
| 0014                    | ANALISIS I                       | 6        | <b>ASIGNATURAS OPTATIVAS</b>               |  |          |
| <b>TERCER SEMESTRE</b>  |                                  |          | El paréntesis indica antecedente necesario |  |          |
| 0252                    | FISICA III                       | 8        | 0019                                       | AZUCAR I   | 8        |
| 0223                    | ECUACIONES DIFERENCIALES         | 10       | 0020                                       | AZUCAR II  | (0191) 8 |
| 0293                    | FISICOQUIMICA IV                 | 7        | 0021                                       | ASPECTOS LEGALES INDUSTRIALES                                    | 6        |
| 0005                    | ANALISIS II                      | 8        | 0120                                       | COLORANTES I   | 8        |
| 0329                    | INGENIERIA QUIMICA I             | 6        |  | COLORANTES II  | 8        |
| 0650                    | QUIMICA ORGANICA I               | 10       | 0121                                       | COMPUTACION ELECTRONICA Y PROGRAMACION I                         | 8        |
| <b>CUARTO SEMESTRE</b>  |                                  |          | 0122                                       | COMPUTACION ELECTRONICA Y PROGRAMACION II                        | 8        |
| 0255                    | FISICA IV                        | 8        | 0123                                       | COMPUTACION ELECTRONICA Y PROGRAMACION III                       | 8        |
| 0224                    | ESTADISTICA I                    | 6        | 0129                                       | CALCULO AVANZADO   | (125) 6  |
| 0754                    | TERMODINAMICA QUIMICA            | 8        | 0162                                       | DISEÑO DE EXPERIMENTOS   | 6        |
| 0006                    | ANALISIS III                     | 8        | 0163                                       | DIRECCION DE EMPRESAS  | 6        |
| 0330                    | INGENIERIA QUIMICA II            | 6        | 0249A                                      | FENOMENOS DE TRANSPORTE  | 6        |
| 0651                    | QUIMICA ORGANICA II              | 10       | 0258                                       | FISICA VI  | (257) 8  |
| <b>QUINTO SEMESTRE</b>  |                                  |          | 0259                                       | FISICA VII   | (258) 8  |
| 0257                    | FISICA V                         | 8        | 0270                                       | FISICOQUIMICA VIII   | (295) 9  |
| 0225                    | ESTADISTICA II                   | 6        | 0271                                       | FISICOQUIMICA IX   | (295) 9  |
| 0266                    | FISICOQUIMICA V                  | 9        | 0327                                       | INGENIERIA NUCLEAR   | 6        |
| 0607                    | ANALISIS IV                      | 9        | 0330                                       | INSTRUMENTACION INDUSTRIAL                                       | 6        |
| 0311                    | INGENIERIA QUIMICA III           | 12       | 0340                                       | INVESTIGACION DE OPERACIONES I                                   | 5        |
| 0653                    | QUIMICA ORGANICA III             | 10       | 0341                                       | INVESTIGACION DE OPERACIONES II                                  | 5        |
| <b>SEXTO SEMESTRE</b>   |                                  |          | 0355                                       | INGENIERIA AMBIENTAL I   | 6        |
| 0321                    | INGENIERIA ELECTRICA I           | 6        | 0356                                       | INGENIERIA AMBIENTAL II  | (355) 6  |
| 0260                    | FISICOQUIMICA VI                 | 9        | 0487                                       | MATEMATICAS SUPERIORES EN INGENIERIA QUIMICA                     | 6        |
| 0011                    | ANALISIS V                       | 8        | 0504                                       | MICROBIOLOGIA INDUSTRIAL   | 9        |
| 0332                    | INGENIERIA QUIMICA IV            | 10       | 0575                                       | OPTIMIZACION   | 6        |
| 0654                    | QUIMICA ORGANICA IV              | 10       | 0600                                       | PAPEL Y CELULOSA I   | 6        |
| <b>SEPTIMO SEMESTRE</b> |                                  |          | 0601                                       | PAPEL Y CELULOSA II  | (500) 6  |
| 0322                    | INGENIERIA ELECTRICA II          | 6        | 0604                                       | PLASTICOS Y SILICONES I  | 6        |
| 0323                    | INGENIERIA MECANICA I            | 6        | 0605                                       | PLASTICOS Y SILICONES II   | 6        |
| 0269                    | FISICOQUIMICA VII                | 9        | 0605                                       | PROCESOS PETROQUIMICOS   | 6        |
| 0333                    | INGENIERIA QUIMICA V             | 15       | 0612                                       | PLANEACION Y DESARROLLO IND. QUIMICA DE LOS MATERIALES CERAMICOS | 6        |
| 0655                    | QUIMICA ORGANICA V               | 10       | 0640                                       | QUIMICA CUANTICA   | 6        |
| 0160                    | DRIBUJO                          | 6        | 0681                                       | RELACIONES HUMANAS   | 6        |
|                         |                                  |          | 0720                                       | SEGURIDAD INDUSTRIAL   | 6        |
|                         |                                  |          | 0723                                       | SIMULACION DE PROCESOS   | 6        |
|                         |                                  |          | 0724                                       | SIMULACION DE PROCESOS II  | (723) 6  |
|                         |                                  |          | 0759                                       | TECNOLOGIA DE FIBRAS QUIMICAS                                    | 6        |
|                         |                                  |          | 0760                                       | TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  | 6        |
|                         |                                  |          | 0762                                       | TECNOLOGIA DE MATERIALES   | 6        |
|                         |                                  |          | 0763                                       | TECNOLOGIA NUCLEAR   | 6        |
|                         |                                  |          | 0767                                       | TRATAMIENTO DE AGUAS   | 8        |
|                         |                                  |          | 0790                                       | UNION QUIMICA  | 10       |

ABRIL, 1977

- 44 -  
 TABLA 4.1

COMPARACION DE LOS PLANES DE ESTUDIOS CONDENSADOS (PORCENTAJE DEL TOTAL HORAS-SEMANA TEORIA).  
 FUENTE: VER REFERENCIA NO. 6

| M A T E R I A S            | PLAN         | PLAN         | PLAN         | PLAN         | PLAN         | PLAN         |
|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                            | 1966-67      | 1968-67      | 1958-65      | 1966-82      | 1983         | PROPUESTO    |
| Física                     | 16.98        | 17.31        | 7.6          | 10.23        | 8.12         | 5.00         |
| Química                    | 16.36        | 10.58        | 9.48         | 11.36        | 10.86        | 7.22         |
| <u>BASICAS:</u>            |              |              |              |              |              |              |
| Fisicoquímica              | 9.43         | 11.54        | 12.93        | 14.78        | 11.41        | 7.78         |
| Matemáticas                | 5.66         | 11.54        | 12.93        | 11.94        | 15.76        | 16.67        |
| <b>TOTAL BASICAS</b>       | <b>48.43</b> | <b>50.97</b> | <b>43.10</b> | <b>48.31</b> | <b>46.15</b> | <b>36.67</b> |
| Ingeniería Química         | 3.77         | 17.31        | 18.10        | 23.86        | 22.83        | 23.89        |
| Ingeniería de Procesos     | 1.89         |              |              | 1.71         | 1.63         | 2.22         |
| Ingeniería de Proyectos    |              |              |              |              |              | 2.22         |
| <u>ESTRUCTURALES:</u>      |              |              |              |              |              |              |
| Tecnología de Servicios    |              |              |              |              | 1.63         | 1.67         |
| Diseño de Equipo           |              |              | 2.59         | 1.71         | 1.63         | 2.22         |
| Ingeniería Ambiental       |              |              |              |              | Opt.         | 2.22         |
| Simulación de Procesos     |              |              |              |              | Opt.         | 2.22         |
| <b>TOTAL ESTRUCTURALES</b> | <b>5.66</b>  | <b>17.31</b> | <b>20.69</b> | <b>27.28</b> | <b>27.72</b> | <b>36.66</b> |
| Análisis                   | 20.75        | 14.42        | 10.33        | 5.63         | 5.97         | 1.67         |
| Dibujo                     | 5.66         | 5.77         | 5.17         | 1.71         | 1.63         |              |
| Economía Industrial        | 3.77         | 2.88         | 7.76         | 3.40         | 3.26         | 2.22         |
| Higiene y Seguridad        | 3.77         | 2.88         | 2.59         | Opt.         | 1.63         |              |
| Ingeniería Eléctrica       |              |              | 2.59         | 3.40         | 3.26         | 2.22         |
| Ingeniería Mecánica        |              |              | 2.59         | 3.40         | 3.26         | 2.22         |
| Instrumentación            |              |              | 2.59         | Opt.         | Opt.         | 2.22         |
| <u>AUXILIARES:</u>         |              |              |              |              |              |              |
| Tec. de Materiales         |              |              |              |              |              | 2.22         |
| Legisl. y Seguridad        |              |              |              |              |              | 1.67         |
| Control de la Prod.        |              |              |              |              |              | 1.67         |
| Organización de la Prod.   |              |              |              |              |              | 1.67         |
| Prog. y Computación        |              |              |              |              |              | 2.22         |
| Optativos                  |              | 5.77         |              |              | 6.56         | 6.67         |
| <b>TOTAL AUXILIARES</b>    | <b>33.95</b> | <b>31.72</b> | <b>36.21</b> | <b>24.36</b> | <b>25.57</b> | <b>26.67</b> |

TABLA 4.2

Comparación de planes de estudio de las principales Universidades del mundo.

|            | CALEND     | DURACION<br>AÑOS | MAT.<br>PERIODO | HORAS DE<br>CLASE A LA<br>SEMANA | TESIS    | "MAJOR"    | BANDWICH      | EDUCACION<br>FISICA | ORIENTACION<br>PROFESIONAL | %<br>OPTATIVAS | IMP.<br>% QUIMICA  | MATERIAS<br>ADICIONALES | MATERIAS<br>DE<br>SISTEMA | %<br>ADMON | %<br>HUM | ANALISIS<br>QUIMICO | %<br>BASICAS |      |
|------------|------------|------------------|-----------------|----------------------------------|----------|------------|---------------|---------------------|----------------------------|----------------|--------------------|-------------------------|---------------------------|------------|----------|---------------------|--------------|------|
| UNAM       | S          | 4.5              | 6.7             | 2038                             | SI       | NO         | NO            | NO                  | NO                         | 6.8            | 21.6               | 17.7                    | 0                         | 2.7        | 0        | 3 SEM               | 51.0         |      |
|            | CALETEC    | Y                | 4               | 8                                | 23       | SI         | INDIRECTO     | NO                  | SI                         | NO             | 17.2               | 15.9                    | 10.6                      | 0          | 0        | 17.8                | 1 S          | 35.5 |
| EJ         | MISCONCH   | S                | 4               | 4                                | 17       | NO         | NO            | PRACTICAS           | SI                         | SI             | 2.1                | 20.5                    | 17.1                      | 0          | 0        | 16.3                | 2 S          | 44.0 |
|            | SIIE       | S                | 2               | 5.0                              | 17       | SI (12.5%) | NO            | NO                  | NO                         | SI             | 11.5               | 18.1                    | 0                         | 0          | 0        | 20.0                | 1A3          | 40.0 |
| CANADA     | OTAWA      | S                | 4               | 10.0                             | 32       | SI (47%)   | NO            | NO                  | NO                         | ETICA PROF.    | 3.2                | 17.7                    | 11.9                      | 0          | 0        | 0                   | 1 S          | 50.3 |
|            | MONTREAL   | S                | 4               | 6.8                              | 1916     | SI         | SI            | NO                  | NO                         | SI             | 0                  | 18.6                    | 30.3                      | 2.0        | 3.5      | 5.2                 | 1 S          | 36.8 |
| GB         | MANCHESTER | A                | 3               | 3.7                              | 1112     | SI         | SI<br>2 AREAS | NO                  | NO                         | NO             | 0                  | 25.1                    | 20.5                      | 1.9        | 1.9      | 0                   | 1A1          | 37.2 |
|            | NOTTINGHAM | A                | 4               | 5.9                              | 2020     | SI (84%)   | SI            | NO                  | NO                         | SI 62%         | 21.2<br>(En 3 Sem) | 12.5                    | 14.3                      | 2.1        | 3.1      | 0                   | NO           | 31.5 |
| ESPAÑA     | B          | 5                | 7.5             | 1830                             | SI (1%)  | NO         | NO            | NO                  | NO                         | 0              | 25                 | 16                      | 0                         | 0          | 3        | 2 S                 | 42           |      |
| ITALIA     | S          | 5.0              | 5.7             | —                                | SI       | SI         | —             | NO                  | NO                         | —              | —                  | —                       | —                         | —          | 0        | 1 SEM               | —            |      |
| URSS       | SI         | 5.0              | 5.8             | 2430                             | SI       | SI         | SI            | SI 3.2%             | 2                          | 10.1<br>Españ. | 4.8                | 10.6                    | 2.8                       | 3.6        | 12.9     | 7                   | 52.0         |      |
| JAPON      | S          | 4.0              | —               | 2843                             | SI 12.8% | NO         | —             | NO                  | NO                         | 0              | 26.4               | 38                      | 0                         | 0          | 2 S      | 22.8                |              |      |
| AUSTRALIA  | MELBURN    | Y                | 4.0             | 4.0                              | 12       | SI         | SI            | SI                  | NO                         | NO             | 0                  | 19.7                    | 10.3                      | 2.2        | 2.8      | 2.2                 | 1A3          | 37.0 |
| AUSTRALIA  | ADLAIDE    | A                | 4.0             | 3.4                              | 2224     | 22.3%      | NO            | SI                  | NO                         | NO             | 0                  | 34.8                    | 22.5                      | 0          | 6        | 0                   | NO           | 20.1 |
| SUD AFRICA | A          | 4                | 3.5             | —                                | SI       | SI         | SI            | NO                  | NO                         | Variables      | 18.2               | 83                      | 0                         | 0          | 0        | 0                   | 43.7%        |      |
| ARGENTINA  | A          | 6                | 5.6             | 2442                             | —        | NO         | NO            | NO                  | NO                         | 0              | 20                 | 9                       | 0                         | 12         | 2        | NO                  | 42           |      |
| BRASIL     | A          | 5                | 5.7             | 2938                             | —        | NO         | NO            | NO                  | NO                         | 0              | 17.9               | 20                      | 0                         | 3.0        | 0        | 7 A                 | 34           |      |
| CHILE      | Y          | 6                | 3.6             | 18                               | SI 3%    | NO         | SI            | NO                  | NO                         | 8.0            | 17.0               | 19.5                    | 2.5                       | 5.0        | 10       | 2 SEM               | 39.0         |      |
| COLOMBIA   | S          | 5                | 5.7             | 24                               | NO       | NO         | NO            | NO                  | SI                         | 0              | 12.4               | 19.1                    | 0                         | 5.2        | 2.1      | 2 S                 | 58.9         |      |
| ECUADOR    | A          | 5                | 6.0             | 26                               | SI 21%   | NO         | NO            | NO                  | NO                         | 0              | 28.2               | 14.7                    | 1.8                       | 7.3        | 0        | 3 S                 | 45.0         |      |

En el caso particular del cambio del plan de estudios realizado en 1966 incidieron criterios provenientes del grado de desarrollo alcanzado hasta esa fecha por la Ingeniería Química en el país. Para aquel entonces el ejercicio profesional abarcaba principalmente actividades de operación de plantas, planeación y desarrollo, ventas, diseño de equipo e ingeniería de proyectos, y fueron precisamente éstas dos últimas actividades las que intervinieron en forma preponderante en el cambio del plan de estudios. Esto trajo como consecuencia que en términos generales se buscara dar al Ingeniero Químico una formación dirigida hacia el diseño de equipo y la Ingeniería de Proyectos; objetivo académico que desde entonces prevalece. También en 1966 se cambió el sistema anual a semestral.

El conjunto de razones que inducen a considerar la necesidad de un análisis, la proporción de una modificación al plan de estudios y su implementación adecuada pueden resumirse en:

1.- OBSOLESCENCIA.- Debe anotarse la antigüedad del plan de estudios -- que heredado de Facultad de Química tiene 20 años de vigencia, prácticamente sin cambios de fondo.

2.- DESARROLLO DEL PAIS.- La situación económica modifica sustancialmente las necesidades de la industria y los posibles enfoques de las carreras - relacionadas con ella. En éste renglón, la Ingeniería Química debe resolver problemas producidos por la poca disponibilidad de insumos, sobre todo aquellos procedentes del exterior.

3.- ARIDEZ.- El Plan de Estudios no se encuentra necesariamente relacionado con los problemas técnico-económicos del medio y la mínima dosis de - - aplicaciones concretas, lo hace difícil de asimilar.

4.- MANEJO DE HERRAMIENTAS DE CALCULO.- No se ha integrado, ni aprovechado, el avance observado en los últimos años en cuanto a herramientas de - cálculo (computación) se refiere.

5.- EXPERIMENTACION.- Tradicionalmente la infraestructura teórica ha tenido poco apoyo en la práctica (laboratorio) sobre todo en la rama específica de Ingeniería, lo que hace difícil la comprensión de conceptos y su relación con la realidad.

6.- ORIENTACION PROFESIONAL.- El plan carece de asignaturas o actividades que situen al alumno en la profesión, sus modalidades, las actividades típicas y las posibilidades de desarrollo de los egresos.

7.- CARGA ACADEMICA.- En los Semestres intermedios la carga académica se encuentra desequilibrada hacia áreas básicas (Química Orgánica y Química Analítica), restando importancia y profundidad al área de Ingeniería.

