

# UNIVERSIDAD VERACRUZANA



**INGENIERIA QUIMICA**  
**PLAN DE ESTUDIOS 2010**

<b>Datos Generales</b>	
Institución que lo propone:	Universidad Veracruzana.
Institución que otorga el Título	Universidad Veracruzana.
Entidad Académica	Facultad de Ciencias Químicas Facultad de Ingeniería Facultad de Ingeniería Química
Modalidad	Escolarizado
Documento que se otorga	Ingeniero Químico Ingeniera Química
Total de créditos	350

## INDICE

I Fundamentación	4
II Grado y título a otorgar	16
III Campo profesional para egresados y opciones de ocupación	16
IV Perfil y requisitos mínimos para aspirantes a la carrera y para alumnos de primer ingreso	21
V Total de los créditos que importa la carrera	21
VI Organización de las experiencias educativas	21
VII Mapa curricular	22
VIII Orientación general del proceso enseñanza-aprendizaje	25
IX Programas de estudio	26
X Perfil del egresado	55
XI Procedimientos y métodos de evaluación	55
XII Formas de acreditación del servicio social	55
XIII Requisitos y modalidades para la obtención del grado	57
XIV Estudio presupuestario y laboral	57
XV Perfil del docente	57
XVI Líneas de generación y aplicación del conocimiento	58

# I. Fundamentación

## MISIÓN

Este programa académico tiene como compromiso; a través de las funciones de docencia, investigación, difusión de la cultura y extensión de los servicios universitarios, formar profesionistas con conocimientos, habilidades y actitudes con un alto valor social, que les permita desempeñarse en un plano competitivo dentro de un marco global, con competencias inherentes al desarrollo de procesos en las diferentes áreas de la ingeniería química, vinculados con los sectores productivo, social y de servicios con el propósito de influir en la solución de sus problemas y plantear alternativas que propicien el desarrollo sustentable.

## VISIÓN

El programa de ingeniería química de la Universidad Veracruzana cuenta con reconocimiento y acreditación en la formación de profesionistas íntegros, confiables y competitivos, a nivel licenciatura y postgrado con alto sentido de responsabilidad, colaboración y pertenencia, apoyados en un sistema tutorial que promueve el éxito académico del estudiante establecido en el Modelo Educativo Integral y Flexible. Cuenta con una infraestructura y equipamiento acorde a los requerimientos actuales. Personal académico con experiencia y perfil deseable, que incorpora su potencial académico y competitividad en la generación, aplicación y distribución de saberes: teóricos-prácticos y humanísticos, que propicie el desarrollo de actividades de investigación y vinculación con los sectores social, productivo y de servicios

## OBJETIVOS

### Objetivo General

Formar profesionistas de manera integral, competentes en las áreas de la Ingeniería Química, orientados hacia el aprendizaje permanente, con calidad humana y socialmente comprometidas, capaces de participar con nuevos e innovadores procesos de transformación, en la solución de problemáticas de necesidades sociales relacionadas con su competencia.

### Objetivos Particulares

- Intelectual:  
Promover el desarrollo del pensamiento lógico, analítico, crítico y creativo con una actitud de aprendizaje permanente, para crear un acervo cultural que le permitan al estudiante la generación y adquisición de saberes relativos a la Ingeniería Química para la solución de problemas en su ámbito.

- **Humano:**  
Propiciar la formación de actitudes positivas y la apropiación de valores de responsabilidad, colaboración, pertenencia, integridad y confiabilidad que le faciliten su crecimiento personal en las dimensiones emocionales, espirituales y corporales.
- **Social:**  
Contribuir al fortalecimiento de los valores y las actitudes que le permitan al estudiante relacionarse, convivir con otros y trabajar en equipo; sensibilizándolo hacia el desarrollo equilibrado y la responsabilidad social, el reconocimiento y el respeto a la diversidad cultural.
- **Profesional:**  
Proporcionar al estudiante las experiencias de aprendizaje que le permitan el desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes que sustenten el saber hacer de la profesión relacionados con la Ingeniería Química tales como las ciencias básicas y matemáticas, ciencias de la ingeniería, ingeniería aplicada, ciencias sociales y humanísticas, análisis y solución de problemas, creatividad y liderazgo que requerirá para su inserción en condiciones favorables en su campo profesional en los ámbitos de la innovación y el desarrollo de productos y servicios.

Los procesos de globalización del comercio y de los conocimientos científicos y tecnológicos y la cosmopolitización de los procesos culturales, plantean la necesidad de revisar la concepción, estructura y funcionamiento actual de la educación superior, en México. Por otro lado, es bien sabido también que la globalización de la economía, la competitividad de los bienes y servicios en costo, precio, calidad y presentación es muy dinámica.

En este contexto, México gradualmente ha evolucionado su papel tradicional de exportador de materias primas (principalmente petróleo) a exportador de manufacturas. Es por ello que, el país requiere de profesionales de la Ingeniería preparados para modificar y actualizar sus capacidades instaladas, desarrollar nuevos procesos y tecnologías, para participar con éxito en el mercado internacional, incluyendo al doméstico, con un mayor nivel de valor agregado en sus productos. Más aún cuando la industria química ocupa el segundo lugar de producción entre las industrias de transformación, antecedida por la alimentaria, seguida de la industria metálica básica y textil, en las cuales la tecnología de procesos químicos es fundamental.

Adicionalmente, la industria química nacional es una de las más dinámicas de la economía. Entre 1970 y 2010 su crecimiento anual promedio fue estimado en aproximadamente el 8%; a pesar de las crisis por las que el país ha pasado,. La proyección para la década 2000-2010 estima un crecimiento sostenido, principalmente debido al apoyo de la industria petroquímica, actividad estratégica

y prioritaria para el desarrollo del país, dado su efecto multiplicador de la economía.

Lo anterior implica una demanda creciente de Ingenieros Químicos suficientemente preparados para responder a las condiciones cambiantes de la industria química del país. Por lo tanto, es un imperativo para las universidades asumir con determinación esta responsabilidad, preparando a los futuros profesionales de la ingeniería química en las áreas de mayor oportunidad de empleo para el desarrollo del país.

Ante este panorama, se justifican los esfuerzos requeridos para efectuar las reformas académicas a la estructura académica del plan de estudios del programa educativo de Ingeniería Química de la Universidad Veracruzana. Estas reformas son necesarias, pues se ha reconocido que los factores técnicos, humanos, sociales y políticos son vitales para el diseño y operación de la industria de los procesos químicos y para enfrentar con éxito los retos tecnológicos y socioeconómicos del presente y del futuro de México.

## **ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES SOCIALES**

El presente apartado tiene como propósito presentar las necesidades sociales en el contexto internacional, nacional y regional, esto es con la finalidad de contar con elementos necesarios para posteriormente tener una visión más clara sobre las tendencias y las estrategias de desarrollo en las instituciones de educación superior que se encuentran en proceso de transformación, lo anterior para fundamentar la profesión del Ingeniero Químico y su pertinencia social.

Cuando se habla de necesidad, se refiere a la falta de cosas que son necesarias para la constancia de la vida, pero también hay autores que señalan, que se refiere a una situación a la que es imposible sustraerse y a la acción infalible de las causas. Lo necesario para sustentar la vida no es lo superfluo, ni lo contingente, tampoco aquello que voluntaria o espontáneamente podemos querer o desear, por lo contrario, es algo a lo que nos es imposible sustraernos. Bajo estos conceptos el presente análisis de indicadores relativos a la alimentación, vivienda, vestido, servicios, salud, educación, transporte, comunicaciones, empleo, energía, entre otros dan un marco referencial importante para identificar las necesidades donde interviene el Ingeniero Químico.

Para que una necesidad humana pueda ser considerada como social, deberá ser compartida por un conjunto de personas claramente definidas, cada sociedad considera como lógica la atención de aquellas necesidades sociales que han sido legitimadas en su seno, por ello se considera que las necesidades fundamentales de la sociedad son: vivienda, alimentación, educación, empleo, servicios básicos (agua, drenaje, control de desechos, energía), comunicaciones y salud entre otras.

El conjunto de esas necesidades sociales del ser humano es lo que se denomina bienestar, en consecuencia, para poder establecer que un individuo, familia o comunidad, disfrute del bienestar, requiere de la presencia equilibrada de esos elementos, por ello cuando no son satisfechas se constituyen en una problemática social.

Considerando lo anterior, la Ingeniería Química se ve como una profesión que tiene la capacidad de satisfacer indirectamente la mayor parte de las necesidades del ser humano, desde las básicas hasta las relacionadas con el esparcimiento y el cuidado del medio ambiente.

## **MARCO DE NECESIDADES EN EL AMBITO INTERNACIONAL Y NACIONAL.**

### **Salud**

Este indicador de gran relevancia se refleja en la información proporcionada por estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas, en las cuales en un comparativo con diversas naciones del mundo se observa que la expectativa de vida en México es de 70.4 años en Hombres y del 76.4 años en Mujeres, colocándonos en el treceavo lugar en expectativa de vida de los 25 países seleccionados. Otro indicador importante es la tasa de mortalidad infantil la cual obviamente puede ser debido a diversos factores pero que a nivel mundial México se encuentra en el lugar 110 de 205 países con una mortandad de 28 infantes /año (niños menores a un año).

Por lo tanto, de acuerdo con el indicador salud, se observa que el promedio de vida del hombre ha aumentado en comparación con años anteriores. Esto debido en gran parte al desarrollo de la investigación en la medicina y nuevos procesos para la elaboración de medicamentos. Por lo que los nuevos escenarios mundiales demandan en el futuro la creación de bioprocesos de plantas en las que se exploten tecnologías derivadas de los avances de la ingeniería genética como: modificación del DNA de células para la producción masiva de sustancias como la insulina, alfa-interferona, hormona del crecimiento humano, polímero biodegradable polihidroxibutilato con modificaciones genéticas de células e-coli entre otros.

## **Vivienda**

Dentro de las necesidades básicas se encuentra la vivienda, el número de personas promedio por habitación es muy variado en cada país, destacándose por ejemplo que en 1997 Canadá presentó el promedio más bajo de personas por habitación, mientras que Costa Rica en el mismo período mantuvo un promedio de 0.9; en 1998 se observó en Brasil un promedio de 0.7 en tanto que Azerbajan presentó un promedio del 2.1, mientras que en México en el área urbana el promedio es de 1.4 no estando disponible el dato para el área rural, situación que nos coloca en el lugar cuarenta y ocho de un total de 68 países analizados.

La ingeniería enfrenta el reto del desarrollo de nuevos materiales y sustancias con propiedades y usos específicos no contaminantes, reciclables (materiales poliméricos) y a menor costo para que la vivienda sea accesible a la totalidad de la población.

## **Alimentación**

Esta necesidad fundamental de acuerdo con indicadores internacionales nos da la pauta sobre la problemática existente en este nivel. La información obtenida que relaciona tres indicadores que son básicos: densidad de población, producción de carne y de productos agrícolas. La densidad de población de un país a otro es muy variable por ejemplo Canadá que tiene 3 habitantes por Km<sup>2</sup>, Estados Unidos tiene una densidad de población de 28 y México de 48 habitantes por Km<sup>2</sup> lo que crea una problemática muy variada para cada país. La producción a nivel internacional de productos cárnicos en el año 2001 fue muy variada ya que en Estados Unidos se observó una producción de 11,980 (miles de toneladas) mientras que Irán solamente produjo 231 (miles de toneladas). La producción de productos agrícolas a nivel internacional en el año 2001 donde la menor producción se presenta en la Federación Rusa con 67.9 (Kg. per cápita) y la mayor proporción la presenta China con una producción de 160 (Kg. per cápita).

Al comparar la producción de cárnicos y productos agropecuarios que son de gran importancia y como estos presentan ligeros incrementos a lo largo de los años investigados, sin embargo, aún es insuficiente para atender la demanda poblacional debido a diversas situaciones que se reflejarán en el resto de los indicadores, y que muchas veces obedecen más a situaciones de poder, políticas y mala distribución de la riqueza en muchos países.

En este contexto la importancia de la Ingeniería Química en atención a esta necesidad social se encamina al proceso y la conservación de productos y derivados: cárnicos, pesqueros, agrícolas y aquellos que aceleren o refuercen la producción y transformación de los mismos.

## **Servicios Básicos (Agua potable, alcantarillado y energía eléctrica)**

Otro de los indicadores que da referentes del entorno social internacional es el de los servicios básicos, mismos que son: agua potable, drenaje y energía eléctrica para el bienestar y calidad de vida necesaria para el ser humano, su vivienda y su entorno.

El aprovechamiento del agua potable a nivel internacional es muy variado en los diferentes países como Afganistán con un porcentaje de población estimada del 13 % con acceso a este bien mientras que países como Canadá, Australia, Austria, Mónaco, Noruega, Suecia, Suiza, Inglaterra, Estados Unidos y Singapur tienen un aprovechamiento del 100%; En cuanto al servicio de drenaje se observa que en Ruanda el porcentaje de población con acceso este servicio es solo del 8% en tanto que países como Canadá, Australia, Austria, Mónaco , Suecia, Suiza, Inglaterra, Estados Unidos y Singapur tienen el 100%.

Por lo tanto decir que la problemática del agua y sus consecuencias al medio ambiente y por consiguiente al desarrollo del ser humano son muy pesimistas; ya que del 100 % de agua existente en la tierra, sólo el 3% es agua dulce, misma que solo se encuentra en regiones muy pequeñas y no al alcance de todos, y si se le adicionan los efectos de contaminación por diversas fuentes, los cambios o modificaciones a los ciclos naturales y a la modificación de las cuencas hidrológicas nos da la panorámica que vemos reflejada en la información anteriormente mostrada.

La función del ingeniero Químico en este punto es fundamental en la propuesta de procesos no convencionales que permitan conservar la calidad del agua dulce existente y aquellos que contribuyan con otras disciplinas para la prevención de la contaminación.

La necesidad de generación de energía eléctrica en todo el orbe va en aumento cada día, en este indicador la función del Ingeniero Químico en atención a esta necesidad social es la siguiente: Utilización de nuevas materias primas, procesos y bioprocesos del futuro.

## **Educación**

En cuanto a la educación, patrimonio necesario de la Humanidad para su invaluable desarrollo a nivel internacional existen datos relevantes y se encontró que el país que ocupa el mayor índice de analfabetismo en adultos hombres y mujeres es la India (31.6 y 54.6 respectivamente) mientras que en la República de Corea se observa el menor índice de analfabetismo (0.9 y 3.6 respectivamente).

La educación es una necesidad social prioritaria para mejorar los índices de alfabetización para mejorar la calidad de vida del ser humano.

En este sentido la Ingeniería Química incursiona directamente en el diseño, creación e innovación de nuevas tecnologías para la transformación de materias primas que se requieren en el área de la educación.

## **Transporte y Comunicaciones**

El desarrollo de nuevos materiales requeridos para la industria de servicios de comunicación actualmente cubre esta necesidad social cuyo efecto es más evidente en países en desarrollo. Datos estadísticos señalan los indicadores encontrados a nivel internacional. Donde se observa que los Estados Unidos de América presentan un alto índice de la producción telefónica con el 62.6 % en tanto que en Canadá presenta solamente un 5.5 %; de la misma manera la industria automotriz presenta en los Estados Unidos el mayor desarrollo con 75 % y Canadá tan solo el 4.19 %.

Se observa un panorama acorde a la población de diversos países en el campo de las comunicaciones telefónicas y los transportes o vehículos automotores. Este panorama aunado al consumo de energéticos nos da la pauta de la labor que el Ingeniero Químico debe realizar bajo este esquema.

## **Energía**

Este indicador está relacionado con el trabajo que el Ingeniero Químico desempeña presentando una panorámica internacional de desarrollo en materia de energéticos en el marco internacional, siendo los países con mayores reservas probadas de petróleo crudo Arabia Saudita con 259,259, millones de barriles y el país con menores reservas probadas es Argelia con 9,200 millones de barriles. El volumen de producción de gas natural es la Federación Rusa con una producción de 66,823 millones de pies cúbicos y el menor productor es Australia 3,149 millones de pies cúbicos siendo en un futuro que los ingenieros químicos generen nuevas tecnologías requeridas para cubrir esta necesidad social de gran importancia para el bienestar del ser humano.

La función del Ingeniero Químico en la atención de esta necesidad social se debe enfocar a la búsqueda de nuevas alternativas de fuentes de energía.

## **NECESIDADES SOCIALES REGIONALES.**

A pesar de que la situación geográfica del estado de Veracruz lo coloca en muy diversas regiones en los diferentes entornos, las necesidades de estas regiones son muy semejantes y se pueden mencionar algunas de las más importantes. Las actividades de los municipios que forman las cinco regiones son: ganadería, pesca, agricultura, comercio, industria petrolera, metalúrgica, de alimentos y de energía eléctrica, entre otras.

Las regiones ocupan un lugar privilegiado en cuanto a recursos naturales, lo cual le otorga un lugar preponderante dentro de la economía nacional por sus logros en el terreno de las producciones agrícola, pecuaria, pesquera, petrolera, metalúrgica y agroindustrial son bien conocidos.

Entre los principales factores que inhiben el desarrollo productivo del sector agrícola, se pueden mencionar: descapitalización gradual, falta de oportunidad de los financiamientos, deficiencia de tecnología y asistencia técnica, por la desvinculación entre productores y técnicos; una limitada cultura y visión empresarial y una infraestructura de abasto y comercialización también insuficiente.

La actividad ganadera es en general ineficiente, no integral y extensiva. En los procesos productivos se desaprovechan los subproductos del ganado y carecen de un control de la calidad a través de los últimos adelantos biotecnológicos.

En cuanto a la agroindustria, aún no alcanza su desarrollo potencial y se concentran en dos ramas: azucarera y citrícola. Es necesario articular campo e industria para superar los obstáculos que existen entre ellos.

En relación con la actividad pesquera, existen signos de deterioro debido a la obsolescencia del equipo, la falta de criterios científicos y técnicos en la captura y reproducción de especies y la contaminación creciente de los ríos, lagunas y esteros.

En el estado, los hidrocarburos son también un factor de crecimiento económico. El petróleo tiene tres efectos importantes: el crecimiento urbano acelerado, el encarecimiento de la vida a nivel regional y el deterioro ambiental con impacto negativo sobre otras actividades.

La infraestructura como medida de la calidad de vida de un conglomerado urbano se pone de manifiesto por sus servicios (agua, luz, drenaje, entre otros).

Por tal motivo diversas medidas son necesarias, sobre todo en el campo de la educación superior, es imprescindible preparar recursos humanos calificados en Ingeniería Química que se encarguen de la planificación, diseño y operación de nuevos procesos no convencionales para el tratamiento de del agua.

La educación es el factor que agrega mayor valor a la producción de bienes y prestación de servicios, existiendo una relación cada vez más estrecha entre desarrollo social y económico y la producción de conocimientos científicos (básicos y aplicados) y humanísticos.

Resultaría muy difícil imaginar un mundo sin la participación de la Ingeniería Química, debido a que varias de las comodidades que disfruta el hombre hoy son posibles gracias a esta profesión.

De aquí que es necesario la formación integral de recursos humanos con una sólida formación científica, capaces de actuar con imaginación y creatividad en el desarrollo y operación de procesos relacionados con los sectores: petrolero, energético agrícola, ganadero y pesquero, entre otros.

Un aspecto de gran relevancia que debe tenerse presente radica en que las medidas de carácter tecnológico innovador, administrativo y legal que se han venido incrementando en los últimos años, obligan en un futuro a estar preparados con personal formado en el área de la Ingeniería Química. La formación de estos recursos humanos solo es posible con programas de licenciatura que comprendan aspectos humanísticos, intelectuales, sociales y profesionales para así poder afrontar los requerimientos que demanda la sociedad.

Los rasgos genéricos y fundamentales que representan a la sociedad actual: información abundante, tecnología acelerada, mercados globalizados, medio ambiente deteriorado, democracia condicionada, desigualdad social y calidad deficiente de la educación superior, son los retos comunes que México enfrenta.

Como respuesta a tales necesidades, el programa de Ingeniería Química, ha evolucionado con los avances tecnológicos y el descubrimiento de nuevos materiales, la demanda de alimentos por la explosión demográfica actual, uso eficiente de energéticos, la incursión de áreas modernas como: informática, ingeniería genética, ingeniería de control, ingeniería de sistemas y robótica, entre otras, siendo apoyados por sistemas computacionales relativamente accesibles, criterios de calidad nuevos, protección ambiental, reingeniería y administración del riesgo y fiabilidad.

Las técnicas y procedimientos de que se vale la Ingeniería Química para dar respuesta a las necesidades planteadas por la sociedad son: síntesis de procesos en donde se identifican los recursos o materias primas, se procuran los insumos, energéticos y servicios para hacer una transformación con criterios de protección al ambiente (tecnologías limpias) para finalmente ofrecer el producto y/o servicio con las características de calidad, pertinencia y eficiencia que el mercado demande.

Del análisis realizado dentro de todo el contexto Internacional, Nacional y Regional se puede concluir que el trabajo del Ingeniero Químico como un profesionista que atenderá estas necesidades sociales es de gran relevancia, ya que este cubre casi en su totalidad todos los ámbitos y las necesidades que son básicas y aquellas que de una u otra manera son las que proporcionan el bienestar social y la calidad de vida que el ser humano requiere, sin embargo la manera en la que interactúa para la satisfacción de estas se hace de manera indirecta por mencionar los ámbitos en los cuales el Ingeniero Químico incursiona tenemos por ejemplo el desarrollo y la investigación sobre materiales de construcción; polímeros y sustancias que sirven como bases para la producción de diversos productos como el vestido, comunicación, envasado, entre otros.

Es de gran relevancia el impacto que este puede tener en los alimentos con aquellas sustancias o productos que mejoren la producción y muchos aspectos relacionados con los mismos; no podemos omitir la importancia en el campo de los

energéticos y actualmente la relación que este debe tener con el medio ambiente para la conservación de nuestros recursos naturales y el desarrollo que debe darse de manera sustentable y sostenida por parte de la población.

## **ANÁLISIS DE LA DISCIPLINA**

No cabe duda de que la Ingeniería Química ha estado presente, ya desde la época en que los primeros hombres dominaron el uso del fuego para su beneficio. A partir de ese momento, fueron múltiples las ocasiones en que destacados personajes, en sus respectivas épocas, fueron mostrando lo que muchos años después sería la base de la Ingeniería Química. Una Ingeniería que en sus inicios tuvo una elevada componente de mecánica y de química, pero que prontamente supo definir la razón de su existencia, estableciendo sus fundamentos en áreas hasta su fundación (como educación formal) no cubiertas por ninguna otra profesión. Desde sus inicios su campo de acción fue tan amplio, que a poco de nacer como disciplina, se hizo necesario estandarizar los programas académicos para velar por sus contenidos y la calidad de la enseñanza. Fue así como en el año 1925, la AICHE (American Institute of Chemical Engineering fundada en 1908) comienza la acreditación de los programas de Ingeniería Química en los Estados Unidos. Este programa de acreditación de los programas de Ingeniería Química fue la base del Programa ABET instituido en el año 1933.

Posteriormente al establecimiento del primer programa formal de educación en Ingeniería Química, continúa el frenético crecimiento y desarrollo de la nueva profesión. Es así como en el año 1892 Pennsylvania comienza con su currículo en Ingeniería Química y Diesel desarrolla su máquina de Combustión Interna. En 1894 Tulane pone en marcha su curriculum en Ingeniería Química, convirtiéndose en la tercera Universidad en dictar la carrera en los Estados Unidos. En 1895 Linde pone el broche de oro del siglo XIX, al presentar a la comunidad científica su proceso para la licuefacción de aire. En el siglo 20 los adelantos y descubrimientos se desarrollan cada vez con mayor relevancia y velocidad lo que hace difícil su análisis.