#### 4.2 PERFIL DEL EGRESADO

De acuerdo con la definición de lo que es Ingeniería Química se advierte que la estructura básica de un Ingeniero Químico, está particularmente relacionada con las funciones profesionales que desempeña.

El objetivo de la enseñanza de la Ingeniería Química en la FES-C, es la de formar profesionales con una capacidad y conocimientos generales que permitan su posterior incorporación a cualquier área de aplicación que exija nuestra profesión, quedando a responsabilidad del medio profesional la adecuada capacitación y entrenamiento de los egresados para los requerimientos específicos que exige el medio industrial.

Por otra parte, la situación de la Ingeniería Química en el país y la notable demanda en el área de Ingeniería de Proyectos (1), hacen pensar que no es lo en la FES-C, sino en algunas otras instituciones educativas del área, es necesario considerar como una alternativa plausible, un balance mayor de las áreas terminales de la carrera, hacia el área de Proyectos, conservando como se menciona en el párrafo anterior y como lo señala enérgicamente Bucay (4), la "universalidad" en la preparación, como base fundamental del éxito de este profesional en la mayoría de las actividades que cubre.

La situación geográfica de nuestra facultad favorece a la orientación --- pretendida, puesto que guardamos una posición claramente ventajosa para disponer del personal idóneo para la implementación de esta idea. Prueba de ello es que en este momento, contamos con una proporción significativa de profesores -- que prestan sus servicios en el IMP y acuden a nuestra dependencia a impartir -- materias aplicadas del área de Proyectos.

Con esta base, pasará a definirse con detalle el perfil del egresado.

Al finalizar la carrera el egresado deberá estar capacitado en los siguientes aspectos:

a).- DISEÑO, CALCULO Y MONTAJE DE EQUIPOS E INSTALACIONES PARA LAS INDUSTRIAS DE PROCESO.

a.1).- INGENIERIA DE PROYECTOS.

- Establecer la localización de equipo.
- Elaborar diagramas de tuberías e instrumentos y diagramas eléctricos.
- Diseñar los sistemas de servicios auxiliares.
- Seleccionar materiales de construcción.
- Seleccionar, diseñar y especificar los equipos de proceso, de servicios y de almacenamiento.
- Llevar a cabo evaluaciones tecnico-económicas para la selección y adquisición de equipo.
- Elaborar el manual de datos para el cliente.
- Elaborar instructivo de arranque y operación.
- Establecer y supervisar los programas de actividades.
- Controlar y organizar el personal a su cargo.
- Mantener las relaciones con clientes, características y proveedores.
- Llevar a cabo evaluaciones económicas.
- Estimar costos de inversión y de producción.
- Evaluar alternativas financieras.

- Llevar el control del presupuesto.

**a.2).- INGENIERIA DE PROCESOS**

- Establecer las bases de diseño del producto y del proceso.
- Establecer la disponibilidad de materias primas y de otros insumos.
- Seleccionar o establecer la alternativa de proceso mas atractiva desde un punto de vista técnico y económico a través de estudios en planta piloto y de simulación mediante modelos matemáticos.
- Establecer condiciones óptimas de diseño.
- Estudiar el comportamientos dinámico del proceso y seleccionar - los sistemas de control.
- Diseñar los sistemas adecuados que prevengan la contaminación -- ambiental.
- Elaborar los diagramas funcionales y establecer los balances de- materia y energía.
- Seleccionar y dimensionar los equipos principales.

**a.3).- DISEÑO DE EQUIPO**

- Dimensionar recipientes y tanques de almacenamiento.
- Seleccionar los materiales de construcción.
- Determinar condiciones máximas de operación y de diseño.
- Definir espesores de cascarones y cierres abombados e interpretar detalles de construcción.
- Instrumentar adecuadamente el equipo.
- Elaborar manuales de mantenimiento y operación.

**b).- MANEJO Y CONTROL DE PLANTAS DE INDUSTRIAS DE PROCESO**

El manejo y control de plantas consta de dos actividades básicas:  
Operación y mantenimiento.

**b.1).- OPERACION DE PLANTAS**

- Interpretación de diagramas funcionales, de tuberías e instrumenu

tación, eléctricos, etc.

- Entender el funcionamiento de los equipos aislados y del proceso en su conjunto.
- Establecer balances de materia y energía.
- Planear la producción de la planta y establecer las necesidades de inventario de materias primas y productos.
- Supervisar y controlar emisiones contaminantes.
- Manejar el personal a su cargo tanto desde el punto de vista Relaciones Humanas como de Legislación Laboral.
- Supervisar la buena operación del proceso, optimizar la producción.
- Establecer medidas de seguridad y tomar las medidas necesarias en situaciones de emergencia.
- Elaborar informes periódicos de producción y analizar desde el punto de vista de costos, rendimientos y productividad del equipo y el personal.

**b.2).- MANTENIMIENTO.**

- Establecer las políticas y los programas de mantenimiento preventivo y supervisar su implantación.
- Tomar las medidas necesarias para el mantenimiento correctivo en caso de falla del equipo a su cargo.
- Seleccionar y especificar equipo e instrumentación.
- Supervisar el montaje de equipos e instrumentos.

**c).- SERVICIOS TECNICOS RELACIONADOS CON LA ADQUISICION Y VENTA DE EQUIPOS Y PRODUCTOS.**

- Conocer el funcionamiento y el diseño de los equipos que maneja.
- Conocer las propiedades y aplicaciones de los productos que maneja.
- Asesorar al cliente en problemas de su competencia, determinando

la mejor solución desde el punto de vista tanto técnico como económico, de acuerdo a sus necesidades específicas del cliente.

- Realizar investigaciones de mercado.
- Plantear y supervisar los programas de venta.

d).- PLANIFICACION Y EVALUACIONES ECONOMICAS

- Efectuar análisis de mercado y del entorno macro-económico.
- Efectuar análisis de costos.
- Organización, manejo y evaluación de proyectos.
- Analizar e interpretar estados financieros.

4.3 CAMBIOS FUNDAMENTALES EN EL CURRÍCULO ACADÉMICO

Una vez tomado como punto de partida para el desarrollo (diseño) del plan de estudios, la formación de un Ingeniero Químico orientando más claramente hacia el área de proyectos, se elaboró la red secuencial de materias que se presenta anexa.

En ella se presentan las áreas académicas en renglones y los semestres en columnas. Su elaboración se inició al proponer una orientación profesional en el área de proyectos, es decir, una materia de proyectos que integre los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, y así maneje el estudiante diferentes disciplinas científicas, técnicas y económicas en torno al estudio de un proceso industrial de transformación química.

La elaboración del plan de estudios continuó entonces supeditada a ordenar y seriar asignaturas que se consideraron necesarias a la Ingeniería de Proyectos. En otros términos se puede decir que la construcción de la red en buena medida se hizo en dirección del último hacia los primeros semestres.

Del plan de estudios en su conjunto, se debe distinguir como columna vertebral al área de la Ingeniería Química, la cual se encuentra inmediata y en la línea directa con la Ingeniería de Proyectos. Aporta como novedad la inclusión de un curso de Fenómenos de Transporte-fundamentación fenomenológica de las opera--

ciones unitarias-, dos cursos de Procesos de Separación - nuevo enfoque sistemático de las separaciones difusionales y mecánicas -, un curso de Simulación de Procesos para abordar la adaptación y mejoramiento de los procesos.

Es de señalarse también la materia de Introducción a la Ingeniería Química al inicio de la carrera, con la cual se pretende ubicar al estudiante en el ejercicio y alcance de la Ingeniería Química y a lograr una mejor identificación con su futura profesión, así como apreciar la importancia de la Ingeniería Química y los diversos campos profesionales que la integran.

En el nuevo plan se incluye una nueva área de asignaturas auxiliares tales como: Tecnología de Materiales que ayuda al Ingeniero Químico en la selección y protección de materiales; Legislación y Seguridad que es una asignatura informativa sobre aspectos legales (contratos colectivos, relaciones industriales, patentes y marcas, reglamentos y normas, etc.), así como importancia causa y prevención de accidentes, etc.; Organización para la Producción y Control de la Producción, asignaturas que pretenden aportar los conocimientos necesarios para abordar con método y organización la función esencial: la producción.

En el área de Química pueden notarse dos aspectos: El primero, al inicio de la carrera, de carácter formativo, mediante una enseñanza experimental intensa y la asimilación de criterios generales para predecir el comportamiento químico de las especies. Otro terminal, que persigue poner en relieve el papel determinante que juegan los fenómenos químicos en el diseño y la operación de los procesos industriales.

En el área de Física se incluyen asignaturas suficientes para dotar al alumno de conocimientos previos necesarios para los cursos de Ingeniería Química y las Ingenierías Auxiliares.

Por lo que al área de Matemáticas se refiere, se puede observar que además de los cursos tradicionales impartidos, se incluyen ahora Programación y -

Computación y Métodos Numéricos con el objeto de estar en condiciones de utilizar estas herramientas modernas de cálculos a lo largo de la carrera.

En el área de la Fisicoquímica, como se puede apreciar, se redujo el alcance de ellas quedando cuatro cursos y colocándolas inmediatamente antes de las asignaturas de las cuales son antecedente, es decir, llevarlas un semestre anterior a la materia en la cual se va a aplicar. Se notifican los conocimientos fundamentales de la termodinámica y el equilibrio físico y químico y se excluye de la parte obligatoria, el estudio de fenómenos de superficie y de electroquímica, que se tocan en otras signaturas, o pertenecen a industrias particulares.

En el área de las Ingenierías auxiliares, se encuentran como materias adicionales a las tradicionalmente impartidas, Ingeniería Ambiental y una serie (seis) de Ingenierías Experimentales que son el complemento formativo de las Ingenierías Químicas. En donde el estudiante deberá adquirir la práctica y destreza en la solución de problemas a nivel semi-industrial ó de planta piloto.

Por lo que a materias optativas se refiere, estas se presentan en paquetes terminales, los cuales serán seleccionados por el estudiante quedando entonces fijas las materias a cursar; Cada paquete contiene 3 materias, las cuales serán cursadas preferentemente en los semestres octavo (una) y noveno (dos) y los paquetes pueden pertenecer a alguna de las áreas mencionadas en el capítulo III: Actividades Profesionales ó Industrias Químicas. Dichos paquetes no pretenden ofrecer una especialidad en toda la extensión de la palabra, pero si orientar de manera provechosa al estudiante en la rama que él seleccione, para reforzar sus conocimientos en el área elegida y favorecer su desarrollo con un mejor nivel en el ejercicio de su profesión en el ámbito industrial. Se propone este tipo de paquetes terminales para conservar una cierta flexibilidad y evitar el vicio actual de escoger materias optativas que no tienen conexión --

entre sí y solamente por el hecho de ser mas ó menos fáciles o por compatibilidad de horario.

### QUIMICA Y ANALISIS

La carrera de Ingeniería Química ha dejado de ser una profesión basada exclusivamente en la Química. Con la evaluación de la ciencia los avances teóricos de la Ingeniería Química, la fisicoquímica se ha convertido en la base fundamental de la profesión.

Simultáneamente a éste avance teórico, el plan del Ingeniero Químico se ha modificado y su campo de acción se ha diversificado enormemente. Cada vez requiere de mayor número de conocimientos y cada vez es más frecuente que recurra a especialistas cuando trata con problemas que se salen de su campo de acción, sean éstos de Ingeniería Eléctrica, de Resistencia de Materiales, de Síntesis de Productos o de un Análisis Químico. Por otra parte, una situación similar se presenta dentro de la profesión Química, lo que hace necesario que para preparar un químico se requiere de un mayor número de horas dedicadas al estudio de los fundamentos teóricos de las técnicas experimentales.

Con esto no se quiere decir que el Ingeniero Químico ya no requiere de conocimientos de química para el ejercicio de su profesión, sino que ya no se puede dar el lujo de aprender, durante los años de carrera, tanta química como un químico y además, cubrir adecuadamente las demás áreas que integran la carrera. En los países desarrollados donde se ha dado este fenómeno, la proporción de cursos de Química que integran la carrera se han reducido por completo o cuando más, ha quedado reducido a dos cursos semestrales. (ver tabla 4.2)

En cuanto a Química Orgánica, se puede decir que cae dentro del comentario del párrafo anterior y por lo tanto es necesario también que se revisen los programas de las asignaturas en cuestión para la reducción en el número de cursos, que son actualmente cinco.

### ENSEÑANZA TEORICA Y ENSEÑANZA PRACTICA

La enseñanza de toda carrera está dividida en dos grandes rubros, que -- son la enseñanza teórica y la práctica. Por enseñanza teórica queremos indicar todo conocimiento impartido en forma oral, escrito o audiovisual que tiene como objetivo proporcionar información sobre un tema, la aclaración del mismo mediante deducciones, el análisis de los conocimientos ó la síntesis de los mismos, pero sin emplear la resolución de problemas, los talleres o los laboratorios.

La enseñanza práctica es esencialmente aplicable ya sea mediante la resolución de problemas o ejercicios, mediante la manipulación de sustancias y aparatos o con la investigación en laboratorios. La Ingeniería Química requiere de una gran cantidad de conocimientos teóricos, pero desde luego necesita también de la enseñanza práctica.

La asimilación de los conocimientos teóricos y prácticos no cesa jamás en la vida de un profesionista, prevaleciendo los unos o los otros de acuerdo con el tipo de trabajo y la inclinación de cada individuo.

Ahora bien, es imposible pensar que se pueda adquirir el perfil necesario de Ingeniero Químico si se hace a un lado uno u otro tipo de enseñanza. -- Por ello al elaborar el plan de estudios de esta carrera se debe tomar en cuenta la carga teórica y la práctica que deberá tener cada asignatura y la carrera en su conjunto.

TABLA 4-3  
RED SECUENCIAL DE MATERIAS DEL PLAN DE ESTUDIOS

| ÁREAS                  | ACADEMICAS           | 1°                    | 2°                      | 3°                    | 4°                     | 5°                          | 6°                       | 7°                         | 8°                     | 9°           |
|------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------|--------------|
| BASICAS                | QUIMICA              | Química General       | Estructura Orgánica     | Reacciones Orgánicas  |                        | Tecnolog. de los Proc. ind. |                          |                            |                        |              |
|                        | FISICA               | Estática              | Dinámica                | Electro--- magnetismo |                        |                             |                          |                            |                        |              |
|                        | MATEMATICAS          | Algebra - Lineal.     | Cálculo DIF. e INT. II  | Ecuac. Diferenciales. | Probabilidad ---       | Estadística                 |                          |                            |                        |              |
|                        |                      | Cálculo DIF. e INT. I |                         |                       | Métodos Numéricos      |                             |                          |                            |                        |              |
|                        | FISICOQUIMICA        |                       | Termodinámica Gral.     | Termodinámica Aplic.  |                        |                             | Equilibrio de Fases      | Cinética Química           |                        |              |
|                        | ANALISIS             |                       |                         |                       | Análisis Químico       |                             |                          |                            |                        |              |
| INGENIERIA QUIMICA     |                      |                       | Balace de Mat. y Energ. | Fenómenos de Transp.  | Transferencia Momentum | Transferencia Calor         | Procesos de Sep. I       | Diseño Reactores           | Ing. de Pro- yectos.   |              |
|                        |                      |                       |                         |                       |                        | Diseño Mecánico             | Procesos de Sep. II      | Tecnología de Serv.        | Ing. de - Procesos     |              |
| INGENIERIAS AUXILIARES |                      |                       |                         |                       |                        | Inst. y - Control           |                          |                            | Simulación de Procesos |              |
|                        |                      |                       |                         |                       |                        | Ingeniería Mecánica         |                          | Ingeniería Ambiental       |                        |              |
|                        |                      |                       |                         |                       |                        | Ingeniería Eléctrica        |                          | Ingeniería Económica       |                        |              |
|                        |                      |                       |                         |                       | Ing. Exp. I            | Ing. Exp. II                | Ing. Exp. III            | Ing. Exp. IV               | Ing. Exp. V            | Ing. Exp. VI |
| AUXILIARES             | Int. a la Ing. Quím. | Program y Computación |                         |                       | Tecnología de Mat.     |                             | Legislaación y Seguridad | Organización para la Prod. | Control de la Produc.  |              |

CAMBIO POR AREAS.

Area Experimental:

LEM I, LEM II, LEM III, LEM IV, LEM V Y LEM VI.  
CAMBIA A INGENIERIA EXPERIMENTAL DE LA I A LA VI.  
LEM: LABORATORIO EXPERIMENTAL MULTIDISCIPLINARIO.

Area de Fisicoquímica:

FQ I, FQ II, FQ III, FQ IV, FQ V, FQ VI Y FQ VII.  
SE ELIMINAN FISICOQUIMICAS I, V Y VI.

Area de Física:

Física I, Física II, Física III, Física IV Y FISICA V.  
SE ELIMINAN FISICA V Y SE INTEGRAN FISICA III Y IV.

Area de Matemáticas:

SE INTEGRAN MAT. I Y II (ALGEBRA LINEAL), SE AUMENTA UN CURSO DE CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL Y SE AGREGAN LOS CURSOS DE PROGRAMACION Y COMPUTACION ASI-COMO METODOS NUMERICOS.

Area de Química Orgánica:

SE ELIMINAN DOS CURSOS DE LOS CINCO QUE SE IMPARTEN EN EL PLAN ACTUAL, Y SE REPROGRAMAN LOS TRES CURSOS PROPUESTOS.