Al crecer la industria química y salir los primeros egresados se descubrió la futilidad de impartir el conocimiento a través del método descriptivo y se hizo más hincapié en las técnicas del estudio de las Operaciones unitarias. Este concepto, se le debe a Arthur D. Little precisa que se tienen que estudiar las operaciones comunes en muchos procesos, por ejemplo, flujo de fluidos, transferencia de calor, destilación etcétera.

Estas manipulaciones tienen como característica el que los materiales no sufren cambios químicos, aunque sí físicos, como cambios de estado, concentración, presión y temperatura.

Con el tiempo se hizo evidente que en las operaciones unitarias existían principios comunes que sentaban las bases científicas de la ingeniería química. El concepto de los fenómenos de transporte lleva al conocimiento de que hay ciertos fenómenos comunes a muchas operaciones unitarias, como son la transferencia

de momentum, calor y masa. El estudio de estos principios dio origen a un libro que cambió el estudio de la ingeniería química Transport Phenomena de Bird, Lighthfoot y Steward. A ese libro le siguieron muchos otros relacionados con el tema, como los de Welty, Theodor, Rohsenow, Fahien, etc. A partir del estudio de los fenómenos de transporte los textos de ingeniería química cambiaron su orientación haciéndose cada vez más matemáticos, más fundamentales y menos orientados al cálculo y al diseño; esto último también fue propiciado por el uso de las computadoras que permiten a través de los programas efectuar los cálculos necesarios para el diseño de la mayoría de los equipos usados en la industria química y de aún crear los planos requeridos.

En los años ochenta, al énfasis de la ingeniería química se centró sobre el aspecto de la contaminación industrial. En la actualidad la industria química presta mucha atención al control de afluentes que pudieran contaminar los aguas, el aire o la tierra, y la tecnología química es la única capaz de resolver el problema de la contaminación en las grandes urbes, a través de los detergentes biodegradables, fábricas procesadoras de basura, gasolina sin aditivos de plomo, etcétera.

Los procesos industriales de transformación de la materia forman parte del área de competencia del ingeniero de procesos, cuya principal tarea, no es sólo concebir y dimensionar de una manera práctica económica y ecológicamente óptima, procesos y equipos en donde tienen lugar esas transformaciones, sino que además debe hacerlos funcionar respetando esos mismos criterios.

## **La ingeniería química y su enseñanza en México**

La enseñanza de la ingeniería química se inició en nuestro país en 1926, en la Universidad Nacional Autónoma de México por iniciativa de la Escuela Nacional de Ciencias Químicas, hoy Facultad de Química.

La nacionalización de la industria petrolera da paso a una importante etapa de crecimiento industrial en nuestro país, cobrando una relevante importancia la carrera de Ingeniería Química.

Debido al avance tecnológico que se da a escala mundial es necesaria la preparación de los egresados de la carrera de ingeniería química en áreas más especializadas de producción, razón por la cual se justificó la creación de posgrados que cubrieran las necesidades de: investigación, preparación y desarrollo.

## **Proyección de la Ingeniería Química en México.**

Dentro de los aspectos profesionales requeridos en el ingeniero químico para enfrentar los retos venideros de acuerdo con grupos de expertos, exalumnos y colegios profesionales, se consideran los siguientes como más relevantes:

### **Capacidades o habilidades.**

Lo fundamental en la ingeniería es que sea capaz de aplicar conocimientos en la solución de problemas técnicos reales. Se menciona también que sea capaz de: innovar, emprender acciones o proyectos, generar alternativas de solución a problemas, comunicarse con claridad, trabajar en equipo, manejar la incertidumbre en las decisiones, manejar adecuadamente la computadora, integrar conocimientos, dar soluciones prácticas, adaptarse al cambio, discriminar información científica y tecnológica y tomar decisiones en conjunto.

### **Conocimientos.**

Se hace énfasis en que tenga claros los conocimientos básicos y fundamentales de la carrera, así como conocimientos en áreas de oportunidad futura: biotecnología, nanotecnología de materiales, electrónica, ecología e investigación y desarrollo de procesos.

### **Aspectos éticos.**

Sobresale la necesidad de profesionales honestos, responsables, trabajadores y respetuosos; que tengan espíritu de superación, interés en cuidar el medio ambiente, ganas de trabajar con calidad y productividad, interés en el desarrollo de su empresa y su país, así como en trabajar en equipos multidisciplinares. Los mismos alumnos de ingeniería química ratifican de manera implícita algunos de estos aspectos profesionales.

## **Enfoques interdisciplinarios, multidisciplinarios y transdisciplinarios de la Ingeniería Química.**

Lo más importante en cuanto al establecimiento de un perfil del egresado de ingeniería química es su congruencia con los reclamos socio-profesionales actuales y previsibles. Para lo cual debe integrar el conocimiento de otras disciplinas de las Ciencias Básicas, de las Ciencias Biológica-Agropecuaria, de las Ciencias Socioeconómicas, de las Ciencias de la Ingeniería, de las Ciencias Humanísticas, de las Ciencias Artísticas. De la misma forma, la Ingeniería Química ha permitido el desarrollo de estas disciplinas. Por lo anterior, esta transdisciplinariedad fortalece el conocimiento que el Ingeniero Químico requiere.

La ingeniería química, en su aplicación se puede considerar como un arte debido a su esencia de creatividad, innovación y desarrollo de modelos que dan solución a un gran número de problemas que impactan en la sociedad actual y futura.

La Ingeniería Química se puede considerar una ciencia, ya que a partir de modelos físicos o conceptuales y prototipos se desarrollan modelos matemáticos en los que se aplican los fundamentos de la física, química, matemáticas y otras materias. Siendo la base del desarrollo de otras carreras que están cimentados en los principios científicos de la ingeniería química. Quedando plasmada su transversalidad e interdisciplinariedad con otras ramas de las ciencias.

La ingeniería química, es una profesión cuyos estudios están certificados y tienen validez oficial, que prepara a sus egresados para ser capaces de optimizar y adaptar a nuestro medio las nuevas tecnologías, buscar soluciones actuales y futuras para el desarrollo sostenible y preservación del medio ambiente

En años recientes han aparecido publicaciones de especial interés para analizar las tendencias de desarrollo de la profesión en el próximo futuro, donde se plantean no solo las áreas tecnológicas que tendrán un mayor impacto en el entorno social y económico, sino también los retos futuros que tendrá la investigación científica básica, que normalmente se desarrolla a nivel de posgrado, maestría y doctorado en Ingeniería Química. Existe un consenso entre los expertos internacionales en prever que habrá un gran impulso, en campos de acción del ingeniero químico de hoy y del futuro, en las áreas de nuevos materiales, conversión energética y procesamiento de recursos naturales, el control de procesos asistidos por computadora, la biotecnología, el desarrollo de procesos sin desechos junto con la limpieza de los procesos existentes y la ciencia de las superficies. Los retos de la profesión a nivel mundial son tenidos en cuenta por la ingeniería Química nacional, sector productivo y universidades, ya que el carácter mundial del mercado obliga por lo menos a considerar la utilización de las tecnologías avanzadas de producción.

## **II. Grado y título a otorgar**

El alumno al cumplir con los requisitos del Programa Educativo obtendrá el título de **Ingeniero Químico o Ingeniera Química**.

## **III. Campo profesional para egresados y opciones de ocupación**

Las perspectivas que están generando las nuevas tecnologías en la optimización de recursos, de protección al medio ambiente, en bioingeniería e ingeniería en alimentos; así como la producción de materiales especiales utilizados en cibernética y comunicación, se perciben a corto y mediano plazo generando la aparición de mercados decadente, dominante y emergente que demandarán ingenieros químicos que cubran estas plazas. Las nuevas necesidades nos llevaron a evaluar el currículum para identificar la pertinencia, coherencia y la vinculación entre la formación y las necesidades del mundo laboral.

La recopilación de la información acerca del mercado ocupacional se realizó en base a tres instrumentos, uno para empleadores, otro para egresados y uno más para los especialistas. El tipo de estudio es tanto cualitativo como cuantitativo. Y la técnica empleada fue el cuestionario con preguntas cerradas para empleadores y egresados y la entrevista para especialistas a través de preguntas abiertas.

La muestra probabilística estratificada se obtuvo de la siguiente manera en las regiones donde se imparte el programa educativo de ingeniería química; Como resultado, el número de instrumentos aplicados a los egresados fueron: 28 en la región de Poza Rica, 15 en Xalapa, 16 en Orizaba, 14 en Coahuila de Zaragoza y 16 en Veracruz, quedando un total de 89 egresados encuestados. Así mismo resultó un total de 28 cuestionarios aplicados a empleadores siendo en la región de Poza Rica 7, en Xalapa 10, en Veracruz 8, en Orizaba 1 y en Coahuila de Zaragoza 2. En cuanto a especialistas la muestra arrojó 8 encuestados de todas las regiones.

### **Análisis de egresados**

Las áreas de formación en donde se ubican las actividades que desarrollan, corresponden el 38% a la ingeniería aplicada, el 24% a ciencias básicas, el 26% a las ciencias de la ingeniería y 12% en otras. Las respuestas dadas por los encuestados presentan una gran variedad de *actividades* que no son incluidas en las asignaturas que considera el *CACEI*; por lo que, para efectos de porcentajes, se ubicó –por ejemplo– a la seguridad industrial, en el área de las ciencias de la ingeniería.

Las actividades desempeñadas con más frecuencia en relación con el programa académico se engloban en un 6% en el área administrativa, un 26% en seguridad industrial y protección al medio ambiente (es de notarse que tan sólo la seguridad industrial fue referida en un 21%), y un 64% en la especialidad.

En relación con las oportunidades de empleo para los ingenieros químicos en las empresas en donde actualmente están laborando los egresados, refieren un 60% de posibilidades de emplearse y un 20% de dificultad (por ser una empresa pequeña, por reestructuración de la compañía o por problemas económicos locales o nacionales).

Las áreas en donde el ingeniero químico se puede desempeñar profesionalmente, que no han sido incluidas en su preparación académica fueron: Administración con una frecuencia amplia, Ingeniería Petroquímica, Higiene y Seguridad Industrial, Protección al medio ambiente, Conceptos de calidad total. Es de llamar la atención la frecuencia con que señalaron áreas de Administración. Además de una serie de asuntos como: recursos humanos, planeación, software industrial aplicado, atención al cliente y otros similares, que también tienen que ver con la Administración.

Los conocimientos que se requieren afianzar para mejorar el desempeño, en este rubro los egresados demandan lo siguiente: en Administración y temas afines, inglés, Biotecnología, Calidad y Computación. Se mencionan también otros temas

que no se dominan satisfactoriamente, entre otros podemos mencionar: espectroscopia, fisicoquímica, ingeniería térmica, matemáticas y química analítica.

En cuanto a los conocimientos y habilidades para mejorar su desempeño opinaron que las habilidades consideradas son: expresarse correctamente para la conversación, elaboración sintética e interpretación de textos y elaboración, manejo e interpretación de gráficas; conocimientos de laboratorio, medición e ingeniería pesada, con las aptitudes de manipulación de materiales, equipos y reactivos químicos. Y, por último, sobre relaciones humanas opinaron que son necesarias tales como liderazgo, iniciativa, manejo de personal, manejo de conflictos, negociación y sociabilidad.

Los conocimientos, habilidades y actitudes que deberá dominar el ingeniero químico para enfrentar las demandas del mercado ocupacional en el futuro, los egresados opinaron que en cuanto a conocimientos tienen relación directa con los externados para mejorar el desempeño. Los de mayor frecuencia son: computación (programación y simuladores de procesos industriales), administración y calidad, seguridad industrial y protección al medio ambiente, dominio del idioma inglés, mayor vinculación con la industria (visitas, prácticas y convenios con las industrias de la región), mayor conocimiento de las industrias de los energéticos (eléctrica, petroquímica, nuclear).

En cuanto a las habilidades, además de las anteriormente mencionadas podemos agregar: la capacidad de razonamiento, el manejo de software especializado (AutoCad, simuladores de procesos), manejo de herramientas, habilidad para trabajar en equipo y trabajo bajo presión.

Por otra parte, también señalan que las empresas a las cuales prestan sus servicios son en 56.4% privadas, 22.5% Oficiales Federales y 13% Estatales-municipales.

### **Análisis de empleadores**

La situación del mercado ocupacional como resultado de las opiniones de los empleadores arrojó que la profesión de ingeniero químico ocupa un 61% en relación con las demás carreras como son ingeniero mecánico, ingeniero industrial químico y licenciado en sistemas computacionales en administración.

Las empresas particulares representan una gran fuente de trabajo para los ingenieros químicos con un 61 % en relación con las empresas federales, estatales y municipales, por lo que los egresados tienen un campo de trabajo amplio para el desarrollo de cualquier actividad.

En el contexto local la mayoría de los egresados en ingeniería química se encuentran laborando en la disciplina, un 27% en el área administrativa, 33 % directamente relacionado en actividades de producción, otro 27 % en disciplinas del área de ingeniería y un 13 % en puestos de dirección; del total ocupado, el 17% tiene cargo de gerente y 11% de director.

Para la selección de personal, los empleadores toman en cuenta principalmente el currículum del aspirante o el resultado de una entrevista, y para su contratación el grado académico, la experiencia en el área y que estén titulados.

Dependiendo del puesto desempeñado los sueldos de los ingenieros químicos oscilan entre los \$5,000 pesos mensuales como ingeniero auxiliar, hasta \$80,000 pesos mensuales en puestos gerenciales. Aunque también observamos un porcentaje del 27% de ingenieros que han sido despedidos por diversos factores entre los cuales resaltan el presupuesto empresarial, la falta de interés del ingeniero, por no cubrir sus expectativas y en el mismo porcentaje por falta de compromiso con la empresa.

Estos mismos empleadores establecen algunas dificultades que presentan los ingenieros químicos en su desempeño tales como, la falta de comprensión de los procesos por carencia de conocimientos básicos, la falta del dominio del idioma inglés, así como su desempeño y poca habilidad en el manejo del personal.

Los factores considerados por los empleadores para promoción son: el conocimiento del proceso, el desempeño, la disponibilidad, la actitud, la aptitud y la ética profesional.

### **Análisis de especialistas**

Los especialistas han detectado que las necesidades actuales y futuras, nos conducen a modificar y actualizar el currículum de la carrera de ingeniería química en forma y fondo, con el fin de que el egresado sea capaz de cambiar las expectativas antes mencionadas, así como continuar en estudios de posgrado que le permitan ser especialista o investigador en el campo elegido.

Sugieren la inclusión obligatoria del idioma inglés, lenguajes de programación estructurados, diseño y simulación de procesos, conceptos relacionados con la bioquímica y biotecnología. Mencionan la importancia de destacar la formación integral del estudiante que incluya conocimientos teóricos, habilidades y actitudes, enfatizando el carácter liberal de la ciencia, la tecnología y la creatividad en la formación de profesionistas proactivos.

### **Mercado decadente**

En el contexto de la globalización, la apertura de los mercados y la competitividad internacional ha impactado significativamente el desarrollo industrial tanto en su expansión como en su permanencia. Aunado a esto la falta de inversión en la industria nacional, propiciado por los bajos incentivos hacendarios, las políticas sindicales y la incertidumbre económica, han provocado una decadencia en los mercados que imposibilitan empleo a los egresados de la ingeniería química particularmente en las áreas del diseño y fabricación de equipo.

### **Mercado dominante**

Las áreas de formación en donde laboran los ingenieros químicos son la ingeniería aplicada, ciencias básicas y ciencias de la ingeniería, en cuanto a las actividades que con más frecuencia realizan se encuentran en su mayoría

centradas en la disciplina, la seguridad industrial, protección al medio ambiente y las de tipo administrativo. Los puestos que ocupan son como coordinador de proyectos, supervisor, jefaturas, gerencia y directores entre las funciones que realizan destacan la administración disciplinar, control de procesos, aleaciones y vaciado, mantenimiento de equipos, laboratorios, actividades de producción, higiene y seguridad, control ambiental, disciplina del área de la ingeniería y dirección; las empresas en donde prestan sus servicios son tanto privadas y públicas (oficiales-federales) a nivel nacional, estatal y municipal.

### **Mercado emergente**

Las perspectivas que se están generando con las innovaciones tecnológicas, la optimización de los recursos naturales, la protección al medio ambiente, el desarrollo sustentable, la obtención de fuentes de energía alternativas y económicas, la ingeniería genética, la bioingeniería, así como el desarrollo de nuevos materiales utilizados en nanotecnología en informática, en comunicaciones y transportes, nos permiten percibir la aparición de “mercados emergentes” que demandarán ingenieros químicos que se ocuparán en la investigación, diseño y desarrollo de proyectos de las nuevas tendencias tecnológicas en las áreas de producción, aseguramiento de la calidad, seguridad industrial, control ambiental, ventas y administración industrial, también existen indicadores de un futuro promisorio en el reciclaje de materiales en los procesos así como en el reúso del agua.

Entre los conocimientos para mejorar su desempeño se consideran los de administración, inglés, computación, comunicación, de laboratorio, medición e ingeniería pesada, así como las relaciones humanas. Las habilidades a destacar son expresarse correctamente, elaboración sintética e interpretación de textos, elaboración manejo e interpretación de gráficas, manipulación de materiales, equipos y reactivos químicos, liderazgo, iniciativa, manejo de personal, manejo de conflictos, negociación, sociabilidad y las actitudes para mejorar su desempeño serían, superación (actualización permanente), responsabilidad laboral (carácter, compromiso, disposición, asistencia sistemática y puntualidad) y apertura al cambio

En cuantos a los conocimientos que debe dominar el ingeniero químico para el futuro son el sistema de calidad ISO, computación, administración y calidad, la seguridad industrial, protección al medio ambiente, inglés, conocimientos en la industria de los energéticos (eléctrica, petroquímica y nuclear) y conocimientos del proceso. Entre las habilidades que deberá dominar para el futuro se encuentran el manejo de software especializado, programación y simulador de procesos industriales, AutoCad, capacidad de razonamiento, manejo de herramientas, habilidad para trabajar en equipo, trabajar bajo presión, comunicación eficaz, manejo de personal y liderazgo. Y las actitudes que deberá dominar son superación (actualización permanente), responsabilidad laboral, apertura al cambio, desempeño, disponibilidad, ética profesional, puntualidad, compromiso y asistencia sistemática.

#### **IV. Perfil y requisitos mínimos para aspirantes a la carrera y alumnos de primer ingreso**

La Universidad Veracruzana para la formación de profesionales en Ingeniería Química con una sólida preparación, requiere que sus aspirantes posean el siguiente perfil:

- Comprensión y habilidad para el estudio de las ciencias físicas, matemáticas y químicas.
- Capacidad de razonamiento para el entendimiento de las transformaciones fisicoquímicas.
- Aptitud matemática y razonamiento abstracto.
- Capacidad crítica para el análisis, síntesis y toma de decisiones.
- Capacidad para establecer relaciones interpersonales
- Elevado interés por la investigación.
- Alto sentido de responsabilidad y principios éticos humanísticos y profesionales.
- Habilidad para el estudio de técnicas propias de la ingeniería, tales como, estadística, computación, ingeniería económica, comunicación gráfica, etc.
- Habilidad para comprensión y redacción de textos.
- Disposición para trabajar en equipo.
- Comprensión y redacción en el idioma inglés.
- Creatividad, perseverancia, observación.

Los requisitos para los aspirantes y los alumnos de primer ingreso se publican en la convocatoria anual emitida por la Universidad Veracruzana en su portal (<http://www.uv.mx>).

#### **V. Total, de los créditos que importa la carrera**

El total de créditos que contiene el programa educativo de Ingeniería Química es de 350, divididos en 332 del área disciplinaria que se cursan en 48 experiencias educativas mas 18 créditos de elección libre.

#### **VI. Organización de las experiencias educativas**

<b>DESCRIPCION</b>	<b>Créditos</b>
BASICA	118
DISCIPLINARIA	169
TERMINAL	45
ELECCIÓN LIBRE	18

## VII. Mapa curricular



### Plan de Estudios del Programa

### INGENIERIA QUIMICA

#### AREA DE FORMACION BASICA

<i>Experiencias Educativas</i>	<i>T</i>	<i>P</i>	<i>O</i>	<i>CR</i>	<i>Antecedentes</i>
GENERAL					
COMPUTACION BASICA	0	6	0	6	
HABILIDADES DEL PENSAMIENTO CRITICO Y CREATIVO	2	2	0	6	
INGLES I	0	6	0	6	
INGLES II	0	6	0	6	INGLES I
LECTURA Y REDACCION A TRAVES DEL ANALISIS DEL MUNDO CONTEMPORANEO	2	2	0	6	
INICIACION A LA DISCIPLINA					
QUIMICA INORGANICA	2	2	0	6	
TEMAS SELECTOS DE FISICA	2	2	0	6	
TRONCO COMUN INTER INGENIERIAS	0	0	0	76	
<b>Créditos mínimos</b>	<b>8</b>	<b>26</b>	<b>0</b>	<b>118</b>	

#### AREA DE FORMACION DISCIPLINARIA

<i>Experiencias Educativas</i>	<i>T</i>	<i>P</i>	<i>O</i>	<i>CR</i>	<i>Antecedentes</i>
CIENCIA E INGENIERIA DE LOS MATERIALES	2	2	0	6	
CINETICA QUIMICA Y CATALISIS	2	2	0	6	
EQUILIBRIO FISICO Y QUIMICO	4	2	0	10	
FENOMENOS DE SUPERFICIE Y ELECTROQUIMICA	3	2	0	8	
FUNDAMENTOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA	4	2	0	10	
FUNDAMENTOS DE TRANSFERENCIA DE MOMENTUM	2	2	0	6	
INGENIERIA DE PROCESOS	2	2	0	6	
INGENIERIA DE PROYECTOS	2	1	0	5	
INGENIERIA DE REACTORES	2	3	0	7	
INGENIERIA ECONOMICA	0	3	0	3	
LABORATORIO DE FISICOQUIMICA	0	3	0	3	
OPERACIONES DE SEPARACION MECANICA	2	2	0	6	
OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE CALOR	3	3	0	9	
OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE MASA I (EVAPORACION Y CRISTALIZACION)	3	3	0	9	
OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE MASA II (DESTILACION, ABSORCION Y EXTRACCION)	3	3	0	9	
OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE MASA III (HUMIDIFICACION Y SECADO)	3	3	0	9	
QUIMICA ORGANICA Y BIOQUIMICA	4	4	0	12	



Universidad Veracruzana

TERMODINAMICA	3	2	0	8
EXPERIENCIAS EDUCATIVAS COMUNES INTER INGENIERIAS	0	0	0	37
<i>Créditos mínimos</i>	44	44	0	169

#### AREA DE FORMACION TERMINAL

<i>Experiencias Educativas</i>	<i>T</i>	<i>P</i>	<i>O</i>	<i>CR</i>	<i>Antecedentes</i>
DESARROLLO SOSTENIBLE	0	3	0	3	
OPTATIVAS	0	0	0	18	
SERVICIO SOCIAL	0	0	0	12	
EXPERIENCIA RECEPCIONAL	0	0	0	12	
<i>Créditos mínimos</i>	0	3	0	45	

#### AREA DE FORMACION DE ELECCION LIBRE

<i>Experiencias Educativas</i>	<i>T</i>	<i>P</i>	<i>O</i>	<i>CR</i>	<i>Antecedentes</i>
ELECCION LIBRE	0	0	0	18	
<i>Créditos mínimos</i>	0	0	0	18	

Total de Experiencias Educativas

VARIABLE

Total de Horas Teoría (T):