Area de Química Analítica:

SE REDUCE A UN SOLO CURSO EN ESTA AREA, EN EL PLAN VIGENTE SE IMPARTIAN CINCO - CURSOS, DE LOS CUALES SE ESCOGIERON LOS TEMAS DE MAYOR INTERES PARA LA CARRERA.

Area de Ingeniería Química:

SE INTEGRAN LOS CURSO DE INGENIERIA QUIMICA I Y II, SE AGREGA FENOMENOS DE -- TRANSPORTE E INGENIERIA DE PROYECTOS Y SE INTEGRAN LOS CURSOS DE INGENIERIA QUI MICA VII Y VIII.

#### 4.4 FUNDAMENTACION Y CAMBIOS

Las modificaciones propuestas obedecen a un cambio de filosofía general en la formación de un Ingeniero Químico, basada en puntos ya mencionados varias veces a lo largo de este trabajo, los cuales pueden resumirse en:

- a).- Identificación y separación clara de los campos de acción Químico y del Ingeniero Químico.
- b).- Introducción formal del área de Ingeniería de Proyectos y su manejo equilibrado en relación con Ingeniería de Procesos.
- c).- Reforzamiento de la experimentación en Ingeniería Química, según el desarrollo y recursos de la FES-C.
- d).- Integración final del área de producción, con la inclusión de técnicas específicas en su planeación y organización.
- e).- Revisión exhaustiva de los programas de cursos básicos e intermedios, con el fin de eliminar repeticiones, temas no indispensables y enfoques ó profundidades no adecuadas.
- f).- Inclusión de técnicas modernas en el manejo y tratamiento de los datos, aplicadas a la solución de problemas del área de Ingeniería Química.

Además, es posible anotar, algunas razones que generan específicamente determinados movimientos y que tienen diversos orígenes.

#### AREA EXPERIMENTAL

Es necesario observar en el plantamiento de la parte experimental de la carrera, cuando menos dos aspectos que generan múltiples alternativas en su concepción:

- a).- Relación teoría-práctica. Los laboratorios por asignatura generalmente tratan de llevar este renglón, aunque se manifiesta un carácter --marcadamente unidisciplinario.
- b).- Creatividad. Para promover y ejercitar este aspecto, es necesario con-  
juntar varias disciplinas para analizar y resolver un problema dado,-

en la forma más completa posible. Esto se pretende cubrir con los laboratorios únicos.

La situación académica de los alumnos que ingresan limita y controla la aplicación de sistemas avanzados de experimentación, al menos durante los primeros semestres.

Esto produce una estructura donde se inicia la enseñanza experimental en forma adyacente a la teoría y a manera de experiencias prefijas y completamente establecidas, donde el sentido crítico lo dá la manera de plantear el problema, la búsqueda de la solución y su implementación.

En una etapa intermedia coexisten el sistema de prácticas adscritas a la teoría y un laboratorio independiente que poco a poco induce a la multidisciplinariedad. La creatividad y la multidisciplinariedad no se obtienen por mandato, sino sólo después de dominar los aspectos prácticos elementales y de evolucionar paulatinamente hacia sistemas abiertos donde sólo se limita el campo de acción, pero no el contenido y el resultado.

La reducción importante del área básica refuerza esta decisión ya que en este nivel, cada asignatura posee su propio laboratorio y el tiempo destinado a él, se aplica específicamente al tema de que trata la teoría ó a derivaciones directas del mismo.

En el último período del plan de estudios, existe un sólo laboratorio -- (Ingeniería Experimental) que sintetiza la aplicación de todas las disciplinas involucradas en la carrera, a problemas específicos de operación, control y desarrollo de operaciones y procesos.

#### AREA DE FISICOQUIMICA

En esta área se propone una reorganización completa de temas contenidos y posición de los mismos dentro del plan.

Los temas vistos en Físicoquímica I se integran en parte a la materia de Química General y sólo se reducen aquellos de naturaleza eminentemente teórica que no han tenido hasta la fecha una consecuencia inmediata en el plan de estu

dios.

Se revisa la secuencia y se ajusta en los cursos de FQ. II, FQ. III, FQ.-IV y Termodinámica Química, tendiendo a evitar repeticiones, colocar antecedentes de Ingenierías inmediatamente antes del curso en que se utilizan y se integran los aspectos prácticos que en algunos casos por motivo del plan de estudios y en otros casos por circunstancias particulares del plantel, se han eliminado en su totalidad de ésta área.

Por último algunos temas de FQ. V (corrosión) se colocan como preparación de Tecnología de Materiales y los temas contenidos en la FQ. VI se eliminan de la parte obligatoria del plan por constituir fenómenos particulares que sólo --ocurren en algunos procesos o industrias específicas (fenómeno de superficie).

#### AREA DE FISICA

La intensidad en la enseñanza del área de Física sufre pocas modificaciones, ya que es un área de utilidad continua en materias posteriores (Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Instrumentación, Diseño de Equipo, etc.).

Sólo se propone eliminar de la parte obligatoria el curso de Física V por la naturaleza de los temas y el poco uso que de ellos se hace en etapas posteriores del plan. Los temas de electricidad y magnetismo se integran para facilitar la comprensión de ellos, aplicados a máquinas eléctricas.

Por lo demás, el área de Física requiere de un ajuste mayor desde el punto de vista "implementación" (profundidad y aplicación) que desde el punto de vista "contenido". La preparación del personal docente, su vinculación a la red general de conocimientos y la dotación del material y equipo necesario, resultan de mayor importancia.

#### AREA DE MATEMATICAS

Indiscutiblemente el área de matemáticas requiere de una actualización de una reestructuración. En los primeros semestres, los fracasos más importantes -

se presentan en esta área y algunos cursos como cálculo diferencial e integral, presentan una intensidad alta y por ende un alto grado de dificultad. Por otra parte, la introducción de técnicas modernas de cálculo orienta hacia la proposición de computación y de métodos numéricos como asignaturas obligatorias y herramientas fundamentales para la solución de problemas tanto del área fisicoquímica, como del área de ingeniería.

El resto de temas y asignaturas del área de matemáticas no sufren mayores cambios ni en intensidad, ni en posición dentro del plan de estudios.

#### AREA DE QUIMICA ORGANICA

Este es un campo auxiliar para el ingeniero químico y un campo específico de trabajo para el químico. Tradicionalmente se viene dando la misma preparación en el área en ambas carreras, lo que ha producido una inversión de campos profesionales con el desaliento de la demanda de la carrera de químico, que aparece con desventaja en el papel.

La química orgánica debe aparecer en la carrera de ingeniero químico en su debida proporción, tomando en cuenta que uno de los múltiples tipos de industria a los que está destinado el profesional de dicha carrera maneja productos orgánicos; sin embargo, la profundidad y el enfoque deben proponerse en base a la función esencial del ingeniero químico.

El área de química orgánica se reduce con esta base, confirmando y precisando, la parte que estudia los procesos orgánicos de aplicación industrial.

#### AREA DE QUIMICA ANALITICA

Otro campo que regularmente invade el ingeniero químico y a opinión de algunos permanece subempleada en él, de acuerdo a su preparación curricular, es el control de calidad. Este es un campo cuyas decisiones afectan claramente a producción pero cuyo desempeño se identifica más con la carrera de químico, ó con el químico farmacobiólogo en cualquiera de sus especialidades, según la naturaleza de los productos manejados.

En nuestra Facultad se ha desarrollado notablemente el área de química --

analítica con un enfoque introducido aproximadamente en el ciclo 1976-77, como única alternativa y en la Facultad de Química existen aún dos alternativas: Análisis Cualitativo y Cuantitativo ó Química Analítica.

Su contenido e implantación han sido muy completos aunque marcadamente - sale del contexto indispensable en la formación de ingenieros químicos.

La completa delimitación de campos de acción, mencionada en la área anterior, lleva a la necesidad de reducir el contenido de química analítica a un mínimo, proponiendo a que estos temas sean revisados desde un punto de vista físico-químico.

El área sin embargo, observa un desarrollo tal, que justifica por si sola su existencia como punto de flecha en labores de investigación y extensión.

#### AREA DE INGENIERIA QUIMICA

En el área de ingeniería química se requieren cambios, tanto en lo que se refiere al número de cursos como en la temática, lo cual orienta a la posición-siguiente: se necesita incluir el curso de fenómenos de transportes, el cual es muy importante para comprender, analizar y resolver problemas que surgen en las demás ingenierías, tales como transferencia de momentum, transferencia de calor, transferencia de masa y diseño de reactores; también se requiere la inclusión de ingeniería de proyectos, la cual resulta integrada de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera en todas las disciplinas (ingenierías químicas, físicoquímicas, ingenierías auxiliares, etc.).

A su vez se propone reducir en esta área, los cursos de Balance de Materia y Balance de Energía quedando un solo curso que se nombra Balance de Materia y Energía; obediendo esto a que el grado de dificultad de ambos cursos es bajo y sus programas son cortos y muy afines, causas por las que quedan integrados ambos, y así dan entrada a Fenómenos de Transporte.

También se integran los cursos de Ingeniería Química VII (reactores homogéneos) e Ingeniería Química VIII (reactores catalíticos), en un solo curso la

mado Diseño de Reactores, se trata de evitar con esto, la repetición de temas - de otras asignaturas en la Ingeniería Química VII. Tal es el caso del tema: cinética química, aunque muy útil para estas materias, pero que ya está considerado dentro de otra asignatura obligatoria en el plan de estudios. Además se introduce la asignatura integrada de Ingeniería de Proyectos, estrictamente necesaria en la formación de un Ingeniero Químico.

Se reorganiza y retitulan los actuales cursos de IQ. V e IQ. VI en las — nuevas asignaturas de Procesos de Separación I y II, los cuales tienen algunas variantes en contenido.

**C A P I T U L O   Q U I N T O**

**C O N T E N I D O   D E L   P L A N   D E   E S T U D I O S .**

### 5.1 CONTENIDO DEL PLAN DE ESTUDIOS

En este capítulo se definirá la relación que existe entre materias o temas, para así establecer la seriación que deberán tener dentro del plan de estudios.

La asignación de valor a las clases teóricas y prácticas seguirá siendo por créditos.

"CREDITO".- Es la unidad de valor o puntuación de una asignatura que se computa en la siguiente forma:

- a).- En clases teóricas, una hora de clases a la semana y durante un semestre, corresponde a dos créditos. Así una materia de 8 créditos, tendrá cuatro horas de clase a la semana.
- b).- En prácticas de laboratorio y clases de problemas, una hora a la semana durante un semestre corresponde a un crédito, así un laboratorio que dure ocho horas a la semana, tendrá un valor de ocho créditos.

A continuación se desglosará el plan de estudios en su contenido de asignaturas por semestre, también aparece el valor de cada materia, en créditos.

Después se desglosa por áreas académicas y estas en subáreas para así poder contemplar y valorar el contenido parcial y asignaturas que las componen y poder tener una idea de los cambios efectuados.

PLAN DE ESTUDIOS (PROYECTO)

INGENIERO QUIMICO "21"

| <u>1ER. SEMESTRE</u>       | <u>CRED.</u> | <u>4o. SEMESTRE</u>    | <u>CRED.</u> | <u>7o. SEMESTRE</u>    | <u>CRED.</u> |
|----------------------------|--------------|------------------------|--------------|------------------------|--------------|
| Química General            | 14           | Probabilidad           | 6            | Proc. Separación I     | 12           |
| Algebra Lineal             | 8            | Fenómenos de Transp.   | 12           | Cinética Química       | 8            |
| Estática                   | 8            | Tec. de Materiales.    | 8            | Ing. Económica         | 8            |
| Int. a la Ing. Química     | 6            | Análisis Químico       | 10           | Ing. Ambiental         | 8            |
| Cálculo Dif. e Integral I  | 12           | Métodos numéricos      | 8            | Org. para la Prod.     | 6            |
|                            |              | Ing. Experimental I    | 4            | Ing. Experimental IV   | 6            |
|                            | <u>48</u>    |                        | <u>48</u>    |                        | <u>48</u>    |
| <br>                       |              |                        |              |                        |              |
| <u>2o. SEMESTRE</u>        | <u>CRED.</u> | <u>5o. SEMESTRE</u>    | <u>CRED.</u> | <u>8o. SEMESTRE</u>    | <u>CRED.</u> |
| Prog. y Computación        | 8            | Transf. de Momentum    | 12           | Diseño de Reactores    | 12           |
| Dinámica                   | 8            | Ing. Mecánica          | 8            | Procesos Separación II | 8            |
| Cálculo Dif. e Integral II | 12           | Ing. Eléctrica         | 8            | Tec. de Servicios      | 6            |
| Termodinámica Gral.        | 10           | Tec. de los Proc. Ind. | 10           | Control de Prod.       | 6            |
| Estructura Orgánica        | 10           | Estadística            | 6            | Ing. Experimental V    | 8            |
|                            |              | Ing. Experimental II   | 4            | Optativa (paquete)     | 8            |
|                            | <u>48</u>    |                        | <u>48</u>    |                        | <u>48</u>    |
| <br>                       |              |                        |              |                        |              |
| <u>3ER. SEMESTRE</u>       | <u>CRED.</u> | <u>6TO. SEMESTRE</u>   | <u>CRED.</u> | <u>9o. SEMESTRE</u>    | <u>CRED.</u> |
| Ecuaciones Diferenciales   | 8            | Trans. de calor        | 12           | Ing. de Proyectos      | 8            |
| Termodinámica Aplicada     | 10           | Diseño Mecánico        | 8            | Ing. de Procesos       | 8            |
| Balance de Mat. y Energ.   | 12           | Equilibrio de fases    | 8            | Simulación de Proc.    | 8            |
| Electro Magnetismo         | 8            | Legisl. y Seguridad    | 6            | Ing. Experimental VI   | 8            |
| Reacciones Orgánicas       | 10           | Inst. y Control        | 8            | Optativa (paquete)     | 8            |
|                            |              | Ing. Experimental III  | 6            | Optativa (paquete)     | 8            |
|                            | <u>48</u>    |                        | <u>48</u>    |                        | <u>48</u>    |

TOTAL DE CREDITOS: 432

OBLIGATORIOS: 408

OPTATIVOS: 24

A.- Area Básica; de acuerdo con su definición, está constituida por las materias que se consideran fundamentales para el estudio de otras materias.

Las subáreas que constituyen dicha área, así como las asignaturas que integran dichas subáreas son las siguientes:

| <u>CLAVE</u> | <u>NOMBRE DE LA SUBAREA</u> | <u>No. de Cursos<br/>Obligatorios</u> | <u>No. Total de<br/>Créditos</u> |
|--------------|-----------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| A.1          | Química                     | 4                                     | 44                               |
| A.2          | Física                      | 3                                     | 24                               |
| A.3          | Matemáticas                 | 8                                     | 68                               |
| A.4          | Fisicoquímica               | 4                                     | 36                               |
| A.5          | Int. a la Ing. Química      | 1                                     | <u>6</u>                         |
|              |                             |                                       | 178                              |

De ésta manera, el área básica, está formada por 178 créditos, lo que representa el 41.20% del total.

Los cursos de Química, Física, Matemáticas y Fisicoquímica son los que a continuación se indican:

A.1 QUIMICA

| <u>CLAVE</u> | <u>NOMBRE DE LA MATERIA (TEMA)</u> | <u>No. de Créditos</u> | <u>H/Semana</u> |
|--------------|------------------------------------|------------------------|-----------------|
| A.1.1        | Química General                    | 14                     | 10              |
| A.1.2.       | Estructura Orgánica                | 10                     | 7               |
| A.1.3.       | Reacciones Orgánicas               | 10                     | 7               |
| A.1.4.       | Tec. de los Proc. Industriales     | <u>10</u>              | <u>7</u>        |
|              |                                    | 44                     |                 |

A.2 FISICA

| <u>CLAVE</u> | <u>NOMBRE DE LA MATERIA (TEMA)</u> | <u>No. de Créditos</u> | <u>H/Semana</u> |
|--------------|------------------------------------|------------------------|-----------------|
| A.2.1.       | Estática                           | 8                      | 5               |
| A.2.2.       | Dinámica                           | 8                      | 5               |
| A.2.3.       | Electromagnetismo                  | <u>8</u>               | 5               |
|              |                                    | 24                     |                 |

A.3 MATEMATICAS

|        |                            |          |   |
|--------|----------------------------|----------|---|
| A.3.1. | Algebra Lineal             | 8        | 4 |
| A.3.2. | Cálculo Dif. e Integral I  | 12       | 6 |
| A.3.3. | Cálculo Dif. e Integral II | 12       | 6 |
| A.3.4. | Programación y Computación | 8        | 4 |
| A.3.5. | Ecuaciones Diferenciales   | 8        | 4 |
| A.3.6. | Probabilidad               | 6        | 3 |
| A.3.7. | Estadística                | 6        | 3 |
| A.3.8. | Métodos Numéricos          | <u>8</u> | 4 |
|        |                            | 68       |   |

A.4 FISICOQUIMICA

|        |                        |          |   |
|--------|------------------------|----------|---|
| A.4.1  | Termodinámica General  | 10       | 6 |
| A.4.2. | Termodinámica Aplicada | 10       | 6 |
| A.4.3. | Equilibrio de Fases    | 8        | 5 |
| A.4.4. | Cinética Química       | <u>8</u> | 5 |
|        |                        | 36       |   |

**B.- AREA PROFESIONAL.-** Por definición, la constituyen aquellos conocimientos -- que caracterizan al Ingeniero Químico como tal. Se le ha dividido en varias sub áreas, cada una de las cuales contiene un grupo de materias. En seguida se presentan dichas subáreas así como su definición particular.