VARIABLE

Total de Horas Laboratorio (P):

VARIABLE

Total de Horas Otro (O):

VARIABLE

Total Mínimo Créditos (CR):

350

Area Académica

AREA TECNICA

Nivel

LICENCIATURA

Sistema

ESCOLARIZADO

Año de Plan

2010

BLOQUE	MAPA CURRICULAR DE LAS EXPERIENCIAS EDUCATIVAS DEL PROGRAMA DE INGENIERIA QUIMICA 2010										CREDITOS
1	COMPUTACION BASICA 0 6 5	HABILIDADES DEL PENSAMIENTO CRITICO Y CREATIVO 2 2 5	INGLES I 0 6 6	TALLER LECTURA Y REDACCION 2 2 6	QUIMICA 3 2 8	FISICA 3 2 8	CALCULO DE UNA VARIABLE 3 2 8	ALGEBRA 3 2 8			56
2	ALGORITMOS COM PUTACIONALES Y PROGRAMACION 2 2 6	DIBUJO PARA INGENIERIA 0 3 3	INGLES II 0 6 6	PROBABILIDAD Y ESTADISTICA 3 2 8	QUIMICA INORGANICA 2 2 6	TEMAS SELECTOS DE FISICA 2 2 6	ECUACIONES DIFERENCIALES 3 2 8	CALCULO MULTIVARIABLE 3 2 8			51
3	MÉTODOS NUMERICOS 2 2 6	TERMODINAMICA 3 2 8	BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA 2 3 7	DESARROLLO SOSTENIBLE 0 3 3	QUIMICA ORGANICA Y BIOQUIMICA 4 4 12	QUIMICA ANALITICA E INSTRUMENTAL 4 4 12	GEOMETRIA ANALITICA 2 1 5				53
4	ELECTIVA 5	EQUILIBRIO FISICO Y QUIMICO 4 2 10	FENOMENOS DE SUPERFICIE Y ELECTROQUIMICA 3 2 8	OPERACIONES DE SEPARACION MECANICA 2 2 6	ADMINISTRACION 0 3 3	CIENCIA E INGENIERIA DE LOS MATERIALES 2 2 6	FUNDAMENTOS DE TRANSFERENCIA DE MOMENTUM 2 2 6	INGENIERIA ECONOMICA 0 0 3			47
5	ELECTIVA 5	CINETICA QUIMICA Y CATALISIS 2 2 6	LABORATORIO DE FISICOQUIMICA 0 3 3	INGENIERIA DE CONTROL 2 2 6	MECANICA DE FLUIDOS 2 2 6	OPTATIVA I 6	FUNDAMENTOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA 4 2 10	SEGURIDAD E HIGIENE 0 3 3			45
6	ELECTIVA 4	INGENIERIA DE REACTORES 2 3 7	INGENIERIA DE PROYECTOS 2 1 5	INGENIERIA DE PROCESOS 2 2 6	SERVICIO SOCIAL 4 0 12	OPTATIVA II 6	OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE CALOR 3 3 9	OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE MASA I EVAPORACION Y CRISTALIZACION 3 3 9			58
7	ELECTIVA 4				EXPERIENCIA RECEPCIONAL 4 0 12	OPTATIVA III 6	OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE MASA III (HUMIDIFICACION Y SECADO) 3 3 9	OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE MASA II DESTILACION, ABSORCION Y EXTRACCION 3 3 9			40
											350

## **VIII. Orientación general del proceso de enseñanza-aprendizaje**

La extensión de los procesos de globalización de las economías, por controlar y elevar la calidad de la producción y de las mercancías, requiriéndose aumentar la productividad de los recursos humanos involucrados, ha sido el debate acerca de las formas en que las instituciones educativas forman los recursos, y la necesidad de plantear modificaciones en su organización, en los contenidos y en los métodos de enseñanza.

Este nuevo contexto exigió en las Instituciones de Educación Superior (IES) la aplicación de innovaciones que les permitiera atender las nuevas exigencias en educación, implicando la transformación de sus prácticas educativas.

La Universidad Veracruzana atendió las políticas educativas e innovaciones junto con las necesidades de Educación superior en el Estado de Veracruz e implementó en el año de 1999 el Modelo Educativo Integral y Flexible (MEIF) como una innovación que le permitiera formar mejores profesionistas. Su pertinencia radica en la formación íntegra, esto es, el desarrollo de las dimensiones intelectual, humana, social y profesional del sujeto de una manera equilibrada y armónica.

Este modelo centrado en el aprendizaje efectivo, promueve en el estudiante aprender a utilizar por sí mismo la producción cultural, en la que descansa el trabajo académico (libros, computadoras, bibliotecas, equipos de trabajo, entre otros).

Un apoyo para hacer operativos los principios del MEIF es el proyecto AULA, cuyo propósito es promover una cultura institucional de innovación continua en la práctica docente y del diseño curricular por competencias. La estrategia del proyecto tiene como ejes de transformación un enfoque epistemológico sustentado en el pensamiento complejo, el desarrollo de competencias profesionales, la incorporación de los avances de la investigación y el uso de tecnologías de la información y comunicación, con el firme propósito de llevar a los estudiantes a motivarse y responsabilizarse, como individuos y como grupo, para vincular sus aprendizajes con la realidad o entorno, construyendo y proponiendo propuestas novedosas ante las diferentes problemas de la sociedad.

Lo antes mencionado requiere que el estudiante desde su formación o trayectoria en el programa educativo de su interés, vaya teniendo acercamiento a través de los saberes de los cursos o experiencias educativas con problemas existentes en la realidad. Esto implica reflexionar sobre el quehacer que el académico o profesor realiza cotidianamente en el aula, requiriéndose una formación y actualización continua en diseños de planeación instruccionales donde se articula el conocimiento con el entorno.

## IX. Programas de estudio

### Química Inorgánica

<b>Créditos</b>	<b>6</b>	<b>Horas</b>	<b>4</b>	<b>Pre-requisitos</b>	<b>NO</b>
-----------------	----------	--------------	----------	-----------------------	-----------

#### Justificación

Con el estudio de las propiedades físicas y químicas de elementos y compuestos, las leyes que los rigen y regulan las reacciones, se conocen, analizan e interpretan los principios básicos de la Química Inorgánica.

#### Metodología de Trabajo

Exposición oral del profesor con ayudas gráficas y audiovisuales.

Lecturas extramuros del estudiante.

Elaboración de trabajos de investigación, resolución de ejercicios y exposiciones

Resolución acertada de problemas prácticos

#### Objetivo General

El estudiante adquiere conocimientos de química los cuales son básicos en la comprensión de los diferentes modelos de enlace, la periodicidad química, así como de los elementos y compuestos que se forman a partir de ellos, incluyendo las propiedades físicas y químicas.

#### Evaluación

La evaluación será de la manera siguiente:

Dos exámenes parciales y un final con un valor del	45%
Tareas o trabajos asignados con un valor del	15%
Laboratorio, problemas y bitácora	40%

#### Contenido Temático

Modelo mecánico-cuántico, Propiedades y patrones periódicos: estructura y reactividad, Tipos de enlaces químicos y características. Teoría del campo cristalino, Tipos de reacciones químicas, Balanceo de ecuaciones, Desarrollo de prácticas de laboratorio: Operaciones preliminares: disolución, decantación, filtración y evaporación; Métodos de separación y purificación: cristalización, destilación, sublimación, cromatografía; Solubilidad de las sustancias, soluciones sobresaturadas; Determinación del peso atómico por el método de Dulong y Petit; Determinación del peso molecular de los gases; Factores que modifican la velocidad de un cambio químico; Reacciones en soluciones de electrolitos; Reacciones de oxido-reducción; Compuestos complejos.

#### Bibliografía

Geoff Rayner – Canham. Química Inorgánica Edit. Pearson Educación. 2000  
Mortimer, Ch. E. Química. Edit. Iberoamericana.1998  
Chang, Raymond. Química Edit Iberoamericana.1999 Moore , Staniski, Wood,  
Kotz . El mundo de la química conceptos y aplicaciones Edit. Pearson. 2000

## Química Orgánica y Bioquímica

Créditos	12	Horas	8	Pre-requisitos	NO
----------	----	-------	---	----------------	----

### Justificación

Para el análisis y síntesis de los productos químicos y bioquímicos en la industria es necesario el desarrollo de conocimientos y habilidades en las propiedades y el comportamiento de los grupos funcionales, reacciones y procesos que implican compuestos químicos y sus mecanismos.

### Metodología de Trabajo

Exposición oral del profesor con ayudas gráficas y audiovisuales.

Investigación extramuros del estudiante.

Durante el curso y según los temas a tratar, se llevarán a cabo una serie de ensayos en laboratorio con el objetivo de corroborar lo explicado en clase.

### Objetivo General

El estudiante comprenderá los principios fundamentales de la Química Orgánica, lo que le permitirá identificar los compuestos orgánicos y sus estructuras, conocer la forma de nombrarlos (IUPAC y común), así como sus propiedades, analizar mecanismos de reacción y síntesis de compuestos orgánicos.

### Evaluación

La evaluación será de la manera siguiente:

Tres exámenes parciales con un valor del	70%
Tareas o trabajos asignados con un valor del	10%
Laboratorio	20%

### Contenido Temático

Formación de moléculas orgánicas, Características y nomenclatura; mecanismos de reacción e hidrocarburos saturados e insaturados, propiedades y nomenclatura; Hidrocarburos aromáticos, propiedades y nomenclatura; Compuestos oxigenados, propiedades y nomenclatura; Compuestos con nitrógeno, halógeno y azufre, propiedades, nomenclatura y síntesis.

### Bibliografía

McMurry J. Química Orgánica, 5ª. ed., Editores Thomson. 2000

Wade, L.G. Química Orgánica. Prentice

Morrison R. Organic Chemistry, 7ª.ed., Allyn & Bacon. 1999

Solomons T Química Orgánica, 2a.ed., Limusa.1999

Bayley S.P y Bayley C Química Orgánica; conceptos y aplicaciones. Ed Pearson

Fessenden y Fessenden. Química Orgánica.

## Química Analítica e Instrumental

Créditos	12	Horas	8	Pre-requisitos	NO
----------	----	-------	---	----------------	----

### Justificación

En la actividad profesional del ingeniero químico es necesario resolver problemas relacionados con el análisis de calidad de productos, materias primas, optimización de procesos, desarrollo metodologías relacionadas con la prevención, manejo, control y remediación de la contaminación por métodos físicos, biológicos y químicos, aplicando así programas de evaluación de productos, contaminantes, instrumento de gestión ambiental, calidad total, etc.

### Metodología de Trabajo

Exposición oral del profesor con ayudas gráficas y audiovisuales.

Investigación bibliográfica del estudiante.

Tareas y Proyectos.

Durante el curso y según los temas a tratar, se llevarán a cabo una serie de ensayos en laboratorio con el objetivo de corroborar lo explicado en clase.

### Objetivo General

El alumno clasificara los métodos analíticos e instrumentales; empleando los fundamentos teóricos y prácticos y aplicara criterios para la selección de las diferentes metodologías analíticas.

### Evaluación

La evaluación será de la manera siguiente:

Tres exámenes parciales con un valor del	70%
Tareas o trabajos asignados con un valor del	10%
Laboratorio	20%

### Contenido Temático

Métodos basados en Equilibrio Químico, Productos de solubilidad, Equilibrio Oxido-Reducción, Métodos volumétricos de análisis, Valoraciones y curvas de titulación, Método Gravimétrico de análisis, Métodos Instrumentales de análisis tales como: Espectroscopia de absorción molecular, Espectroscopia infrarroja, Espectroscopia de absorción y emisión atómica, Electroquímica, Cromatografía.

### Bibliografía

Brumblay, R.U. 1992. Análisis Cuantitativo, Edit. Cecsca

Day Jr., A.L. Underwood. 1989 Química Analítica Cuantitativa. 5ª. Ed. Prentice Hall Hispanoamericana. México.

Harris D.C. 1996 Quantitative Chemical Analysis. 4th Ed. W.H. Freeman And Company. U.S.A.

Kenkel John. 1994. Analytical Chemistry For Technicians. 2nd. Ed. Lewis Publishers. U.S.A.

Willarh., L. Merrit, J. Dean. 1991. Métodos Instrumentales De Análisis. Grupo Editorial Iberoamericana. México.

## Temas Selectos de Física

Créditos	6	Horas	4	Pre-requisitos	NO
----------	---	-------	---	----------------	----

### Justificación

Proveer los recursos académicos al alumno en su formación profesional. Se le proporciona al estudiante un desarrollo claro y lógico de los principios y fundamentos de Óptica y Física Moderna, que le permitirán comprender los conocimientos, Contenidos en las experiencias consecuentes que integran las diversas áreas de la Ingeniería. Lo que permitirá al alumno la solución de problemas que se le presenten durante su formación en la disciplina.

### Metodología de Trabajo

Exposición oral del profesor con ayudas gráficas y audiovisuales.

Lecturas extramuros del estudiante.

Durante el curso y según los temas a tratar, se llevarán a cabo una serie de ensayos en laboratorio con el objetivo de corroborar lo explicado en clase.

### Objetivo General

El estudiante identificará, observará, analizará, comparará, e interpretará los diferentes fenómenos ópticos, de temas selectos de Física, así como lo referente a naturaleza corpuscular de la radiación en la Física Moderna, lo que permitirá la solución de problemas en esta disciplina.

### Evaluación

La evaluación será de la manera siguiente:

Exámenes escritos	30%
Trabajos (problemas)	20%
Investigación documental.	20%
Examen final	30%

### Contenido Temático

Propiedades de la luz, espectro de emisión, Naturaleza ondulatoria de la luz, Naturaleza corpuscular de la radiación, Ley de Plank (problemas), Radiación del cuerpo negro, Efecto fotoeléctrico. (problemas), Átomo de Rutherford y átomo de Bohr, Espectro de hidrógeno, Estadística de Maxwell-Boltzman, Distribución de Fermi- Dirac, Distribución de Bose - Einstein

### Bibliografía

Francis W. Sears, "Óptica, fundamentos de Física ", ediciones Aguilar  
Joseph y Leía, "Física programada, Ópticas y ondas "Vol. III, editorial Limusa.  
Harley E. White, "Física Moderna ", tomo II, editorial HispanoAmericana.  
Virgilio Acosta, Clyde L. Cowan, B.J. Graham, "Curso de Física Moderna", edit., Harla.

## Termodinámica

Créditos	8	Horas	5	Pre-requisitos	NO
----------	---	-------	---	----------------	----

### Justificación

La experiencia educativa de Termodinámica dentro del plan curricular de la carrera de Ingeniería Química provee los recursos académicos al alumno en su formación académica y en su práctica profesional. Le proporciona al estudiante los conceptos básicos del lenguaje fisicoquímico y las transformaciones de la energía. Que le permitirán el análisis y la resolución de problemas en diferentes áreas de Ingeniería.

### Metodología de Trabajo

Exposición oral del profesor con ayudas gráficas y audiovisuales.  
Lecturas extramuros del estudiante.  
Resolución de problemarios asociados a los temas

### Objetivo General

El estudiante identifica, observa, analiza, compara e interpreta los cambios de energía interna y entalpía en sistemas cerrados, así como la entropía en procesos reversibles. Mediante la formulación de balances en sistemas sencillos y el uso de gráficas termodinámicas resolverá problemas que se le presenten en esta disciplina

### Evaluación

La evaluación será de la manera siguiente:

Tres exámenes parciales con un valor del	50%
Tareas o trabajos asignados con un valor del	25%
Entrega de problemario individual resuelto	25%

### Contenido Temático

Sistema abierto, cerrado, frontera y alrededores. Función de estado y función de trayectoria. Ley Cero. Calor, trabajo, reversibilidad, Primera Ley. Termoquímica. Segunda y tercera ley. Trabajo perdido. Balance de entropía. Balance de exergía. Propiedades de compuestos puros. Relaciones de Maxwell, ecuaciones de estado y comportamiento PVT. Energía libre de Gibbs. Ley de los estados correspondientes, diagramas termodinámicos. Propiedades de mezclas. Ciclos termodinámicos.

### Bibliografía

- Smith J.M., y Van Ness H.C., "Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química", editorial Mc Graw- Hill, Interamericana.  
Levenspiel Octave, "Fundamentos de Termodinámica ", editorial Prentice Hall Hispanoamericana.  
Michael J. Morán, Howard N. Shapiro, (2006) "Fundamentals of Engineering Thermodynamics" 5ª ed. Editorial Wiley  
Atkins P.W. (2010)," Physical Chemistry", 9a ed. USA. Oxford University Press

## Equilibrio Físico y Químico

Créditos	10	Horas	6	Pre-requisitos	NO
----------	----	-------	---	----------------	----

### Justificación

Se analizan sistemas: cerrados y abiertos de uno o varios componentes destacando el comportamiento termodinámico de las fases presentes; así como prediciendo el desplazamiento de los sistemas reaccionantes para determinar las condiciones óptimas que permiten obtener los niveles máximos de conversión.

### Metodología de Trabajo

Exposición de temas con apoyo didáctico variado

Organización de grupos de trabajo

Aprendizaje basado en problemas

Tareas para estudio independiente y en equipo

Solución de problemas

Resúmenes

### Objetivo General

Analizar los sistemas de equilibrio sin y con reacción, a partir de conocimientos teóricos del equilibrio físico y químico, para comprender el comportamiento de los procesos básicos de separación de la Ingeniería Química y de los procesos con reacción para la obtención de productos.

### Evaluación

La evaluación será de la manera siguiente:

Examen escrito	60%
Participación	15%
Problemario	10%
Trabajo de Investigación	15%

### Contenido Temático

Concepto de equilibrio físico y procesos de separación donde se aplica el equilibrio físico. Variables fundamentales en el equilibrio físico. Regla de las fases. Potencial químico, fugacidad y actividad. Procesos del equilibrio de fases. Equilibrio en sistemas cerrados y abiertos. Ecuación de Gibbs-Duhem. Equilibrio de fases de un componente. Equilibrio de fases en mezclas binarias y azeótropos. Equilibrio de fases en sistemas ternarios. Propiedades coligativas. Disminución de la presión de vapor. Aumento de la temperatura de ebullición. Disminución de la temperatura de congelación. Presión osmótica. Concepto de equilibrio químico. Energía libre de Gibbs. Potencial químico y disociación. Ley de acción de masas. Principio de Le Chatelier. Constante de equilibrio en función de la temperatura y de la presión. Ecuación de Van't Hoff. Cálculo de composiciones en el equilibrio de Reacciones homogéneas y Reacciones heterogéneas

### Bibliografía

Ernesto Urreta Barrón; "Fiscoquímica: El Equilibrio químico"; Ed. Limusa. México; 1982

Atkins P.W. (2010), "Physical Chemistry", 9a ed. USA. Oxford University Press

## Laboratorio de Físicoquímica

Créditos	3	Horas	3	Pre-requisitos	NO
----------	---	-------	---	----------------	----

### Justificación

El Laboratorio de Físicoquímica promueve el desarrollo del saber hacer del estudiante, en éste se maneja y hace uso de los diferentes equipos para caracterizar los materiales y desarrollar los procesos químicos. Un aspecto relevante del trabajo de laboratorio es comprobar si el resultado a que se llega, después de seguir un procedimiento, es el correcto, relacionando el conocimiento teórico con la práctica

### Metodología de Trabajo

Exposición oral del profesor con ayudas gráficas y audiovisuales.

Elaboración de diagramas de flujo de los procedimientos.

Elaboración de reportes técnicos de las prácticas.

### Objetivo General

El estudiante aplica los principios teóricos establecidos en las diferentes ramas de la físicoquímica, a través de la experimentación y la relación con los procesos industriales dentro del campo de la ingeniería química; el trabajo en el laboratorio se realiza en equipo, fomentándose la colaboración, responsabilidad, respeto y tolerancia entre sí mismos y hacia el medio ambiente.

### Evaluación

La evaluación será de la manera siguiente:

Desempeño en el laboratorio y diagramas de flujo 60%

Reportes de prácticas 40%

### Contenido Temático

Medición de Presión, Temperatura, Volumen, Densidad, Viscosidad, Capacidad Térmica, Calor Específico. Métodos experimentales para la determinación de la tensión superficial. Los tensoactivos y su comportamiento en la interfase sólido-líquido. Equivalencia Calor-Trabajo. Isoterma de adsorción de Gibbs. Equilibrio Químico. Equilibrio Químico y el Principio de Le Chatelier. Equilibrio líquido-vapor en un sistema binario. Equilibrio físico. Sistema de tres componentes. Relojes químicos. Cinética Química. Cinética del Sistema Presulfato -Yoduro. Cinética de halogenación de la acetona.

### Bibliografía

Atkins P.W. (2010), "Physical Chemistry", 9a ed. USA. Oxford University Press

Maron, S. & Prutton C. (2008) Fundamentos de Físicoquímica. Ed. Limusa.

México

Chang R. (2008) Físicoquímica, 1ª Edición Ed. Mc Graw-Hill Interamericana

México

Engel T. (2007) Introducción a la Físicoquímica: Termodinámica 1ª Edición en

Español. Ed. Pearson Educación de México

Levine I. (2004) Físicoquímica. Vol. 01. 5ª Edición Ed. Mc Graw-Hill

Interamericana España

## Fundamentos de Transferencia de Momentum

Créditos	6	Horas	4	Pre-requisitos	NO
----------	---	-------	---	----------------	----

### Justificación

Los fenómenos de transporte, momentum, calor y masa, como son conocidos, son fundamentales para el estudiante de Ingeniería Química pues presentan los conceptos principales en el flujo de materia y energía que dará lugar a las operaciones unitarias.

### Metodología de Trabajo

Exposición oral del profesor con ayudas gráficas y audiovisuales.

Lecturas extramuros del estudiante.

Durante el curso y según los temas a tratar, se llevarán a cabo una serie de ensayos en laboratorio con el objetivo de corroborar lo explicado en clase.

### Objetivo General

El estudiante será capaz de describir las leyes básicas del transporte de cantidad de movimiento para el análisis de sistemas de ingeniería, así como formular y resolver modelos que describan el comportamiento en forma aproximada de sistemas de ingeniería.

### Evaluación

La evaluación será de la manera siguiente:

Tres exámenes parciales con un valor del	70%
Tareas o trabajos asignados con un valor del	10%
Laboratorio	20%

### Contenido Temático

Analogías de los fenómenos de transporte: momentum, calor y masa. Ley de Newton de la viscosidad. Fluidos newtonianos y no newtonianos. Modelos reológicos y mediciones de propiedades reológicas. Régimen de flujo: laminar y turbulento. Medición y estimación de viscosidad en gases y líquidos. Balances de Momentum por capa envolvente. Balances de Momentum por Ecuación de continuidad y de Movimiento.

### Bibliografía

Bird, R., Stewart, W. and Lightfoot, E., Fenómenos de transporte. 2ª Ed. Reverte. (2005)

Welty, J., Wicks, C. And Wilson, R., Fundamentos de transferencia de momento, calor y masa. 4ª Ed. Limusa. (2006)

Geankoplis, C. J., procesos de transporte y operaciones unitarias. 7ª Ed. Cecs. (2008)

## Fundamentos de Transferencia de Calor y Masa

Créditos

10

Horas

6

Pre-requisitos

NO

### Justificación

El análisis de los fundamentos de transferencia de calor con balances microscópicos caracteriza el comportamiento de los sistemas permitiendo obtener sus perfiles de calor y de temperatura. La interpretación de ambos esquemas establece las bases para desarrollar con mayor eficiencia los procedimientos de cálculo y diseño de los equipos de transferencia de calor en disciplinas posteriores.