**B.1.- DISEÑO Y DESARROLLOS DE PROCESOS.-** Calcular e integrar las operaciones fi sicoquímicas en un equipo y/o en su proceso.

**B.2.- INGENIERIA DE DETALLE.-** Conocimientos que permiten llevar a cabo la im--- plantación física de los procesos.

**B.3.- ADMINISTRATIVA.-** Interpretar y aplicar los conceptos administrativos en la organización de cualquier trabajo.

**B.4.- OPERACION.-** Controlar y optimizar la producción o experimentación.

Dadas las definiciones, se procede a sus divisiones en materias:

**B.1 DISEÑO Y DESARROLLO DE PROCESOS.**

| <u>CLAVE</u> | <u>NOMBRE DE LA MATERIA (TEMA)</u> | <u>No. de Créditos</u> | <u>H/Semana</u> |
|--------------|------------------------------------|------------------------|-----------------|
| B.1.1.       | Balace de Mat. y Energía           | 12                     | 6               |
| B.1.2.       | Fenómeno de Transporte             | 12                     | 6               |
| B.1.3.       | Transferencia de Momentum          | 12                     | 6               |
| B.1.4.       | Transferencia de Calor             | 12                     | 6               |
| B.1.5.       | Procesos de Separación I           | 12                     | 6               |
| B.1.6.       | Procesos de Separación II          | 8                      | 4               |

| <u>CLAVE</u>                      | <u>NOMBRE DE LA MATERIA (TEMA)</u> | <u>No. de Créditos</u> | <u>H/Semana</u> |
|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------|-----------------|
| B.1.7.                            | Diseño de Reactores                | 12                     | 6               |
| B.1.8.                            | Ingeniería de Procesos             | 8                      | 4               |
| B.1.9                             | Tecnología de Servicios            | 6                      | 3               |
| B.1.10.                           | Simulación de Procesos             | <u>8</u>               | 4               |
|                                   |                                    | 102                    |                 |
| <b>B.2. INGENIERIA DE DETALLE</b> |                                    |                        |                 |
| B.2.1.                            | Tecnología de Materiales           | 8                      | 4               |
| B.2.2.                            | Ingeniería Mecánica                | 8                      | 4               |
| B.2.3.                            | Ingeniería Eléctrica               | 8                      | 4               |
| B.2.4.                            | Diseño Mecánico                    | 8                      | 4               |
| B.2.5.                            | Ingeniería de Proyectos            | <u>8</u>               | 4               |
|                                   |                                    | 40                     |                 |
| <b>B.3. ADMINISTRATIVAS</b>       |                                    |                        |                 |
| B.3.1.                            | Legislación y Seguridad            | 6                      | 3               |
| B.3.2.                            | Ingeniería Económica               | <u>8</u>               | 4               |
|                                   |                                    | 14                     |                 |
| <b>B.4. OPERACION</b>             |                                    |                        |                 |
| B.4.1.                            | Análisis Químico                   | 10                     | 7               |
| B.4.2.                            | Ingeniería Ambiental               | 8                      | 4               |
| B.4.3.                            | Instrumentación y Control          | 8                      | 4               |
| B.4.4.                            | Control de la Producción           | 6                      | 3               |
| B.4.5.                            | Organización para la Producción    | <u>6</u>               | 3               |
|                                   |                                    | 38                     |                 |

De ésta manera el área profesional está formada por 194 créditos que constituyen el 44.91% del total.

C.- INGENIERIA EXPERIMENTAL.- Esta área corresponde al laboratorio de Ingeniería Química, en el cual el estudiante tiene contacto con diferentes equipos de un procesos como son: intercambiadores de calor, torres de enfriamiento, torres empacadas, torres de destilación, reactores de tanque agitado, etc., todo esto a nivel planta-piloto; ello le ayuda a obtener el criterio para poder enfrentar la resolución de problemas en el ámbito industrial. Esta enseñanza consta de 6- cursos que van del cuarto hasta el noveno semestre cada uno de los cuales persigue un objetivo determinado de la formación experimental del estudiante y son los siguientes:

| <u>CLAVE</u> | <u>NOMBRE DE LA MATERIA</u>   | <u>No. de Créditos</u> | <u>H/Semana</u> |
|--------------|---|------------------------|-----------------|
| C.1          | Ing. Experimental I<br>Utilización de Instrumentos<br>para medición de variables. | 4                      | 4               |
| C.2          | Ing. Experimental II<br>Balance de Mat. y Energía                                 | 4                      | 4               |
| C.3          | Ing. Experimental III<br>Flujo de Fluidos   | 6                      | 6               |
| C.4          | Ing. Experimental IV<br>Trans. de Calor   | 6                      | 6               |
| C.5          | Ing. Experimental V<br>Fenómenos Difusionales                                     | 8                      | 8               |
| C.6          | Ing. Experimental VI<br>Procesos de Separación                                    | 8                      | 8               |
|              |   | <u>36</u>              |                 |

De ésta manera el área de Ingeniería Experimental está formada por 36 créditos que representan el 8.33% del total.

D.- AREA DE ORIENTACIONES.- Por su definición la constituyen los temas que capa citan al estudiante, un poco mas, en el área específica que él seleccione.

A continuación se presentan los tres tipos de paquetes en diferentes --- áreas de aplicación las cuales son:

D.1. Actividad Profesional.

D.2. Industria Química.

Para que el estudiante seleccione, aquella en la cual, su vocación le per<sup>mi</sup>ta desarrollarse atinadamente, en el ejercicio de su profesión.

Un ejemplo de tres paquetes posibles se da a continuación. En la rama de- actividad profesional pueden plantearse paquetes sobre:

| <u>PROYECTOS</u>        | <u>Créd.</u> | <u>H/Sem.</u> | <u>ADMINISTRACION</u>        | <u>Créd.</u> | <u>H/Sem.</u> |
|-------------------------|--------------|---------------|------------------------------|--------------|---------------|
| Evaluación de Proyectos | 8            | 4             | Direcc. de Empresas          | 8            | 4             |
| Diseño de Plantas       | 8            | 4             | Planeación y Desarrollo Ind. | 8            | 4             |
| Desarrollo de Proyectos | 8            | 4             | Administración de Proy.      | 8            | 4             |

| <u>PROCESOS</u>           | <u>Créd.</u> | <u>H/Sem.</u> |
|---------------------------|--------------|---------------|
| Optimización de Proces.   | 8            | 4             |
| Evaluación de Procesos    | 8            | 4             |
| Dinámica y Cont. de Proc. | 8            | 4             |

Finalmente el área de orientación esta formulada por 24 créditos que representan el 5.56% del total.

Enseguida se presenta desglosado el plan de estudios propuesto, donde se aprecia las horas de teoría y las horas de laboratorio de las materias que lo forman, además del valor en créditos de cada asignatura, así como las horas totales/semana de dichas asignaturas.

PROYECTO DE PLAN DE ESTUDIOS PARA LA CARRERA DE INGENIERO QUIMICO DE LA FES-C (UNAM). "21"

|                        |           |          |
|------------------------|-----------|----------|
| Materias Obligatorias: | 408       | Créditos |
| Materias Optativas     | <u>24</u> | Créditos |
| Total Créditos         | 432       |          |

PRIMER SEMESTRE

| <u>ASIGNATURA</u>         | <u>H. Teoría</u> | <u>H. Práctica</u> | <u>H. Semana</u> | <u>Créditos</u> |
|---------------------------|------------------|--------------------|------------------|-----------------|
| Química General           | 4                | 6                  | 10               | 14              |
| Algebra Lineal            | 4                |                    | 4                | 8               |
| Estática                  | 3                | 2                  | 5                | 8               |
| Int. a la Ing. Química    | 3                |                    | 3                | 6               |
| Cálculo Dif. e Integral I | <u>6</u>         | <u>8</u>           | <u>6</u>         | <u>12</u>       |
|                           | 20               | 8                  | 28               | 48              |

SEGUNDO SEMESTRE

| <u>ASIGNATURA</u>          | <u>H. Teoría</u> | <u>H. Práctica</u> | <u>H. Semana</u> | <u>Créditos</u> |
|----------------------------|------------------|--------------------|------------------|-----------------|
| Prog. y Computación        | 4                |                    | 4                | 8               |
| Dinámica                   | 3                | 2                  | 5                | 8               |
| Cálculo Dif. e Integral II | 6                |                    | 6                | 12              |
| Termodinámica General      | 4                | 2                  | 6                | 10              |
| Estructura Orgánica        | <u>3</u>         | <u>4</u>           | <u>7</u>         | <u>10</u>       |
|                            | 20               | 8                  | 28               | 48              |

TERCER SEMESTRE

| <u>ASIGNATURAS</u>       | <u>H. Teoría</u> | <u>H. Práctica</u> | <u>H. Semana</u> | <u>Créditos</u> |
|--------------------------|------------------|--------------------|------------------|-----------------|
| Ecuaciones Diferenciales | 4                |                    | 4                | 8               |
| Termodinámica aplicada   | 4                | 2                  | 6                | 10              |
| Balance de Mat. y Energ. | 6                |                    | 6                | 12              |
| Electromagnetismo        | 3                | 2                  | 5                | 8               |
| Reacciones Orgánicas     | 3                | 4                  | 7                | 10              |
|                          | <u>20</u>        | <u>8</u>           | <u>28</u>        | <u>48</u>       |

CUARTO SEMESTRE

| <u>ASIGNATURAS</u>   | <u>H. Teoría</u> | <u>H. Práctica</u> | <u>H. Semana</u> | <u>Créditos</u> |
|----------------------|------------------|--------------------|------------------|-----------------|
| Probabilidad         | 3                |                    | 3                | 6               |
| Fenómenos de Transp. | 6                |                    | 6                | 12              |
| Tec. de Materiales   | 4                |                    | 4                | 8               |
| Análisis Químico     | 3                | 4                  | 7                | 10              |
| Métodos Numéricos    | 4                |                    | 4                | 8               |
| Ing. Experimental I  | 3                | 4                  | 7                | 10              |
|                      | <u>20</u>        | <u>8</u>           | <u>28</u>        | <u>48</u>       |

QUINTO SEMESTRE

| <u>ASIGNATURAS</u>       | <u>H. Teoría</u> | <u>H. Práctica</u> | <u>H. Semana</u> | <u>Créditos</u> |
|--------------------------|------------------|--------------------|------------------|-----------------|
| Trans. Momentum          | 6                |                    | 6                | 12              |
| Ing. Mecánica            | 4                |                    | 4                | 8               |
| Ing. Eléctrica           | 4                |                    | 4                | 8               |
| Tec. de los Proc. Indus. | 3                | 4                  | 7                | 10              |
| Estadística              | 3                |                    | 3                | 6               |
| Ing. Experimental II     | 3                | 4                  | 7                | 10              |
|                          | <u>20</u>        | <u>8</u>           | <u>28</u>        | <u>48</u>       |

SEXTO SEMESTRE

| <u>ASIGNATURAS</u>    | <u>H. Teoría</u> | <u>H. Práctica</u> | <u>H. Semana</u> | <u>Créditos</u> |
|-----------------------|------------------|--------------------|------------------|-----------------|
| Transf. de Calor      | 6                |                    | 6                | 12              |
| Diseño Mecánico       | 4                |                    | 4                | 8               |
| Equilibrio de Fases   | 3                | 2                  | 5                | 8               |
| Legisl. y Seguridad   | 3                |                    | 3                | 6               |
| Inst. y Control       | 4                |                    | 4                | 8               |
| Ing. Experimental III |                  | 6                  | 6                | 6               |
| TOTALES               | 20               | 8                  | 28               | 48              |

SEPTIMO SEMESTRE

| <u>ASIGNATURAS</u>     | <u>H. Teoría</u> | <u>H. Práctica</u> | <u>H. Semana</u> | <u>Créditos</u> |
|------------------------|------------------|--------------------|------------------|-----------------|
| Proc. de Separación I  | 6                |                    | 6                | 12              |
| Cinética Química       | 3                | 2                  | 5                | 8               |
| Ing. Económica         | 4                |                    | 4                | 8               |
| Ing. Ambiental         | 4                |                    | 4                | 8               |
| Organiz. para la Prod. | 3                |                    | 3                | 6               |
| Ing. Experimental IV   |                  | 6                  | 6                | 6               |
| TOTALES                | 20               | 8                  | 28               | 48              |

OCTAVO SEMESTRE

| <u>ASIGNATURAS</u>     | <u>H. Teoría</u> | <u>H. Práctica</u> | <u>H. Semana</u> | <u>Créditos</u> |
|------------------------|------------------|--------------------|------------------|-----------------|
| Diseño de Reactores    | 6                |                    | 6                | 12              |
| Proc. de Separación II | 4                |                    | 4                | 8               |
| Tec. de Servicios      | 3                |                    | 3                | 6               |
| Control de la Prod.    | 3                |                    | 3                | 6               |
| Ing. Experimental V    |                  | 8                  | 8                | 8               |
| Paquete Terminal       | 4                |                    | 4                | 8               |
| TOTALES                | 20               | 8                  | 28               | 48              |

NOVENO SEMESTRE

| <u>ASIGNATURAS</u>   | <u>H. Teoría</u> | <u>H. Práctica</u> | <u>H. Semana</u> | <u>Créditos</u> |
|----------------------|------------------|--------------------|------------------|-----------------|
| Ing. de Proyectos    | 4                |                    | 4                | 8               |
| Ing. de Procesos     | 4                |                    | 4                | 8               |
| Simulación de Proc.  | 4                |                    | 4                | 8               |
| Ing. Experimental VI |                  | 8                  | 8                | 8               |
| Paquete Terminal     | 4                |                    | 4                | 8               |
| Paquete Terminal     | <u>4</u>         | <u>          </u>  | <u>4</u>         | <u>8</u>        |
| TOTALES              | 20               | 8                  | 28               | 48              |

HORAS TOTALES DE TEORIA: 180 71.43%  
HORAS TOTALES DE LABORAT.: 72 28.57%  
HORAS TOTALES 252 100.00%

## 5.2. SERIACION ASIGNATURAS



### **5.3 PROGRAMAS DE LAS ASIGNATURAS**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-------------------------|----------|------------|---------------|
|       | QUIMICA GENERAL         | 14       | 10         | 4/6           |

---

**REQUISITOS:**

**OBJETIVO:** Proporcionar al estudiante los conocimientos básicos necesarios sobre la naturaleza de la materia que servirán de base al estudiante de la química orgánica y analítica.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

- Modelos Atómicos.
- Clasificación de los elementos.
- Propiedades Periódicas.
- Naturaleza de la unión química.
- Estequiometría.
- Tipos de Soluciones. Normalidad . Molaridad, Molaridad, otras.
- Reacciones Acido-Base.
- Reacciones que involucran complejos.
- Reacciones Oxido-Reducción.

**BIBLIOGRAFIA:**

Cotton & Wilkinson ADVANCED INORGANIC CHEMISTRY. Interscience Publications.

Charlot, G. QUIMICA ANALITICA GENERAL TOMO I. Torray Masson.

Mahan H. B. UNIVERSITY CHEMISTRY. ADISSON & Wesley Pub. Co.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRAC. |
|-------|-------------------------|----------|------------|--------------|
|       | ALGEBRA LINEAL          | 8        | 4          | 4/0          |

**REQUISITO:**

**OBJETIVO:** Que el alumno aprenda y maneje los conceptos y principios fundamentales del algebra lineal. Que desarrolle la capacidad de análisis que le permita representar fenómenos mediante el uso de modelos algebraicos.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

**SISTEMAS ALGEBRAICOS:**

- Estructuras Algebraicas
- Sistema de números reales
- Números complejos

**TEORIA DE FUNCIONES:**

- Polinomios
- Espacios Vectoriales
- Matrices y Determinantes
- Transformaciones Lineales.

**BIBLIOGRAFIA:**

- MARY. P. DOLCIANI. ALGEBRA MODERNA Y TRIGONOMETRIA PUBLICACIONES CULTURAL. S.A.
- L.E. SIGLER. ALGEBRA, EDIT. REVERTE

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-------------------------|----------|------------|---------------|
|       | ESTATICA                | 8        | 5          | 3/2           |

---

**REQUISITO:**

**OBJETIVO:** Proporcionar al alumno los criterios básicos para el análisis físico de problemas, y desarrollar la capacidad para cuantificar y valorar.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

- Introducción. Mediciones. Cantidades físicas y unidades. Sistema - de unidades. Análisis dimensional.
- Vectores. Magnitudes escalares y vectoriales. Suma y multiplicación de vectores. Representación.
- Estática. Composición de Fuerzas paralelas, concurrentes y coplanares.
- Cinemática. Tipos de movimiento.
- Sistemas de Referencia. Velocidad relativa.

**BIBLIOGRAFIA:**

- Alonso y Finn. UNIVERSITY FUNDAMENTAL PHYSIC. Addison-Wesley.
- Ingard & Krauschaar. INTRODUCTION TO MECHANICS, Matter & Waves Addison-Wesley.
- Resnick & Halliday. PHISICS FOR STUDENTS OF SCIENCE AND - ENGINEERING. Wiley - Toppan.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUATITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA      | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|------------------------------|----------|------------|---------------|
|       | INT. A LA INGENIERIA QUIMICA | 6        | 3          | 3/0           |

---

**REQUISITOS:**

**OBJETIVO:** Relacionar al estudiante de primer ingreso con su campo de acción, su mercado de trabajo, el lenguaje manejado y con el plan de estudios y organización de la Facultad.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

- La educación superior, Fines de la U.N.A.M.; Licenciaturas y posgrados en la FES-Cuatitlán. El Area Químico-Biológica.
- Introducción. Ingeniería. Ingeniería Química. Plan de Estudios - Seriación. Estructura académico-administrativa de la Universidad, de la Facultad, de la División, del Depto. de Química, de la Coordinación de Ingeniería Química.
- Situación de la Industria Química. Productos importantes. Producción. Importaciones y Exportaciones.
- Funciones del Ingeniero Químico. Administración, Ingeniería de Procesos, Ingeniería de Proyectos, Producción, Ventas.
- La Planta Química. Organización, Departamentos, Funciones.
- Lenguaje de Ingeniería. Reportes Técnicos, Memorias de Cálculo, Programas de Trabajo, Diagramas y Nomenclatura.

**BIBLIOGRAFIA:**

- Ludwig. APPLIED PROCESS DESIGN FOR CHEM. AND PETROCHEM. PLANTS. - Vol. I Gulf. Pub. Co.
- Vilbrandt & Dryden. CHEMICAL ENGINEERING PLANT DESIGN. Mc. Graw Hill

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA   | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT |
|-------|---------------------------|----------|------------|--------------|
|       | CALCULO DIF. E INTEGRAL I | 12       | 6          | 6/0          |

**REQUISITO:**

**OBJETIVO:** Introducir al alumno al cálculo diferencial e integral, así como a sus aplicaciones, que le servirán de herramienta en el curso de su carrera.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

Funciones límites y continuidad.

Derivada.

Aplicación de la derivada.

Diferencial.

Antiderivación.

Integral definida.

Aplicación de la integral definida.

Integral indefinida.

Aplicación de la integral indefinida.

Métodos de integración.

**BIBLIOGRAFIA:**

Audry J. Cálculo Dif. e Integral. UNAM-1982 México.

Leithold, L. Cálculo con Geometría Analítica. Ed. Harly.

Apostol T. Cálculo Tomo I y II. Edit. Reverté.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA    | REDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|----------------------------|---------|------------|---------------|
|       | PROGRAMACION Y COMPUTACION | 8       | 4          | 4/0           |

---

**REQUISITO:** ALGEBRA LINEAL.

**OBJETIVO:** Dar conocimientos y habilidades en el manejo y aplicación de técnica - y lenguajes de programación, así como el uso de computadoras.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

Características de las computadoras.

Componentes básicos de una computadora y descripción de sus funciones.

Concepto sobre manejo de información.

Sistemas de codificación para computadoras.

Fundamentos de programación FORTRAN, ALGOL. BASIC.

Uso de las computadoras y calculadoras programables en la resolución - de problemas.

**BIBLIOGRAFIA:**

Dickson THE COMPUTER AND CHEMISTRY. Freeman & Co.

Forsythe y otros. LENGUAJES DE DIAGRAMAS DE FLUJO. Edit., C.E.C.S.A.

Organick FORTRAN IV Edit., LIMUSA.

Rule, W. PROGRAMACION CON FORTRAN IV. Edit., Harla.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO

---

| CLAVE | NOMBRE DE ASIGNATURA | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|----------------------|----------|------------|---------------|
|       | DINAMICA             | 8        | 5          | 3/2           |

---

REQUISITOS: ESTATICA

OBJETIVO: Proporcionar al alumno los criterios básicos para el estudio físico-de situaciones y de los sistemas en movimiento.

CONTENIDO O TEMATICA:

Dinámica de la Partícula.

Fuerza, Leyes de Newton.

Trabajo y Energía Cinética.

Energía Potencial de Conservación de la energía.

Dinámica Potencial de Conservación de la energía.

Dinámica de la Rotación.

BIBLIOGRAFIA:

Alonso & Finn. FUNDAMENTAL UNIVERSITY PHYSIC. Addison Welsley.

Beer & Jhonston. MECANICA PARA INGENIEROS. Mc. Graw Hill.

Resnick & Halliday. FISICA PARA ESTUDIANTES DE CIENCIAS E INGENIERIA

Edit. C. E. C. S. A.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA    | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|----------------------------|----------|------------|---------------|
|       | CALCULO DIF. E INTEGRAL II | 12       | 6          | 6/0           |

---

**REQUISITO:** CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I.

**OBJETIVO:** Que el alumno maneje el concepto de derivada, maneje operadores, -- calcule integrales dobles, triples, de línea y de superficie. Modelar problemas de balance de Mat. y energía, usar el teorema de divergencia para obtener ecuaciones como la de continuidad, de calor, etc.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

Algebra Lineal.

Diferenciación.

Funciones Vectoriales y operadores.

Integración de funciones reales de varias variables.

Análisis vectorial.

Aplicación a problemas de ingeniería química, física, química, fenómenos de transporte, etc.

**BIBLIOGRAFIA:**

Cárdenas-Hdez Rincón-Velarde. Métodos matemáticos de la Termodinámica. U.N.A.M.

Marsden-Tromba. Cálculo vectorial. Fondo Educativo Interamericano.

Shaums (Spiegel) Manual de Fórmulas y Tablas Matemáticas.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-------------------------|----------|------------|---------------|
|       | TERMODINAMICA GENERAL   | 10       | 6          | 4/2           |

---

**REQUISITO:** CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I

**OBJETIVO:** Dar al alumno los conocimientos necesarios para que sea capaz de -- planear los balances de energía y entropía en procesos reales, haciendo las simplificaciones necesarias para resolver el problema -- planteado. Además, desarrollar en el alumno la habilidad para utilizar la información sobre propiedades termodinámicas existentes en - forma tabular y gráfica.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

Objetivos de la Termodinámica.

Concepto de equilibrio, temperatura, procesos reversibles e irreversibles.

Primera Ley de la Termodinámica.

Segunda Ley de la Termodinámica.

Criterios de equilibrio en sistemas abiertos.

Tercera Ley de la Termodinámica. Teorema de Calor de Nerst.

Información de propiedades termodinámicas.

Aplicación a balances de masa, energía y entropía en procesos químicos.

**BIBLIOGRAFIA:**

Castellan, G.W. FISICOQUIMICA. Fondo Educativo Interamericano.

Mahan, B.H. TERMODINAMICA QUIMICA GENERAL. Edit. Reverté

Maron y Prutton. FUNDAMENTOS DE FISICOQUIMICA. Edit. LIMUSA.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-------------------------|----------|------------|---------------|
|       | ESTRUCTURA ORGANICA     | 10       | 7          | 3/4           |

---

REQUISITOS: QUIMICA GENERAL.

OBJETIVO: Establecer los principios de la Química orgánica, así como la nomenclatura y reacciones de los principales tipos de compuestos orgánicos.

CONTENIDO O TEMATICA:

ESTRUCTURA.

HIDROCARBUROS. Alifáticos, Cíclicos, Acíclicos, Aromáticos, Estructura y Nomenclatura.

GRUPOS FUNCIONALES.

ESTEREOQUIMICA.

REACCIONES.

BIBLIOGRAFIA:

Allyn & Bacon Rakoff. ORGANIC CHEMISTRY. Collier Mc. Millan.

Ellis. QUIMICA ORGANICA. Limusa-Wiley.

Morrison & Boyd. QUIMICA ORGANICA. FONDO EDUCATIVO INTERAMERICANO.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA  | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|--------------------------|----------|------------|---------------|
|       | ECUACIONES DIFERENCIALES | 8        | 4          | 4/0           |

---

**REQUISITO:** CALCULO DIFERENCIAL E INT. II

**OBJETIVO:** Proporcionar los conocimientos básicos y métodos de solución gráfi-  
cos y numéricos de las ecuaciones diferenciales que sirvan como he-  
rramienta útil en el estudio de las Ingenierías.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

Ecuaciones Diferenciales.  
Ecuaciones Diferenciales de Primer Orden.  
Ecuaciones Diferenciales de Orden Superior.  
Solución de Métodos Gráficos y Numéricos.  
Ecuaciones Diferenciales Parciales.

**BIBLIOGRAFIA:**

Boyce & Diprima. INTRODUCCION A LAS ECUACIONES DIFERENCIALES Edit.  
LIMUSA.  
Boyce & Diprima. ECUACIONES DIFERENCIALES Y PROBLEMAS CON VALORES  
EN LA FRONTERA. Edit. LIMUSA.  
Reddick & Kibbey. ECUACIONES DIFERENCIALES Edit. C.E.C.S.A.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-------------------------|----------|------------|---------------|
|       | TERMODINAMICA APLICADA  | 10       | 6          | 4/2           |

---

**REQUISITOS:** TERMODINAMICA GENERAL.

**OBJETIVO:** Dar al alumno métodos de cálculo de propiedades termodinámicas en -- procesos donde la composición del sistema no cambia. Que el alumno -- sea capaz de producir información como diagrama de Molliere a partir -- de la información directa experimental por el uso de ecuaciones de -- estado.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

Matemáticas del cálculo de propiedades. Relaciones de Maxwell Efecto de la presión y temperatura sobre las funciones termodinámicas. Ob-- tención de propiedades termodinámicas a partir de datos experimenta -- les.

Elementos de termodinámica estadística.

Cálculo de propiedades utilizando ecuaciones de estado.

Aplicaciones a problemas de balance de energía en procesos químicos.

**BIBLIOGRAFIA:**

Balzhiser. CHEMICAL ENGINEERING THERMODYNAMICS. Edit. Prentice Hall.  
Hougen, Watson & Ragatz. PRINCIPIOS DE LOS PROCESOS QUIMICOS, VOL. -- II Edit. Reverté.

Smith and Van Ness. INTRODUCTION TO CHEMICAL ENGINEERING THERMODYNA-- MICS. Kogakusha, Mc. Graw Hill.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA     | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-----------------------------|----------|------------|---------------|
|       | BALANCE DE MATERIA Y ENERG. | 12       | 6          | 6/0           |

---

**REQUISITOS:** INTRODUCCION A LA INGENIERIA QUIMICA.

**OBJETIVO:** Desarrollar la habilidad en el alumno para representar a través de un modelo matemático lo que ocurre en un proceso dado, tratando simultáneamente las ecuaciones de conservación de masa y energía para evitar una visión fragmentada de los procesos.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

Análisis Dimensional Teorema Pi. y método de Buckingham.  
Ley de la Conservación de la masa.  
Ley de la Conservación de la energía.  
Balances de materia y estequiometría.  
Balances de energía con reacción química.  
Balances de operaciones unitarias.  
Balances de materia y energía en procesos industriales.

**BIBLIOGRAFIA:**

Honley & Rosen MATERIAL AND. ENERGY BALANCE COMPUTATIONS. Edit. Chemical Engineering Outline.  
Himmelblau, D. CALCULOS Y PRINCIPIOS BASICOS EN INGENIERIA QUIMICA-C.E.C.S.A.  
Witwell & Toner CONSERVATION OF MASS AND ENERGY. Edit. Blaisdell -- Publishing Co.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO.

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-------------------------|----------|------------|---------------|
|       | ELECTROMAGNETISMO       | 8        | 5          | 3/2           |

---

REQUISITO: DINAMICA.

OBJETIVO: Mostrar los conceptos de electricidad y magnetismo, para que el alum no pueda aplicarlos en cursos integrados de ingeniería química, eléctrica, etc., proporcionándole los conocimientos mínimos necesarios - para un buen desarrollo profesional en éstos campos.

CONTENIDO O TEMATICA:

- Electroestática. Ley de Coulomb, campo eléctrico, energía potencial-electroestática, condensadores.
- Corriente eléctrica directa. Ley de Ohm, pilas y acumuladores, fuerza electromotriz, leyes de Kirchoff, ley de Joule.
- Magnetismo y Electromagnetismo, Solenoides y electroimanes, galvanómetro y amperímetro.
- Corrientes inducidas. Ley de Lenz, Motores eléctricos, Transformadores, ecuaciones de Maxwell.

BIBLIOGRAFIA:

- Halliday & Resnick. Física Vol. II C.E.C.S.A.
- Kip, A. Fundamentos de Electricidad.
- Mc Kelvey John P, y Gratch Nowara. Física para Ciencias e Ingeniería. Vol. II. Ed. Harla.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-------------------------|----------|------------|---------------|
|       | REACCIONES ORGANICAS    | 10       | 7          | 3/4           |

---

REQUISITO: ESTRUCTURA ORGANICA

OBJETIVO : Que el alumno comprenda los mecanismos generales de los diferentes tipos de reacciones para el mejor entendimiento de los procesos in dustriales.

CONTENIDO O TEMATICA:

SUSTITUCION. Tipos de reacciones. Mecanismos. Condiciones de reac-- ción y ejemplos.

ELIMINACION. Mecanismos. Condiciones de reacción. Ejemplos.

ADICION. Tipos. Mecanismos Generales. Condiciones de reacción ejem- plos.

REORDENACION O REARREGLOS. Tipos. Mecanismo Generales. Condiciones- de reacción. Ejemplos.

BIBLIOGRAFIA:

Allinger. QUIMICA ORGANICA. Reverté, S.A.

Morrison & Boyd. QUIMICA ORGANICA. Fondo Educativo Interamericano.

Solomons, TWG. ORGANIC CHEMISTRY. John Wiley & Sons.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-------------------------|----------|------------|---------------|
|       | PROBABILIDAD            | 6        | 3          | 3/0           |

---

**REQUISITOS:** CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL II.

**OBJETIVOS:** Proporcionar al estudiante una base firme sobre los conceptos fundamentales de la estadística que le ayuden a su formación como ingeniero químico.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

Frecuencias de Muestreo.

Media y varianza.

Probabilidad (conceptos)

Combinatoria.

Distribuciones de Probabilidad.

Distribución Normal.

Distribución de Probabilidad variables aleatorias.

Distribuciones usadas en pruebas ( $\chi^2$ , t)

Estimación de Parámetros.

Intervalos de Confianza.

Pruebas de Hipótesis. Teorema del Valor Central.

**BIBLIOGRAFIA:**

Dixon M. INTRODUCCION AL ANALISIS ESTADISTICO. Mc. Graw Hill.

Kennedy, H. ESTADISTICA PARA CIENCIAS E INGENIERIA. Edit. HARLA.

Kreiszing, E. INTRODUCCION A LA ESTADISTICA MATEMATICA. Edit. LIMUSA.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-------------------------|----------|------------|---------------|
|       | FENOMENOS DE TRANSPORTE | 12       | 6          | 6/0           |

---

**REQUISITOS:** BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA.

**OBJETIVO:** Fundamentar integralmente los cursos de transferencia de masa, momentum y calor analizando los problemas de transporte de una manera general.

**CONTENIDO Y TEMATICA:**

- Fenómenos de Transferencia.
- Viscosidad y mecanismo de transferencia de momentum. Gases Líquidos Coeficiente de viscosidad. Efecto de Presión y Temperatura.
- Conductividad Térmica y mecanismo de transferencia de energía - Gases de baja densidad. Líquidos. Coeficiente de Conductividad -- Térmica.
- Coeficiente de difusión y mecanismo de transferencia de masa. Difusión molecular. Turbulenta. Difusión en Sólidos. Permeabilidad.
- Balances diferenciales en régimen laminar y turbulento.
- Balances macroscópicos en equipos de procesos químicos.

**BIBLIOGRAFIA:**

- Bennet & Myers, MOMENTUM, HEAT AND MASS TRANSFER. Mc. Graw Hill.
- Bird, Stewart. TRANSPORT PHENOMENA. John Wiley & Sons.
- Shubauer G. TURBULENT FLOW. Princeton University.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA  | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|--------------------------|----------|------------|---------------|
|       | TECNOLOGIA DE MATERIALES | 8        | 4          | 4/0           |

---

**REQUISITO:**

**OBJETIVO:** Proporcionar al alumno los elementos técnico-económicos en la selección de materiales de construcción de equipo de proceso, su protección y las especificaciones mas comunes.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

- Introducción. Importancia de la selección y uso de materiales.
- Selección de materiales. Mecánicos, Térmicos, Eléctricos, Químicos, Opticos, Económicos.
- Corrosión. Mecanismos. Inhibición catódica, Protección, Ataque químico directo.
- Materiales mas comunes en plantas químicas. Fundición.
- Aleaciones no Ferrosas. Aceros al carbón. Aceros inoxidables.
- Cobre. Aluminio. Níquel Plomo.
- Materiales no metálicos. Plásticos, Polímeros.

**BIBLIOGRAFIA:**

- Asme Boiler & Pressure Vessel Code, Sección VIII, Parte 1.
- Willems- Easley- Rolfe. Resistencia de materiales. Mc. Graw-Hill.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-------------------------|----------|------------|---------------|
|       | ANALISIS QUIMICO        | 10       | 7          | 3/4           |

---

**REQUISITO:** QUIMICA GENERAL.

**OBJETIVO:** Que el alumno entienda el comportamiento fundamental de las especies químicas en disolución. Sepa interpretar cuantitativa y cualitativamente los equilibrios químicos simultáneos.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

- Equilibrio Químico.
- Reacciones de precipitación.
- Reparto entre disolventes no miscibles.
- Equilibrio de intercambio iónico.
- Valoraciones.
- Curvas de valoración.