### Metodología de Trabajo

Exposición oral del profesor con ayudas gráficas y audiovisuales.

Lecturas extramuros del estudiante.

Durante el curso y según los temas a tratar, se llevarán a cabo una serie de ensayos en laboratorio con el objetivo de corroborar lo explicado en clase.

### Objetivo General

El alumno debe conocer las formas clásicas de transferencia de calor por conducción, convección y radiación aplicando conceptos, mecanismos y leyes correspondientes. Aplicará las expresiones de balance para caracterizar el comportamiento interno de los sistemas; las correlaciones y algoritmos para la estimación de las propiedades de transporte de calor y los modelos para la estimación de cargas térmicas.

### Evaluación

La evaluación será de la manera siguiente:

Tres exámenes parciales con un valor del	70%
Tareas o trabajos asignados con un valor del	10%
Laboratorio	20%

### Contenido Temático

Conducción y Ley de Fourier. Difusión y Ley de Fick. Convección natural y forzada. Radiación y Ley de Stefan- Boltzman. Conducción en estado estacionario. Difusión en estado estacionario. Balances diferenciales generales de momentum y masa en sistemas *isotérmicos*. Balances diferenciales generales de momentum, masa y energía en sistemas *no isotérmicos*. Análisis dimensional. Convección natural y forzada de calor en flujo laminar y turbulento. Convección natural y forzada de masa en flujo laminar y turbulento. Balances integrales de calor. Balances integrales de masa.

### Bibliografía

Bird, R., Stewart, W. and Lightfoot, E., Fenómenos de transporte. 2ª Ed. Reverte. (2005)

Geankoplis, C. J., procesos de transporte y operaciones unitarias. 7ª Ed. Cecs. (2008)

## Balances de Materia y Energía

Créditos	7	Horas	5	Pre-requisitos	NO
----------	---	-------	---	----------------	----

### Justificación

Los balances de materia y energía son muy importantes en la industria química, resultan fundamentales en el control de los procesos, particularmente en el rendimiento de los productos; los balances de energía se utilizan para examinar las distintas etapas del proceso, para optimizar la operación de las industrias y reducir el consumo de energía en los procesos.

### Metodología de Trabajo

Exposición oral del profesor con ayudas audiovisuales.

Lecturas extramuros del estudiante.

Durante el curso y según los temas a tratar, se llevarán a cabo una serie de problemarios con el objetivo de corroborar lo explicado en clase.

### Objetivo General

Se pretende que el estudiante desarrolle la habilidad para interpretar y resolver problemas en donde intervengan fenómenos de transferencias de masa y energía, apoyado con la formulación de programas de cómputo.

### Evaluación

La evaluación será de la manera siguiente:

Tres exámenes parciales con un valor del	60%
Tareas o trabajos asignados con un valor del	30%
Investigación documental	10%

### Contenido Temático

Congruencia dimensional (Teorema). Técnicas para la Generación de grupos adimensionales. Ley de la Conservación de la Masa. Ecuación General de Balance de Materia. Balances de Materia sin Reacción Química. Balances de masa en operaciones físicas. Cálculos estequiométricos. Balance de Materia con recirculación y derivación. Balance de Materia con Reacción Química. Balance de Materia en Procesos de Combustión. Balance de Materia con Equipo Múltiple. Tipos de Energía. Ley de la Conservación de la Energía. Balances de Energía en procesos sin reacción Química. Balance de Energía Mecánica. Balances de Energía en procesos con reacción Química. Balances de Energía con procesos de cambio de fases. Problemas usando diagramas de entalpía concentración. Balance simultáneo de materia y energía. Balance de Energía en régimen transitorio para sistemas sencillos

### Bibliografía

Felder, Rosseau. Principios Básicos De Los Procesos Químicos.

Himmelblau D.M. Principios Y Cálculos Básicos De La Ingeniería Química.

Antonio Valiente-Rudi Primo Stivalet Problemas De Balance De Materia

G. U. De Klaitis. Balances De Materia Y Energía.

## Cinética Química y Catálisis

<b>Créditos</b>	<b>8</b>	<b>Horas</b>	<b>4</b>	<b>Pre-requisitos</b>	<b>NO</b>
-----------------	----------	--------------	----------	-----------------------	-----------

### Justificación

Los principios básicos y los mecanismos que definen los sistemas de reacción se aplican en el diseño de los equipos que se utilizan para las reacciones requeridas en los procesos y operaciones de la industria química.

### Metodología de Trabajo

Exposición oral del profesor con ayudas audiovisuales.

Lecturas extramuros del estudiante.

Durante el curso y según los temas a tratar, se llevarán a cabo una serie de problemarios con el objetivo de corroborar lo explicado en clase.

### Objetivo General

El estudiante empleará los fundamentos de la cinética química a datos experimentales de sistemas de reacción homogénea y heterogénea y orientarlos hacia los métodos matemáticos para obtener modelos cinéticos de reacciones simples y complejas.

### Evaluación

La evaluación será de la manera siguiente:

Tres exámenes parciales con un valor del	70%
Tareas o trabajos asignados con un valor del	15%
Investigación documental	15%

### Contenido Temático

Fundamentos de Cinética Química. Relación entre la Termodinámica y la Cinética Química. Molecularidad, Orden de reacción, avance de reacción, conversión, selectividad, complejo activado, estado de transición y energía de activación. Características de las reacciones: elementales no elementales, simples y múltiples (paralelas y consecutivas), reversibles e irreversibles. Mecanismos de reacción. Rapidez de reacción. Efecto de la concentración. Unidades de la constante de velocidad de reacción. Efecto de la temperatura y ley de Arrhenius. Reactores Ideales. Sistemas Homogéneos. Reacciones Irreversibles de un componente. Método diferencial, integral, presión total y tiempo de vida media. Reacciones de orden cero, primer orden, segundo orden y tercer orden en sistemas isotérmicos. Reacciones en sistemas no isotérmicos. Reacciones irreversibles entre dos y tres componentes. Reacciones reversibles. Reacciones complejas. Catálisis heterogénea. Características de una reacción heterogénea catalítica. Mecanismo de una reacción heterogénea catalítica. Adsorción física y adsorción química.

### Bibliografía

Fogler, H. S., Elementos de la Ingeniería de las Reacciones Químicas, 4ª Edición, México, Pearson - Prentice-Hall. (2008).

Levenspiel, O., Ingeniería de las Reacciones Químicas, 3ª Edición, México, Limusa Wiley. (2004)

## Fenómenos de superficie y electroquímica

Créditos	8	Horas	5	Pre-requisitos	NO
----------	---	-------	---	----------------	----

### Justificación

Se analizan los sistemas: líquido-gas, líquido-líquido, sólido-líquido, sólido-gas, coloidales y químicos-eléctricos, destacando la función de los procesos de adsorción y efectos de doble capa eléctrica en las interfases, que determinan propiedades físicas del sistema como un todo y sirven para entender los procesos de destrucción y deterioración de los materiales para contribuir en la mejora de los mismos.

### Metodología de Trabajo

Exposición de temas por el profesor con apoyo didáctico variado.  
Lecturas e investigación de temas por el estudiante fuera del aula.  
Resolución de series de problemas por el estudiante

### Objetivo General

El estudiante analiza los fenómenos de interfase y de deterioración de los materiales a partir de conocimientos teóricos de la química de superficie y electroquímica, para comprender la formulación de productos químicos como emulsiones, tensoactivos, agentes humectantes y detergentes y técnicas de modificación de superficies, de manera individual o en equipo, con responsabilidad, compromiso y respeto

### Evaluación

Dos exámenes escritos	I	60%
Participación en clase		15%
Serie de problemas		10%
Trabajo de investigación		15%

### Contenido Temático

La interfase líquido-gas y líquido-líquido. Medición de la tensión interfacial. Termodinámica de superficies. Interfase sólido-gas y sólido-líquido. Agentes con actividad superficial. Sistemas coloidales. Aplicaciones. Desarrollo histórico de la electroquímica. Fenómenos de transporte iónico. Fenómenos de óxido-reducción. Corrosión en materiales metálicos

### Bibliografía

Adamson, A.W., Gast, A. P., (1997). Physical Chemistry of Surfaces, 6a Edition, USA, Wiley-Interscience.  
Castellan, W. Gilbert (1987). Fisicoquímica. 2ª Edición. México, Addison-Wesley Iberoamericana  
Levine, Ira N. (2004). Fisicoquímica, Volumen 1 y 2, Quinta Edición. México, Mc Graw-Hill.  
Atkins P. (2009) Physical Chemistry Ed. Oxford University Press

## Ciencia e Ingeniería de los Materiales

Créditos	6	Horas	4	Pre-requisitos	NO
----------	---	-------	---	----------------	----

### Justificación

Los avances radicales en los materiales pueden conducir a la creación de nuevos productos o nuevas industrias, pero las industrias actuales también necesitan ingenieros químicos con conocimientos sobre ciencia de los materiales para incrementar las mejoras y localizar las posibles averías de los materiales que están en uso. Las aplicaciones industriales de la ciencia de materiales incluyen la elección del material, su costo-beneficio para obtener dicho material, las técnicas de procesado y las técnicas de análisis.

### Metodología de Trabajo

Exposición oral del profesor con ayudas audiovisuales.  
Lecturas extramuros del estudiante.  
Investigación documental

### Objetivo General

El estudiante conocerá como seleccionar materiales de construcción para equipo de proceso y comprender los fenómenos de la corrosión, anticiparla y prevenirla

### Evaluación

La evaluación será de la manera siguiente:

Tres exámenes parciales con un valor del	70%
Tareas o trabajos asignados con un valor del	15%
Investigación documental	15%

### Contenido Temático

Ciencia e Ingeniería de materiales. Clasificación de los materiales de ingeniería. Determinación de propiedades y características de los materiales. Determinación de fallas y defectos de los materiales. Teoría de las aleaciones y deformación plástica. Tratamientos térmicos aplicado a los metales. Propiedades de conducción eléctrica. Aislantes. Superconductores. Materiales magnéticos. Polímeros

### Bibliografía

Donald R. Askeland. (2003) "Ciencia e ingeniería de los materiales". 4ª. Ed Thomson  
Brian S Mitchell, (2003), "An introduction to materials engineering and science for chemical and materials engineers" Ed Wiley  
Dillon, C. P., (1992) Materials Selection for the Chemical Process Industries, Ed. McGraw-Hill Inc., Nueva York.

## Mecánica de Fluidos

Créditos	6	Horas	4	Pre-requisitos	NO
----------	---	-------	---	----------------	----

### Justificación

Observar, comparar, y analizar los fenómenos que ocurren en los fluidos envasados y transportados en la industria permite al alumno la solución de problemas que se le presenten durante su formación en la disciplina. De la ingeniería.

### Metodología de Trabajo

Exposición oral del catedrático con ayudas graficas y/o audiovisuales, discusión de problemas y resolución de ejercicios.

Participación del estudiante en la solución de problemas e investigación de temas a tratar.

A lo largo del curso los estudiantes, en equipos de trabajo, efectuaran y reportaran las tareas que sean asignadas al grupo.

### Objetivo General

El estudiante identifica, observa, analiza, compara e interpreta los diferentes fenómenos físicos de la Mecánica de los Fluidos, redes de tuberías y selección de equipo, aplicando los conceptos y principios, leyes y fórmulas que relacionan las diferentes variables en esta disciplina. Se analizan diferentes sistemas de tuberías y se hacen los cálculos correspondientes a un diseño de red y sus componentes como válvulas y bombas, lo que permite utilizar los conocimientos adquiridos y seleccionar la forma y métodos para la solución de problemas.

### Evaluación

Exámenes escritos.	50%
Tareas e investigación.	25%
Trabajos (problemas)	25%

### Contenido Temático

Propiedades fundamentales de los Fluidos, Descripción y clasificación de los movimientos de un fluido, Balance de energía mecánica, Cálculo de pérdidas por fricción en tuberías, Medidores de flujo, Selección y especificación de bombas, Selección y especificación de compresores, Agitación y mezclado, Procesos mecánicos de separación, Clasificación y cálculo de sistemas de sedimentación.