**BIBLIOGRAFIA:**

- Charlot, G. QUIMICA ANALITICA GENERAL Tomo I y III Torray.  
Queré. A. APUNTES DE QUIMICA ANALITICA IV. METODOS OPTICOS.  
Facultad de Química U.N.A.M.  
Mason Charlot, G. ANALISIS CUALITATIVO DE CATIONES Y ANIONES. Edit.-  
ALHAMBRA.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-------------------------|----------|------------|---------------|
|       | METODOS NUMERICOS       | 8        | 4          | 4/0           |

---

**REQUISITOS:** PROGRAMACION Y COMPUTACION.

**OBJETIVO:** Dar al lumno los conocimientos sobre utilidad, necesidad y campo de aplicación de los métodos numéricos.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

- Generalidades en computación.
- Elementos de fortran.
- Sistemas de educación lineales.
- Aproximación polinomial.
- Aproximación funcional.

**BIBLIOGRAFIA:**

- Carnahan, B. APPLIED NUMERICAL METHODS.
- Hamming NUMERICAL METHODS FOR SCIENTISTS ENGINEERS. Edit. Kogahusha.
- Mc. Cormick, M. NUMERICAL METHODS IN FORTRAN. Prentice Hall.
- Mc. Creacken & Dorn. METODOS NUMERICOS Y PROGRAMACION Mc. Graw Hill.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA   | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|---------------------------|----------|------------|---------------|
|       | INGENIERIA EXPERIMENTAL I | 4        | 4          | 0/4           |

**REQUISITOS:** TERMODINAMICA GENERAL.

**OBJETIVO:** Familiarizar al alumno con el principio de acción, uso, instalación y calibración de los instrumentos mas comunes usados en la industria química para detectar temperatura, presión, flujo, nivel y variables eléctricas.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

- Medición de temperatura. Conductividad térmica. Calibración de --- termopares.
- Medición de Presión. Calibración de Manómetros.
- Medición de Flujo. Rotámetro, Orificio, Venturi, De Impacto.
- Medición de Nivel.
- Medición de variables eléctricas y mecánicas. Voltaje Amperaje. --- R.P.M. Espesor y profundidad.

**BIBLIOGRAFIA:**

Ver programa de;  
Instrumentación y Control.  
Transferencia de Momentum.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA   | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|---------------------------|----------|------------|---------------|
|       | TRANSFERENCIA DE MOMENTUM | 12       | 6          | 6/0           |

REQUISITO: FENOMENOS DE TRANSPORTE

OBJETIVO: Que el estudiante adquiera el criterio para planear, seleccionar y desarrollar soluciones a problemas reales, enfocandos hacia la aplicación en procesos industriales.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

Balances. Ecuación de Continuidad. Ecuación de movimiento, concepto de capa límite. Ecuaciones de Hagen - Poiseuille.

Stockes Euler. Bernoulli.

Concepto de Fricción. Factor de fricción. Rugosidad. Efecto de la transferencia de energía. Coeficientes de arrastre.

Evaluación de permisibles. Caidas de presión. Diámetro Económico. Flujo de Fluidos Compresibles. Ecuaciones generales No. de Mach. Equipo para transporte de fluidos. Redes. Medidores de flujo.

**BIBLIOGRAFIA:**

Brown. UNIT OPERATIONS. John Wiley & Sons.

Bird, Stewart. FENOMENOS DE TRANSPORTE. Ed. Reverté.

Crane. FLOW OF FLUIDS. Technical Paper No. 410.

Foust. PRINCIPLES OF UNIT Wiley & Sons.

Mc. Cabe R. Smith. UNIT OPERATIONS OF CHEM. Mc. Graw Hill.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-------------------------|----------|------------|---------------|
|       | INGENIERIA MECANICA     | 8        | 4          | 4/0           |

---

REQUISITOS: DINAMICA

OBJETIVO: Adquirir el conocimiento respecto al comportamiento y resistencia -- de materiales y aplicarlo al diseño de las estructuras básicas que -- integran el equipo en la industria química.

CONTENIDO O TEMATICA:

Propiedades mecánicas de los cuerpos. Esfuerzos, Módulo de Poisson.-  
Propiedades del área de la sección. Momentos de 1er. orden. Momentos  
de 2o. orden. Momentos Polares. Centroides. Radios de giro. Cálculo-  
de elementos sujetos a esfuerzos. Tensión, Comprensión. Armaduras --  
planas.  
Vigas. Clasificación. Diagramas de momentos y cortantes. Selección -  
de perfiles. Modulo de sección.  
Otros tipos de esfuerzos. Torsión. Flexión en flechas. Cilindros de-  
pared delgada. Esfuerzos térmicos.

BIBLIOGRAFIA:

Cia. Fund. de Hierro y Acero Monterrey. MANUAL PARA CONSTRUCTORES.  
Brownell & Young. PPOCESS EQUIPMENT DESING. John Wiley & Sons.  
Singer. RESISTENCIA DE MATERIALES.  
Timoshenko. RESISTENCIA DE MATERIALES. Espasa Calpe.  
Seal F. RESISTENCIA DE MATERIALES U.T.E.H.A.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-------------------------|----------|------------|---------------|
|       | INGENIERIA ELECTRICA    | 3        | 4          | 4/0           |

REQUISITOS: ELECTROMAGNETISMO

OBJETIVO: Proporcionar al alumno un criterio general en el manejo de la teoría de corriente alterna y su aplicación a instalaciones eléctricas industriales.

CONTENIDO O TEMATICA:

Componentes de los circuitos eléctricos. Nomenclatura y Diagramas. -- Elementos.

Sistemas eléctricos de potencia balanceada monofásicos y trifásicos.

Principios de operación de las máquinas eléctricas Transformador. Máquina rotatoria de corriente directa, máquina de corriente alterna.

Sistemas de protección y control.

Distribución de potencia e instalaciones industriales.

BIBLIOGRAFIA:

Del Toro. PRINCIPLES OF ELECTRICAL ENG. Prentice Hall.

Enríquez HG. INSTALACIONES ELECTRICAS. Limusa.

Enríquez H.G. MANUAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS RESIDENCIALES. E. -- INDUSTRIASLES. Limusa.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA     | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-----------------------------|----------|------------|---------------|
|       | TEC. DE LOS PROCESOS INDUS. | 10       | 7          | 3/4           |

REQUISITOS: REACCIONES ORGANICAS.

OBJETIVO: Que el alumno aprenda la estrategia para seleccionar un proceso industrial teniendo en cuenta principalmente la química de las reacciones involucradas, dando al mismo tiempo la relación existente con los aspectos técnico-económicos del proceso, la relación con el equipo seleccionado y el grado de dificultad de operación.

CONTENIDO TEMATICA:

Tecnologías de los procesos industriales.  
Procesos de sustitución.  
Procesos de halogenación.  
Procesos de hidrogenación y dehidrogenación.  
Oxidación catalítica en fase vapor.  
Sustitución aromática.  
Polimerización.  
Industrias derivadas de la sal y derivados de sodio.  
Industrias del fósforo.  
Industrias del azufre y ácido sulfúrico.  
Procesos petroquímicos (cracking, alquilación, isomerización y reformación, etc.).  
Industrias derivadas de productos vegetales.  
Plásticos, resinas sintéticas y fibras sintéticas.  
Industrias de los agroquímicos (insecticidas, fertilizantes, fungicidas, etc.)

BIBLIOGRAFIA:

Chris A. Clausen III, Guy Matson. Fundamentos de Química Industrial-Limusa.  
K. Wissermel. Química Orgánica Industrial. Reverté.  
Peter Wiseman. An Introduction To Industrial Organic Chemistry. --- Applied Science Publishers LTD. Inglaterra 1979.  
R. Norris Shreve. Chemical Process Industries. McGraw Hill International.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CALVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-------------------------|----------|------------|---------------|
|       | ESTADISTICA             | 6        | 3          | 3/0           |

---

REQUISITOS:      PROBABILIDAD

OBJETIVO:      Proporcionar al alumno un conocimiento profundo de las técnicas estadísticas avanzadas y capacitarlo para poder resolver los problemas que puedan presentársele, usando las técnicas mas adecuadas para su resolución.

CONTENIDO O TEMATICA:

- Decisión Estadística y Prueba de Hipótesis.
- Homogenidad de las Desviaciones Estandar.
- Ajuste Lineal.
- Correlación.
- Análisis de Varianza (dos y tres variables).
- Control Estadístico de Producción (cartas de control).
- Control de calidad.

BIBLIOGRAFIA:

- Hurley y otros. TECNICAS ESTADISTICAS PARA CIENCIAS AGROPECUARIAS, QUIMICAS E INGENIERIA. EDIT. CINVESTAV, I.P.N.
- Kreiszig, E. INTRODUCCION A LA ESTADISTICA MATEMATICA. Edit. Limusa
- Snedecord & Cochran. METODOS ESTADISTICOS. Edit. C.E.C.S.A.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA    | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|----------------------------|----------|------------|---------------|
|       | INGENIERIA EXPERIMENTAL II | 4        | 4          | 0/4           |

---

**REQUISITOS:** BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA.

**OBJETIVO:** Proporcionar al alumno un enfoque práctico de los problemas de balance de materia y energía, aplicada a equipos de proceso.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

BALANCES DE MATERIA Y ENERGIA EN:

- Torre de enfriamiento.
- Secador rotatorio.
- Cámara Frigorífica.
- Caldera.
- Columna de Destilación.
- Sistema de Evaporación.
- Columna de Absorción.
- Secador por Aspersión.
- Filtro Prensa.

**BIBLIOGRAFIA:**

Ver programa de:  
Balance de Materia y Energía.  
Transferencia de Calor.  
Transferencia de Masa.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PAC. |
|-------|-------------------------|----------|------------|-------------|
|       | TRANSFERENCIA DE CALOR  | 12       | 6          | 6/0         |

---

REQUISITOS: TRANSFERENCIA DE MOMENTUM.

OBJETIVO: Proporcionar al alumno el conocimiento de los principios y mecanismos del transporte de calor y metodología de cálculo y diseño de los equipos industriales mas comunes.

CONTENIDO O TEMATICA:

Mecanismos básicos de transferencia de calor. Conducción, Convección y Radiación.

Equipo de transferencia de calor. Doble tubo. Tubos y coraza. Intercambiadores de placas.

Transferencia de calor con cambio de fase. Condensación.

Ebullición. Equipo para condensación y evaporación.

Temas suplementarios. Superficies Expandidas. Conducción en estado transiente. Transferencia por contacto directo.

BIBLIOGRAFIA:

Kern. PROCESS HEAT TRANSFER. Mc. Graw Hill.

Manrique J. TRANSFERENCIA DE CALOR. Harla.

Reshenow & Choi. HEAT MASS AND MOMENTUM TRASNFER.

Trinks. INDUSTRIAL FURNACES. JOHN WILEY & SONS.

Welty. ENGINEERING HEAT TRANSFER, John Wiley & Sons.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-------------------------|----------|------------|---------------|
|       | DISEÑO MECÁNICO         | 8        | 4          | 4/0           |

**REQUISITO:** INGENIERIA MECANICA.

**OBJETIVO:** Proporcionar la metodología y los criterios en el diseño desde el punto de vista de resistencia mecánica, de equipo y partes de equipo de proceso, así como tubería a presión.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

- Tipos de usos de recipientes. Factores Técnicos y económicos en el diseño. Materiales de Construcción.
- Recipientes atmosféricos de fondo plano y tapá. Cuerpo cilíndrico.
- Recipientes a presión interna. Cuerpo. Tapas abombadas Tapas y -- Transiciones cónicas.
- Recipientes a presión externa. Cilíndricos. Tapas abombadas atiesadores. Conos y Transiciones cónica.

**BIBLIOGRAFIA:**

Am.Pet. Institute. WEDED STEEL TANKS FOR OIL STORAGE. API. Std. 650  
A S M E BOILER AND PRESSURE VESSEL CODE. Sección VIII, Parte I.  
Brownell & Young. PROCESS EQUIPMENT DESIGN. John Wiley & Sons.  
Lukens Steel. Co. LUKENS SPUN HEADS.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-------------------------|----------|------------|---------------|
|       | EQUILIBRIO DE FASES     | 8        | 5          | .3/2          |

---

**REQUISITOS:** TERMODINAMICA APLICADA.

**OBJETIVO:** Que el alumno comprenda el concepto de equilibrio y conozca la influencia de la presión, temperatura y concentración en las propiedades de los sistemas en equilibrio.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

Equilibrio de fases, Condiciones para el equilibrio. Ecuaciones de Clapeyron Presión de Vapor. Ecuaciones de Clausius-Clapeyron. Equilibrio de Sistemas de un componente.

Regla de fases de Gibbs. Diagrama de fases. Agua, CO<sub>2</sub>, Azufre.

Equilibrio de sistemas de dos componentes. Soluciones ideales. Ley de Raoult. Propiedades Coligativas. Soluciones binarias con soluto volátil. Desviaciones a la Ley de Raoult Diagramas P-X. T-X Mezclas Azeotrópicas. Equilibrio en sistemas multicomponentes.

**BIBLIOGRAFIA:**

Holland. MULTICOMPONENT DISTILATION. Prentice Hall.

Hougen & Watson. CHEMICAL PROCESS PRINCIPLES. Vol. II. John Wiley.

King. PHASE EQUILIBRIUM IN MIXTURES. Mc. Graw Hill.

Perry. CHEMICAL ENGINEER'S HANDBOOK. Mc. Graw Hill.

Reid. & Sherwood. THE PROPERTIES OF GASES AND LIQUIDS. Mc. Graw Hill.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA      | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|------------------------------|----------|------------|---------------|
|       | LEGISLACION Y SEGURIDAD IND. | 6        | 3          | 3/0           |

---

**REQUISITO:**

**OBJETIVO:** Proporcionar al alumno conocimientos auxiliares sobre cuestiones legales y de seguridad, como parte complementaria de su formación académica.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

Estructura de la empresa. Relaciones Industriales. Relaciones Laborales. Patentes y marcas.

Ley Federal de Trabajo. Reglamentos y normas.

Convenios y Contratos Colectivos. Obligaciones y Derechos.

Legislación sobre contaminación. Regulaciones y normas. Límites más-comunes.

Educación y adiestramiento. Programas. Equipo de Protección.

Legislación en materia de seguridad industrial.

**BIBLIOGRAFIA:**

Blake SEGURIDAD INDUSTRIAL. Edit. Diana.

Bloonfield, INTRODUCCION A LA HIGIENE INDUSTRIAL.

Ed. Reverté.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA   | CREDITOS | HRS./SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|---------------------------|----------|-------------|---------------|
|       | INSTRUMENTACION Y CONTROL | 8        | 4           | 4/0           |

---

**REQUISITO:** INGENIERIA ELECTRICA.

**OBJETIVO:** Familiarizar al estudiante con el uso, selección y nomenclatura de -- instrumentos de controles, así como la instrumentación de los equi-- pos de proceso mas importantes.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

INTRODUCCION. Nomenclatura y Diagramas. Instrumentación en proceso, - en proyecto y en producción.

CIRCUITOS DE CONTROL. Elementos primarios de medición. Trasmisores - Controles. Válvulas de Control.

CONTROL AUTOMATICO DE PROCESOS. Modos de Control y aplicaciones. Dia - gramas típicos en diversas operaciones unitarias.

Destilación, Evaporación, Absorción, Bombeo, Hornos a fuego directo. Tanques de retención y acumuladores.

**BIBLIOGRAFIA:**

Considine. PROCESS INSTRUMENTS. AND CONTROL HANBOOK Mc. Graw Hill.

Jones. INSTRUMENT TECHNOLOGY. Butterworth Group.

Liptak. APPLIED INSTRUMENTATION. Gluf. Pub. Co.

Miller. THE INSTRUMENT MANUAL. United Press Trade.

Spink. FLOW METER ENGINEERING. Foxboro Co.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA     | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-----------------------------|----------|------------|---------------|
|       | INGENIERIA EXPERIMENTAL III | 6        | 6          | 0/6           |

---

**REQUISITOS:** TRANSFERENCIA DE MOMENTUM.

**OBJETIVO:** Proporcionar al alumno un enfoque práctico de los problemas de manejo y transporte de fluidos, así como una preparación general sobre planeación y ejecución del trabajo experimental.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

**PRACTICAS:**

Fricción de Tuberías.

Comportamiento de Bombas Centrífugas: Tiempo de descarga en tanques:

**PROYECTOS:**

Operación de bombas serie-paralelo.

Perfiles de velocidad en ductos y tuberías.

Comportamiento de líquidos en la zona de transición.

Características y operación de bombas de desplazamiento.

Flujo de líquidos en redes.

Flujo en canales abiertos.

Comportamiento de ventiladores, compresoras y sopladores.

Flujo a través de lechos empacados.

**BIBLIOGRAFIA:**

Ver programa de;

Fenómenos de Transporte.

Transferencia de Momentum.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA MATERIA     | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|--------------------------|----------|------------|---------------|
|       | PROCESOS DE SEPARACION I | 12       | 6          | 6/0           |

---

**REQUISITOS:** TRANSFERENCIA DE CALOR Y EQUILIBRIO DE FASES.

**OBJETIVO:** Ubicar al alumno en el campo de aplicación de las operaciones unitarias difusionales. Descripción de ellas y diseño del equipo utilizado.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

Difusión molecular en fluidos, difusividad en gases y líquidos, difusión turbulenta en fluidos. Coeficientes de transferencia de masa. — Analogías. Transferencia simultánea de calor y masa. Transferencia de masa interfacial. Diagramas de distribución de equilibrio. Coeficientes de transferencia de masa locales, individuales y globales y globales promedio. Transferencia de masa en equipo de contacto continuo y de contacto por etapas.

Líneas de operación. Eficiencia de etapa. Ecuaciones de Kremser. Equipo de transferencia de masa gas-líquido. Operaciones de humidificación. — Operaciones de absorción y desorción.

**BIBLIOGRAFIA:**

- Bennet & Myers. Momentum Heat & Mass Transfer. Mc. Graw Hill.
- Reid & Sherwood. The Properties of Gases And Liquids. Mc. Graw Hill.
- Sherwood & Pigford. Mass Transfer Mc. Graw Hill.
- Skelland. Difusional Mass Transfer. John Wiley & Sons.
- Treybal. Mass Transfer. Operations. Mc. Graw Hill.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTIRLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-------------------------|----------|------------|---------------|
|       | CINETICA QUIMICA        | 8        | 5          | 3/2           |

---

REQUISITO: TERMODINAMICA APLICADA.

OBJETIVO: Desarrollar las fases fisicoquímicas para el diseño de reactores, -- discutir y proponer los mecanismos y modelos para los diferentes tipos de reacciones.

CONTENIDO O TEMATICA:

Cinética y mecanismos de reacciones homogéneas.. Teoría y Mecanismos,-- Parámetros de determinación experimental. Reactores de laboratorio e- interpretación de datos.

Reacciones Heterogéneas. Tipos. Etapas en reacciones heterogéneas. Ve- locidad global de reacción.

Catalisis Heterogénea - Fluidos-sólido, procesos catalíticos.

Etapas controlante. Adsorción. Preparación de catalizadores.

Propiedades importantes. Velocidad global. Reactores de laboratorio - e interpretación de datos. Adsorción física y química. Isotermas de - Langmuir. Ecuación de BET.

BIBLIOGRAFIA:

Bond. CATALYSIS BY METALS. Academic Press.

Levenspiel O. CHEMICAL REACTION ENGINEERING. John Wiley & Sons.

Smith J. CHEMICAL ENGINEERING KINETICS. Mc. Graw Hill.

Thomas F. INT. TO PRINCIPLES OF HETEROGENEOUS CATALYSIS. Academic Press.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-------------------------|----------|------------|---------------|
|       | INGENIERIA ECONOMICA    | 8        | 4          | 4/0           |

---

**REQUISITOS:**

**OBJETIVO:** Proporcionar los conceptos básicos de microeconomía a nivel industrial y la influencia de su aplicación a la Ingeniería Química.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

- Concepto en Economía. Sectores productivos. Industria. Indicaciones Económicas. Tasas de crecimiento. Esquema productivo nacional.
- Proyectos Industriales. Estudios de Viabilidad. Etapas. Estudios de mercado. Oferta y demanda. Proyecciones.
- Estudios Técnicos. Costos de Producción. Estados de Pérdidas y Ganancias. Balances. Punto de Equilibrio.
- Valor del dinero en el tiempo. Depreciación, amortización, interés, financiamiento.
- Indicadores. Rentabilidad. Tiempo de recuperación. TIR. Indices Financieros. Sensibilidad Económica.

**BIBLIOGRAFIA:**

- Asímov. INTRODUCCION AL PROYECTO. Edit. Herrero.
- Soto Espejel, Martínez. ANALISIS DE SENSIBILIDAD. FONEI. 1981.
- Soto Espejel, Martínez. LA FORMULACION Y EVALUACION TECNICO-ECONOMICA DE PROYECTOS INDUSTRIALES. Edit. Litograf.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-------------------------|----------|------------|---------------|
|       | INGENIERIA AMBIENTAL    | 8        | 4          | 4/0           |

---

**REQUISITOS:** INSTRUMENTACION Y CONTROL

**OBJETIVO:** Se pretende dar al alumno un conocimiento básico del muestreo y control del deterioro del medio ambiente y de la contribución que para ello tiene el aprovechamiento de diferentes tipos de energía, para el desarrollo industrial.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

Fuentes de energía. Recursos Renovables y no Renovables, desarrollo industrial y medio ambiente. Estadística del concurso de energía nacional e internacional.

Contaminación atmosférica. Fuentes, tipos de contaminantes, sistemas de muestreo, proceso de combustión, sistemas de control, calidad del aire, legislación nacional e internacional.

Agua. Caracterización de las aguas residuales; muestreo en corrientes y cuerpos receptores. Operaciones unitarias utilizadas en el tratamiento de aguas residuales. Legislación nacional e internacional.

Recurso suelo. Factores y efectos de la estructura del suelo. Erosión y lixiviación. Riego con aguas residuales. Generación, recolección y disposición de los desechos sólidos.

**BIBLIOGRAFIA:**

- Boletín Informativo del Sector Energético: "Energéticos".
- Masters G.M. Introduction to environmental Science and Technology.
- Perkis H. Air Pollution Mc. Graw Hill.
- Whiley Chiogloji M. Industrial Energy Conservation Denker Marcel Inc.
- Weber W. Physicochemical. Processes for Water Quality Control.
- Whiley Glenn O Schwab. Soil And Water Conservation Engineering. John Wiley and Sons.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA           | CREDITOS | HRS./SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-----------------------------------|----------|-------------|---------------|
|       | ORGANIZACION PARA LA PRODUCCION 6 |          | 3           | 3/0           |

---

**REQUISITOS:** LEGISLACION Y SEGURIDAD.

**OBJETIVO:** Introducir al alumno al diseño de modelos en los sistemas de producción, puesto que es una de las ramas importantes de la Ingeniería Química.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

- El Manejo de Sistemas de Producción.
- Organización de sistemas de producción.
- Métodos de trabajo.
- Medición de trabajo e incentivos.
- Planeación y control de la producción.
- Modelos de decisión en planeación y control de la producción.

**BIBLIOGRAFIA:**

- Hoperman Richard J. PRODUCCION, ANALISIS Y CONTROL. Edit. Continental.
- Fracament de Simon M. ORGANIZACION Y GESTION DE LA PRODUCCION. Edit. HISPANO-EIROPEA.
- Rigs James L. SISTEMAS DE PRODUCCION. Edit. LIMUSA.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO.

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA    | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|----------------------------|----------|------------|---------------|
|       | INGENIERIA EXPERIMENTAL IV | 6        | 6          | .0/6          |

---

REQUISITO: TRANSFERENCIA DE CALOR.

OBJETIVO: Proporcionar al alumno un enfoque de los procesos de transferencia de calor y darle la oportunidad de desarrollar sus ideas, capacidad de planeación y habilidad de trabajo en grupo en la realización de proyectos experimentales.

CONTENIDO O TEMATICA:

Prácticas:

Conducción.

Convección Natural y Radiación.

Cambios de estado.

Proyectos a desarrollar:

Enfriamiento y calentamiento en tanques.

Caracterización de intercambiadores de tubos y coraza.

Caracterización de intercambiadores de placas.

Intercambiadores de superficie expandida.

Estudio comparativo de condensación en tubos.

Condensación de equipos de placas.

Ebullición nucleada.

BIBLIOGRAFIA;

Ver programas de:

Fenómenos de Transporte

Transferencia de Calor.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-------------------------|----------|------------|---------------|
|       | DISEÑO DE REACTORES     | 12       | 6          | 6/0           |

---

**REQUISITO:** PROCESOS DE SEPARACION I Y CINETICA QUIMICA.

**OBJETIVO:** Proporcionar al estudiante los criterios mas importantes en el diseño, selección y operación de los reactores químicos.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

Reactores para mezclas homogéneas. Intermitente. Tubular.  
Continuo agitado (CSTR). Efecto de temperatura y presión.  
Reacciones heterogéneas. Lecho fijo. Lecho fluidizado.  
Suspensiones. Reactores catalíticos heterogéneos, isotérmicos y adiabáticos.

**BIBLIOGRAFIA:**

Aris R. ELEMETARY CHEMICAL REACTOR ANALYSIS. Prentice Hall.  
Levenspiel O. CHEMICAL REACTION ENGINEERING. JOHN WILEY & SONS.  
Petersen E. CHEMICAL REACTION ANALYSIS. Prentice Hall.  
Perlmutter D. STABILITY CHEMICAL REACTORS. Prentice Hall.  
Smith J. CHEMICAL ENGINEERING KINETICS. MC. Graw Hill.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA   | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|---------------------------|----------|------------|---------------|
|       | PROCESOS DE SEPARACION II | 8        | 4          | 4/0           |

---

REQUISITO: PROCESOS DE SEPARACION I.

OBJETIVO: Inducir al alumno en los procesos de separación y al diseño de equipo en operaciones de destilación por diferentes métodos; extracción, secado, lixiviación, cristalización, etc.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

Destilación. Descripción General tipos de operación. Métodos de Cálculo: flash, Mc Cabe-Thiele, Ponchon Savarit, Raleigh y Multicomponentes.

Extracción líquido-líquido. Equipo usado. Sistemas Ternarios. Diagramas de equilibrio. Extracción por etapas y continua. Secado. Equilibrio sólido-fluido. Definiciones generales. Clasificación de equipo, tipo y operación de secadores de diseño. Balances de masa y entálpicos. Otras Operaciones. (Cristalización, Lixiviación, Filtración, -- etc.).

**BIBLIOGRAFIA:**

- Holland. Multicomponent Distillation. Prentice-Hall.
- King Separation Processes. Mc Graw Hill.
- Oliver. Diffusional Separation Processes., Theory, Desing And Evaluation. John Wiley & Sons.
- Treybal. Mass Transfer Operations. Mc. Graw Hill.
- Van Winkle. Destillation. Prentice-Hall.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA | REDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-------------------------|---------|------------|---------------|
|       | TECNOLOGIA DE SERVICIOS | 6       | 3          | 3/0           |

---

REQUISITO: INGENIERIA AMBIENTAL.

OBJETIVO: Que el alumno adquiera la capacidad de resolver problemas prácticos- de diseño, selección y especificación de equipo, así como a elaborar diagramas y/o sistemas de servicios auxiliares.

CONTENIDO O TEMATICA:

Información básica. Diagramas de Flujo. Diagramas de tubería e instrumentación. Plano de Localización General.

Clasificación y especificación de servicios. Agua. Vapor, Aire comprimido, Inertes, Combustibles, Refrigeración, Drenajes. Captación, Tratamiento, Adaptación, Capacidad de cada uno de los servicios a una - planta. Diagramas típicos.

Integración de los servicios. Relaciones Diagramas de distribución.

**BIBLIOGRAFIA:**

Babcock & Wilcox. STEAM ITS GENERATION AND USE.

Betz Laboratories. BETZ HANDBOOK.

Ludwig. E. APPLIED PROCESS DESIGN FOR CHEM. & PETROCHEM PLANTS. GULF.

Perry. CHEMICAL ENGINEER'S HANDBOOK. Mc Graw Hill.

Powell Shepard. ACOND. DE AGUA PARA LA INDUSTRIA. Limusa.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA  | CREDITOS | HRS./SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|--------------------------|----------|-------------|---------------|
|       | CONTROL DE LA PRODUCCION | 6        | 3           | 3/0           |

---

**REQUISITO:** ORGANIZACION PARA LA PRODUCCION.

**OBJETIVO:** Adentrar al alumno en los conceptos y detalles del control de la --  
producción, para que el manejo de este aspecto le ayude en su desa-  
rrollo profesional.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

- Introducción.
- Planeación de recursos.
- Distribución de servicios y manejo de materiales.
- Análisis de gastos de capital.
- Control de inventarios.
- Control de producción.
- Control de calidad.

**BIBLIOGRAFIA:**

- Hoperman Richard J. PRODUCCION, CONCEPTOS, ANALISIS Y CONTROL. Edit.  
Continental.
- James H. Greene. Control de la producción. Edit. Diana.
- Moore Franklin G. Producción Control. Mc Graw Hill.
- Raymond R. Mayer. Gerencia de Producción y Operaciones. Mc. Graw Hill.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA   | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|---------------------------|----------|------------|---------------|
|       | INGENIERIA EXPERIMENTAL V | 8        | 8          | 0/8           |

REQUISITOS: INGENIERIA EXPERIMENTAL IV.

OBJETIVO: Desarrollar como detalle las etapas de un proyecto experimental: -- Planeación, Investigación bibliográfica, Diseño físico químico y -- mecánico, Construcción y operación, Análisis e informe de resultados; aplicados a un problema de Ingeniería.

CONTENIDO O TEMATICA:

PROYECTOS A DESARROLLAR

Difusión en Sólidos, Líquidos, Gases.

Caracterización de Sistemas de Planos.

Caracterización de Sistemas Empacados.

Caracterización de Torres de Enfriamiento.

Cristalización.

Determinación de la constante de tiempo de un proceso.

Caracterización de un control de 2 posiciones.

Otros.

BIBLIOGRAFIA:

BIBLIOGRAFIA DE CONSULTA DE LOS CURSOS:

Transferencia de Masa.

Instrumentación y Control.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-------------------------|----------|------------|---------------|
|       | INGENIERIA DE PROYECTOS | 8        | 4          | 4/0           |

---

**REQUISITOS:** TECNOLOGIA DE SERVICIOS.

**OBJETIVO:** Dotar al estudiante del conocimiento introductorio aplicado en la -  
conducción, integración y desarrollo de proyectos industriales inte  
grando los conocimientos adquiridos en área de diseño de detalle.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

- Contenido de la Ingeniería de Proyecto; datos preliminares. Dise-  
ño. Construcción. Arranque y Operación.
- Organización del Proyecto. Planeación. Métodos de Control de Avan  
ce. Presupuestos.
- Desarrollo del proyecto. Distribución de equipo en planta. Diseño  
y selección de equipo. Diseño Eléctrico y Civil. Diseño de Tuberí  
as e Instrumentación. Prácticas de Ingeniería.
- Adquisición de materiales y Equipo. Tabulaciones. Expedición.
- Programa de construcción. Lista de Actividades. Ruta Crítica. Do  
cumentos de Control.

**BIBLIOGRAFIA:**

- Peters & Timmerhaus. PLANT DESIGN ECONOMICS FOR CHEMICAL ENG. Mc. -  
Graw Hill.
- Rase. PIPING DESIGN FOR PROCESS PLANTS. J. Wiley & Sons.
- Rase & Barrow. PROJECT. ENG. FOR PROCESS PLANTS. J. Wiley & Sons.
- Weaver R. PROCESS PIPING DESIGN VOL. 2 Gulf. Pub. Co.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA | CREDITOS | HRS./SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-------------------------|----------|-------------|---------------|
|       | SIMULACION DE PROCESOS  | 8        | 4           | 4/0           |

---

REQUISITOS: METODOS NUMERICOS.

OBJETIVO: Dada la naturaleza empírica y experimental de la Ingeniería Química la simulación de procesos en esta carrera tiene por objeto, resolver, un sinnúmero de problemas, que por otros métodos serían de difícil solución.

CONTENIDO O TEMATICA:

UBICACION.- Proyectos que el maestro desarrolla en clase a manera de ejemplo:

- a) Flujo de una red de tuberías (Método de las sustituciones sucesivas).
- b) Equilibrio Químico (Métodos de Newton Raphson).
- c) Pirólisis de etano en un reactor tubular.
- d) Un problema de valor en la frontera en Mecánica de Fluidos.
- e) Aplicaciones a reactores en serie.
- f) Aplicaciones a columnas de destilación.
- g) Aplicaciones a evaporadores, etc.

BIBLIOGRAFIA:

- Carnahan & James. APPLIED NUMERICAL METHODS. John Wiley & Sons.
- Lugben, W.L. PROCESS MODELING, SIMULATION AND CONTROL FOR CHEMICAL - ENGINEERS. Mc. Graw-Hill.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUITILAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CLAVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|-------------------------|----------|------------|---------------|
|       | INGENIERIA DE PROCESOS  | 8        | 4          | 4/0           |

---

**REQUISITOS:** PROCESOS DE SEPARACION II.

**OBJETIVO:** Proporcionar una metodología para el análisis, diseño y optimización de la secuencia de un proceso, familiarizando al alumno además con el tipo de información manejada.

**CONTENIDO O TEMATICA:**

Contenido de la Ingeniería de Proceso. Fuente de Información Nivel - Planta Piloto. Nivel Comercial. Investigación.

Desarrollo de Procesos. Análisis de alternativas. Sistemas de Ingeniería de Procesos. Optimización.

Síntesis de Procesos. Procesos Continuos y no continuos. Tecnología de Separación. Sistemas Gaseosos. Integración de Operaciones. Análisis de Módulos Básicos y de Operación Unitarias.

**BIBLIOGRAFIA:**

Rudd & Watson. STRATEGY OF PROCESS ENGINEERING J. Wiley & Sons.

Rudd, Powers & Sirola. PROCESS SYNTHESIS. Prentice Hall Int.

Russel & Denn. INT. TO CHEMICAL ENG. ANALYSIS. J. Wiley & Sons.

Vilbrandt & Dryden. CHEMICAL ENG. PLANT DESIGN. Mc. Graw Hill.

FAULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN U.N.A.M.

CARRERA: INGENIERO QUIMICO:

---

| CALVE | NOMBRE DE LA ASIGNATURA    | CREDITOS | HRS/SEMANA | TEORIA/PRACT. |
|-------|----------------------------|----------|------------|---------------|
|       | INGENIERIA EXPERIMENTAL VI | 8        | 8          | 0/8           |

---

REQUISTO: INGENIERIA EXPERIMENTAL V.

OBJETIVO: Favorecer a la integración de conocimientos y su relación con el medio, mediante la ejecución de Proyectos que tengan implicaciones técnicas, económicas, sociales, etc. Desarrollar la habilidad para interrelacionar las diferentes disciplinas.

CONTENIDO O TEMATICA:

PROYECTOS A DESARROLLAR:

Extracción continua líquido-líquido.

Absorción en torre empacada.

Destilación continua.

Destilación intermediente.

Frecuencia de respuesta en control proporcional.

Frecuencia de respuesta en control P.I.

Frecuencia de respuesta en control P.I.D.

Reacciones orgánicas en operación intermitente.

Reacciones inorgánicas en operación continua.

Otros.

BIBLIOGRAFIA:

NOTA: Bibliografía de consulta de los cursos:

Diseño de Reactores.

Instrumentación y Control.

Transferencia de Masa.

B I B L I O G R A F I A

**ING. EXPERIMENTAL I**

- LIPTAK. APPLIED INSTRUMENTATION. GULF. PUB. CO.
- JONES. INSTRUMENT TECNOLOGY. BUTTERWORTH GROUP.
- MILLER. THE INSTRUMENT MANUAL. UNITED PRESS TRADE.

**ING. EXPERIMENTAL II**

- TREYBAL R. MASS TRANSFER OPERATIONS. MCGRAW-HILL.
- HIMMELBLAU D. CALCULOS Y PRINCIPIOS BASICOS EN INGENIERIA QUIMICA, C.E.C.S.A.
- KING. SEPARATION PROCESSES. MCGRAW-HILL.

**ING. EXPERIMENTAL III**

- ELONKA M. OPERACION DE PLANTAS INDUSTRIALES. MCGRAW-HILL.
- FOUST. PRINCIPIES OF UNIT OPERATION. JOHN WILEY & SONS.
- BROWN. UNIT OPERATIONS. JOHN WILEY & SONS.

**ING. EXPERIMENTAL IV**

- KERN. PROCESS HEAT TRANSFER. MCGRAW-HILL.
- WELTY. ENGINEERING HEAT TRANSFER. JOHN WILEY & SONS.

**ING. EXPERIMENTAL V**

- TREYBAL R. MASS TRANSFER OPERATIONS. MCGRAW-HILL.
- KING. SEPARATION PROCESSES. MCGRAW-HILL.
- FOUST. PRINCIPLES OF UNIT OPERATIONS. JOHN WILEY & SONS.

**ING. EXPERIMENTAL VI**

- TREYBAL R. MASS TRASFER OPERATIONS. MCGRAW LL.
- LEVENSPIEL O. CHEMICAL REACTION ENGINEERING. JOHN WILEY & SONS.
- LIPTAK. APPLIED INSTRUMENTATION. GULF. PUB. CO.

## **C A P I T U L O   S E X T O**

**MODELO DE CONVALIDACION DEL PLAN DE ESTUDIOS  
APLICADO A LA FES-CUANTITLAN.**

### 6.1 MODELO DE CONVALIDACION DEL PLAN DE ESTUDIOS APLICADO A LA FES-CUAUTITLAN.

Un modelo de convalidación en primer lugar debe ser funcional, esto es, - debe permitir a los estudiantes en tránsito, adaptarse al plan propuesto sin su- frir grandes retrasos en la terminación total de su carrera.

Esto solo puede lograrse, si además de una comparación tema por tema de - las asignaturas vigentes y las propuestas, se hace una ponderación de la utili- dad relativa de los temas y su equivalencia en el ejercicio profesional.

Sin embargo, a pesar de haber tomado estas previsiones, es indudable que- no puede ser recomendable, abordar el plan de estudios propuesto, más alla del- quinto semestre, si no es a riesgo de observar grandes desajustes y por lo tan- to, ampliar notablemente el tiempo de terminación de la carrera.

Es conveniente tener una equivalencia completa y bilateral de plan a --- plan, para cubrir y definir cualquier caso, pero en forma colectiva e institu- cional, es necesario limitar y precisar los niveles a los cuales se deberá apli- car obligatoriamente un nuevo plan de estudios y cuando se permitirá el cambio- en una forma opcional. No se debe de perder de vista además, la gran irregulari- dad que se observa en la actualidad y que hace aún mas difícil la organización- y lógica del cambio.

En el siguiente cuadro se muestra las equivalencias funcionales que las - asignaturas del plan propuesto tendrán en su antecedente inmediato: el plan vi- gente.

EQUIVALENCIAS

PLAN PROPUESTO

PLAN ACTUAL

Primer Semestre

Química General  
Algebra Lineal  
Estadística  
Introd. a la Ing. Química  
Cálculo Dif. e Integral I

Fisicoquímica I y Análisis I  
Matemáticas II  
Física I  
-----  
Cálculo Dif. e Integral

Segundo Semestre

Programación y Computación  
Dinámica  
Cálculo Dif. e Integral II  
Termodinámica General  
Estructura Orgánica

Optativa  
Física II  
Cálculo Dif. e Integral  
Fisicoquímica II y IV  
Química Orgánica I y II

Tercer Semestre

Ecuaciones Diferenciales  
Termodinámica Aplicada  
Balance de Mat. y Energía  
Electromagnetismo  
Reacciones Orgánicas

Ecuaciones Diferenciales  
Termodinámica Química  
Ingeniería Química I y II  
Física III y IV  
Química Orgánica III

Cuarto Semestre

Probabilidad  
Fenómenos de Transporte  
Tecnología de Materiales  
Análisis Químico  
Métodos Numéricos  
Ingeniería Experimental I

Estadística I  
Optativa  
Optativa  
Análisis II y III  
-----  
LEM-I (Lab. de FQ. IV).

PLAN PROPUESTO

PLAN ACTUAL

Quinto semestre

Transferencia de momentum.  
Ingeniería mecánica.  
Ingeniería eléctrica.  
Tec. de los Proc. industriales.  
Estadística.  
Ingeniería experimental II.

Ingeniería química III.  
Ingeniería mecánica I.  
Ingeniería eléctrica I y II.  
Química orgánica V.  
Estadística II.  
LEM II (Lab. de T.Q.)

Sexto semestre

Transferencia de calor.  
Diseño mecánico.  
Equilibrio de fases.  
Legislación y seguridad.  
Instrumentación y control.  
Ingeniería experimental III.

Ingeniería química IV.  
Diseño de equipo.  
Fisicoquímica III.  
-----  
Optativa.  
LEM III (Lab. de FQ. V).

Séptimo semestre

Procesos de separación I.  
Cinética química.  
Ingeniería económica.  
Ingeniería ambiental.  
Organización para la prod.  
Ingeniería experimental IV.

Ingeniería química V.  
Fisicoquímica VII.  
Economía industrial I y II.  
Optativa.  
-----  
LEM IV (Lab. de FQ. VI)

Octavo semestre

Diseño de reactores.  
Procesos de separación II.  
Tecnología de servicios.  
Control de la Producción.  
Ingeniería experimental V.  
Paquete terminal.

Ingeniería química VII y VIII.  
Ingeniería química VI.  
Tecnología de servicios.  
-----  
LEM V (Lab. de FQ. VII y IQ. V).

Noveno semestre

Ingeniería de proyectos.  
Ingeniería de procesos.  
Simulación de procesos.  
Ingeniería experimental VI.  
Paquete terminal

-----  
Ingeniería de procesos.  
Optativa.  
LEM VI (Lab. de IQ. VI).

PLAN PROPUESTO

PLAN ACUTAL

Paquete terminal.

LEM: Laboratorio experimental multidisciplinario.

Conforme a la tabla de equivalencias anterior, se propone que al momento de un cambio, solamente los alumnos que cursan del 1ro. al 4to. semestre pasen obligatoriamente al nuevo plan de estudios, con lo que adeudarían

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| Introducción a la Ingeniería Química | 6         |
| Programación y Computación           | 8         |
| Fenómeno de Transporte               | 12        |
| Métodos Numéricos                    | 8         |
| Reacciones Orgánicas                 | <u>10</u> |
| y tendrían a su favor:               | 44        |
| Equilibrio de fases                  | 8         |
| Ingeniería Experimental II           | <u>4</u>  |
|                                      | 12        |

Lo cual produce un desajuste de 32 créditos que representan un retraso - del 66% de un semestre.

Cualquier intento de implantación a niveles mas tardíos en el plan actual, correspondería a una pérdida mayor y a un desajuste difícil de superar.

**CAPITULO SEPTIMO**

## 7.1 CONCLUSIONES

La elaboración del proyecto del plan de estudios de la carrera de Ingeniero Químico, se realizó con la finalidad de obtener un avance en la preparación de dichos ingenieros químicos, de tal manera que al terminar la carrera puedan ocupar puestos más elevados acordes a la profesión en el ámbito industrial; para ayudar a la creación de la tecnología necesaria y así poder producir los diferentes productos que el país requiere, los cuales actualmente son traídos del exterior. La dependencia tecnológica ha impedido que el ingeniero químico pueda hacer uso completo de sus conocimientos dentro de la industria. Desde el punto de vista del desarrollo de ésta, en el país se deben formar profesionistas capaces de desarrollar ingeniería básica que garantice la independencia tecnológica, así como los cuadros necesarios para realizar la ingeniería química de detalle de los nuevos proyectos que se esperan promover.

Es por ello, que el Gobierno, debe apoyar la buena preparación educativa de todos los profesionistas. en este caso de los ingenieros químicos, y evitar que con sus medidas proteccionistas, impida una competencia del producto químico nacional a escala internacional.

El beneficio social mayor que pueda acarrear la Ingeniería Química es el desarrollo económico.

Se puede decir que la Ingeniería Química mexicana se enfrenta a un dilema: hace 40 años pudo haber proyectado la tecnología para el crecimiento y desarrollo que tuvo la ingeniería química y no lo hizo. Una de las condiciones para desarrollar una industria fue precisamente la protección del estado que creó industrias de escala reducida, con altos costos de operación y, por consiguiente, poco margen para realizar investigación y crear tecnología. Actualmente el Estado ha formulado una política explícita de independencia tecnológica, pero, en cambio, la industria química y de procesos ha dejado su fase expansiva y es bá-

sicamente conservadora. Para que se desarrollen la investigación y la innovación tecnológica las industrias han de expandirse hacia el mercado internacional. Pero la dependencia tecnológica de México se traduce, con mucho, en nuestra falta de experiencia en mercadotecnia internacional y en nuestra falta de control sobre los factores que condicionen el crecimiento industrial. Hasta que el país logre el control sobre la demanda de sus productos y sea capaz de crearla, podrá dejar de utilizar técnicas extranjeras para satisfacer las necesidades nacionales. Entonces, tal vez sería posible una industria propia e independiente en donde el ingeniero químico podría comenzar a ejercer plenamente su profesión, y los administradores y vendedores las suyas.

Desde sus inicios nuestra carrera ha cobrado fuerza, la que tenga en México co dependerá en gran parte de lo que los ingenieros químicos hagamos de ella.

Por otro lado, se puede decir, que, este nuevo modelo de plan de estudios está adaptado a las condiciones que prevalecen en la FES-C, es decir, a la infraestructura del lugar donde se encuentra situada la FES-C; los recursos de la FES-C y sobre todo que se encuentra enclavada donde existe la mayor densidad de industrias (Cuautitlán, Tultitlán, Tlalnepantla, Naucalpan, etc.).

Todos estos factores contaron de forma importante para la elaboración del plan de estudios, dado que son los factores con los que se desarrollan y donde se desarrollan las actividades de los profesionistas.

También hay que mencionar que este plan de estudios propuesto, dará buenos resultados en la medida que cuente con las condiciones adecuadas para el desarrollo del mismo, y estas condiciones serían:

- a) Que se cuente con profesores bien preparados en las diferentes asignaturas que se imparten en la carrera.
- b) Que los profesores utilicen como herramienta de cálculo, la computación, esto para aumentar el nivel de los cursos en todas las asignaturas.

- c) Que se cuente con el suficiente material y equipo en el centro de cómputo y en todos los laboratorios.
- d) Que desde los primeros semestres se enseñe al alumno a manejar las calculadoras programables (en resolución de problemas de las asignaturas).
- e) Que exista un buen programa de asesoría, sobre todo en las materias básicas (matemáticas, fisicoquímica, física y química); dichas asesorías las pueden realizar los alumnos de los semestres más adelantados (7°, 8° y 9°), como desarrollo del servicio social.
- f) Que se realice un buen programa de visitas y prácticas industriales para que el alumno tenga mayor contacto con la industria y observe problemas reales.
- g) Que se impartan cursos (en época de vacaciones) extras, que ayuden al alumno a conseguir un buen nivel académico, y que haya conferencias (audiovisuales), que proporcionen al estudiante los adelantos científicos y tecnológicos que va teniendo la ingeniería química.

Otro factor que se considera muy importante en la cuestión aprendizaje es la deficiente preparación que el alumno trae al llegar a la Universidad, en verdad que muy pocos alumnos llegan bien preparados; sin que el porcentaje sea exacto se cree que un 3% del alumnado que llega a la Universidad está bien preparado; esto es preocupante, dado que en lo que el estudiante se actualiza, con los conceptos que debería traer del bachillerato, los cursos avanzan, y muchos alumnos no alcanzan a ponerse al corriente y de allí que haya una gran deserción en los primeros semestres de la carrera, y con los alumnos que se quedan no se puede elevar mucho el nivel de los cursos, puesto que no están capacitados para ello. --- Además del bachillerato se trae un vicio muy arraigado que es: estudiar muy poco para acreditar una materia, y eso a nivel superior afecta mucho, porque aquí hay que ser constantes en el estudio (tareas, reportes, lectura, etc.) de lo contrario

poco se podrá hacer por superar el nivel académico, si no se trae una buena preparación del bachillerato y si no se tiene hábito de estudio.

El plan de estudios debe ser actualizado conforme lo requiera el avance -- tecnológico y las necesidades técnico-económicas del país; es decir revisarse en períodos cortos (5 años) para poder tener un nivel académico adecuado a la época en cuestión.

**BIBLIOGRAFIA**

- 1) Anaya Durand Alejandro  
Estudios del Pronóstico de la Demanda de Ingenieros Químicos para la Ingeniería de Proyecto en México.
- 2) Barajas A. y Loce a.  
La Enseñanza de la Ingeniería Química en la UIA  
UIA, 1980 (Tesis)
- 3) Bazbaz Isacc y Otros  
Contribución al Análisis Profesional del Ingeniero Químico y de la Planeación de su Educación.  
Facultad de Química, U.N.A.M., 1970 (Tesis)
- 4) Bucay F.B.  
La Educación del Ingeniero Químico en México  
Revista INIQ, Mayo 1982
- 5) Consejo de Carrera de ENEP-C  
Documento de Revisión del Plan de Estudios del Ingeniero Químico.  
ENEP-C, U.N.A.M., 1975.
- 6) Consejo de Carrera de la Facultad de Química.  
Documento de Revisión del Plan de Estudios del Ingeniero Químico.  
Facultad de Química, U.N.A.M. 1983
- 7) Consejo de Carrera de la FES-C (U.N.A.M.)  
Documento de Revisión del Plan de Estudios del Ingeniero Químico  
Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán, 1982
- 8) Esparza Muñoz J.L  
Filosofía y Aspectos Socioeconómicos del Ingeniero Químico  
Facultad de Química, U.N.A.M., 1972 (Tesis)

- 9) Galán J.L. y Otros.  
Requerimientos Mínimos que debe cubrir un Ingeniero Químico en la Industria.  
Facultad de Química U.N.A.M., 1978 (Tesis).
- 10) Galdeano B. Carlos.  
Investigación y Comparación de los planes de Estudio de las Universidades y-  
Tecnológicas que imparten la carrera de Ingeniería Química en México.  
Facultad de Química U.N.A.M., (Tesis). 1982.
- 11) Garduño T. Pedro.  
El Ingeniero Químico ante los Problemas Sociales.  
Revista IMIQ, Julio 1975.
- 12) Hentschel C. Oskar.  
La formación Profesional de los Ingenieros Químicos.  
Congreso IMIQ, Mayo 1982.
- 13) López Garachana H.  
Currículum en Ingeniería Química. Evolución y Prospectiva en México.  
Congreso IMIQ, Mayo 1983.
- 14) Molina Velez R. S.  
El Ingeniero Químico Humanista.  
Facultad de Química U.N.A.M., 1976 (Tesis).
- 15) Oria J. L. y Rojo de R. E.  
Los Ingenieros Químicos, su campo de Acción, su Vocación, sus Deberes y su -  
Preparación Profesional.  
Revista IMIQ, Febrero 1972.
- 16) Primo Stivalet R.  
La Enseñanza de la Ingeniería Química en el Mundo.  
Revista IMIQ, Diciembre 1974.
- 17) Rosenblueth Ingrid.  
Dependencia Tecnológica e Involución Profesional: la Industria y la Ingenie-  
ría Química en México.  
Universidad Autónoma Metropolitana, 1980.
- 18) Urbina del Razo A.  
El Desarrollo de la Ingeniería Química en México.  
Revista IMIQ, Julio 1975.
- 19) Valiente Barderas A.  
Investigación Socioeconómica de los Ingenieros Químicos. U.N.A.M., 1981(Tesis).  
Facultad de Química.