### Bibliografía

Crane, "Flujo de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías ". Editorial MC Graw-Hill.

Rase "Diseño de tuberías en plantas de procesos ", Editorial Gulf Pub Co.

Hicks Tyler G. "Mecánica de Fluidos, cálculos de bombas, selección y aplicación "editorial MC Graw- Hill.

## Operaciones de Transferencia de Calor

Créditos	9	Horas	6	Pre-requisitos	NO
----------	---	-------	---	----------------	----

### Justificación

El conocimiento teórico de esta disciplina, es elemental para el análisis, planeación, cálculo y diseño de diferentes equipos de transferencia de calor usados en el sector industrial

### Metodología de Trabajo

Exposición oral del catedrático con ayudas graficas y/o audiovisuales, discusión de problemas y resolución de ejercicios.

Participación del estudiante en la solución de problemas e investigación de temas a tratar.

A lo largo del curso los estudiantes, en equipos de trabajo, efectuarán y reportarán las prácticas que relacionen la teoría y su aplicación, programadas para tal fin.

### Objetivo General

El estudiante aprende a analizar, plantear, calcular y resolver los problemas que se presentan en las industrias que involucran en sus procesos, las operaciones de transferencia de calor. En base a este conocimiento, debe tener la capacidad para supervisar, dirigir las operaciones y administrar el control de calidad y mantenimiento de la producción.

### Evaluación

Exámenes parciales	30%
Examen final	30%
Reporte de practicas	20%
Tareas e investigación.	20%

### Contenido Temático

Mecanismos de transferencia de calor (Conducción, convección y radiación), Ley de Fourier, Ley de Newton de convección de calor, determinación de coeficiente de película, Transferencia de energía con cambio de fase. Condensación. Radiación térmica, Ley de Kirchhoff, Ley de Stefan Boltzmann, Clasificación de cambiadores de calor (TEMA, ISO). Diseño de intercambiadores de calor de diferentes tipos con métodos de cálculo simplificados y rigurosos. Caídas de presión. Generalidades sobre diseño mecánico.

### Bibliografía

Geankoplis, C. "Procesos de transporte y operaciones unitarias", edit. CECSA  
Kern Donald Q. "Procesos de transferencia de calor", edit. CECSA 1999  
Foust A.S., Wenzel L.A., Clump, Mays & Andersen. "Principios de Operaciones Unitarias". Ed. CECSA.  
Dieter Hans Baehr · Karl Stephan "Heat and Mass Transfer" edit. Springer

## Operaciones de transferencia de masa I (Evaporación y Cristalización)

Créditos	9	Horas	6	Pre-requisitos	NO
----------	---	-------	---	----------------	----

### Justificación

El conocimiento teórico y de cálculo de las operaciones de transferencia de calor y masa son primordiales para la planeación y diseño de equipo, así como para la separación de los componentes de una solución o mezcla.

### Metodología de trabajo

Exposición oral del catedrático con ayudas graficas y/o audiovisuales, discusión de problemas y resolución de ejercicios.

Participación del estudiante en la solución de problemas e investigación de temas a tratar.

A lo largo del curso los estudiantes, en equipos de trabajo, efectuaran y reportaran las prácticas que relacionen la teoría y su aplicación, programadas para tal fin.

### Objetivo general

El estudiante debe analizar, plantear y calcular, para resolver los problemas de las industrias que involucran en sus procesos, las operaciones de transferencia de calor y masa, como la evaporación y la cristalización.

### Evaluación

Exámenes parciales	30%
Examen final	30%
Reporte de practicas	20%
Tareas e investigación.	20%

### Contenido temático

Evaporación, Cálculo de evaporador simple efecto, Elevación en el punto de ebullición, Condensador barométrico, Cálculo de evaporadores múltiple efecto, Cristalización, Formas y Hábitos de cristalización, Clasificación de los Cristalizadores, Datos de equilibrio, cálculos de rendimiento, Balances de materia y energía, Uso de diagramas de entalpía-composición, Solución gráfica con enfriamiento rápido adiabático, cálculo de rendimientos y estimación de tiempos de residencia, Nucleación. Mecanismos y factores que influyen, Crecimiento de los cristales, Coeficientes individuales y globales de crecimiento, Coeficiente de crecimiento superficial., Coeficientes numéricos de transferencia.

### Bibliografía

- Treybal Robert E. "Operaciones de Transferencia de Masa". Ed. McGraw-Hill.
- McCabe Warren L., Smith Julian C. & Harriot Meter. "Operaciones básicas de ingeniería química". Ed. Reverté.
- Foust A.S., Wenzel L.A., Clump, Mays & Andersen. "Principios de Operaciones Unitarias". Ed. CECOSA.
- Perry Robert H. "Chemical Engineering Handbook". Ed. McGraw-Hill.

## Operaciones de transferencia de masa II (Destilación, Absorción y Extracción)

Créditos	9	Horas	6	Pre-requisitos	NO
----------	---	-------	---	----------------	----

### Justificación

Comprende los principios y leyes que relacionan los cambios de concentración de soluciones y mezclas en sistemas de contacto de 2 fases en destilación, absorción y extracción.

### Metodología de Trabajo

Exposición oral del catedrático con ayudas graficas y/o audiovisuales, discusión de problemas y resolución de ejercicios.

Participación del estudiante en la solución de problemas e investigación de temas a tratar.

Los estudiantes organizados en equipos de trabajo efectuarán y reportarán prácticas que relacionen la teoría y su aplicación

### Objetivo general

Los alumnos revisan los factores indispensables en la transferencia de masa así como sus diferentes tipos y características para definir el tipo de operación adecuada.

### Evaluación

Exámenes parciales	30%
Examen final	30%
Reporte de prácticas y problemarios	20%
Tareas e investigación.	20%

### Contenido temático

Relaciones y diagramas de equilibrio, Métodos de destilación, Equipo de control continuo o diferencial, Métodos analíticos par el diseño de columnas de destilación, Absorción de gases. Soluciones de líquidos ideales, Ley de Raoult, Diseño de columnas de Absorción y desorción, Balance de materia de un solo componente, Relación mínima de líquido-gas, Línea real de operación, Operación en contracorriente en varias etapas, Operación no isotérmica de columnas de Absorción, Diseño de columnas de contacto continuo y discontinuo, Extracción, Diagrama de selectividad, Diagrama de concentración-contenido en disolvente, Extracción en una sola etapa, Extracción de múltiples etapas a corriente cruzada. Sistemas parcialmente miscibles y Sistemas de líquidos insolubles, Extracción a contracorriente a múltiples etapas. Sistemas parcialmente miscibles y Sistemas de líquidos insolubles, Extracción continua en columnas.

### Bibliografía

- Treybal Robert E. Operaciones de Transferencia de Masa Ed. McGraw-Hill.  
McCabe Warren L., Smith Julian C. & Harriot Meter. Operaciones básicas de ingeniería química". Ed. Reverté  
Perry Robert H. "Chemical Engineering Handbook". Ed. McGraw-Hill.

## Operaciones de transferencia de masa III (Humidificación y secado)

Créditos	9	Horas	6	Pre-requisitos	NO
----------	---	-------	---	----------------	----

### Justificación

Prepara al estudiante para adquirir la teoría y los conceptos principales sobre los procesos de transferencia de masa aplicados en los equipos industriales.

### Metodología de trabajo

Exposición oral del catedrático con ayudas graficas y/o audiovisuales, discusión de problemas y resolución de ejercicios.

Participación del estudiante en la solución de problemas e investigación de temas a tratar.

A lo largo del curso los estudiantes, en equipos de trabajo, efectuaran y reportaran las prácticas que relacionen la teoría y su aplicación, programadas para tal fin.

### Objetivo general

El estudiante debe analizar, plantear y calcular, para resolver los problemas de las industrias que involucran en sus procesos, las operaciones de transferencia de masa, como la humidificación y secado. Con base al conocimiento adquirido, el estudiante debe tener la capacidad para supervisar y dirigir las operaciones, administrar el control de calidad y mantenimiento de la producción.

### Evaluación

Exámenes escritos	60%
Reporte de prácticas y problemarios	20%
Tareas e investigación.	20%

### Contenido temático

Equilibrio vapor- líquido y entalpía de sustancias puras. Mezclas de vapor/gas, Operaciones de gas – líquido, Operaciones adiabáticas, Operación no adiabática: enfriamiento por evaporación Acondicionamiento de procesos o recintos, secado, Operaciones de secado, Mecanismos de secado por lotes, Secado continuo.

### Bibliografía

Joaquín Ocón García; Gabriel Tojo Barreiro Problemas de Ingeniería Química (Operaciones Básicas) Tomo I y II Editorial Aguilar

Ángel Vian Joaquín Ocón Elementos de Ingeniería Química (Operaciones Básicas) Editorial Aguilar Quinta Edición

Robert E. Treybal Operaciones de Tránsito de Masa 2ª Ed. Ed McGraw-Hill.

Welty J. R., Wicks C. E, Wilson R. E., Fundamentos de Transferencia de Momento, Calor y Masa.

Geankoplis. Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias. CECSA.

## Operaciones de Separación Mecánica

Créditos	6	Horas	4	Pre-requisitos	NO
----------	---	-------	---	----------------	----

### Justificación

Esta experiencia educativa pretende desarrollar en los estudiantes, la habilidad para resolver correctamente problemas de diseño y operación en operaciones unitarias para separación de mezclas y soluciones, específicamente las que se basan en los fenómenos de transferencia de velocidad denominadas separaciones mecánicas.

### Metodología de trabajo

Exposición oral del catedrático con ayudas graficas y/o audiovisuales, discusión de problemas y resolución de ejercicios.

Participación del estudiante en la solución de problemas e investigación de temas a tratar.

A lo largo del curso los estudiantes, en equipos de trabajo, efectuaran y reportaran las prácticas que relacionen la teoría y su aplicación, programadas para tal fin.

### Objetivo general

El estudiante conoce y maneja los diversos fundamentos de las operaciones de separación mecánica, a partir de teorías y metodologías propias de la disciplina.

### Evaluación

Exámenes parciales	30%
Examen final	30%
Reporte de practicas	20%
Tareas e investigación.	20%

### Contenido temático

Importancia de las operaciones de separación, Reducción y clasificación de tamaño, Reducción del tamaño de líquidos, Aumento de tamaño, Mezclado, Separaciones Mecánicas, Cribado, Transportación de sólidos, Centrifugación, Cristalización, Filtración y Separación por membrana, Ultrafiltración, Osmosis y Osmosis inversa, Limpieza de gases. Prácticas de laboratorio en los diferentes equipos disponibles.

### Bibliografía

- Coulson/Richardson. Ingeniería Química Tomo V. Reverté S.A
- C.J. King. Procesos de Separación. Reverté, S.A.
- Mc Cabe Warren L., Smith Julian C.& Harriot Peter, "Unit Operations of Chemical Engineering", 5a ed., McGraw-Hill, 1993
- Himmelblau David M., "Principios Básicos y Cálculos en Ingeniería Química", 6ª ed., Prentice Hall Hispanoamericana, 1997.

## Ingeniería de Reactores

<b>Créditos</b>	<b>8</b>	<b>Horas</b>	<b>5</b>	<b>Pre-requisitos</b>	<b>NO</b>
-----------------	----------	--------------	----------	-----------------------	-----------

### Justificación:

Se estudian las reacciones químicas a escala industrial, diseño y funcionamiento de los reactores. Es la experiencia fundamental de la Ingeniería Química, ya que a partir del diseño de un reactor se pueden integrar las demás disciplinas. Para diseñar un reactor se analizan diferentes alternativas, seleccionando aquella que nos proporcione mejor eficiencia, mayor cantidad de producto y menor economía global.

### Metodología de trabajo

Exposición oral del catedrático con ayudas graficas y/o audiovisuales, discusión de problemas y resolución de ejercicios.

Participación del estudiante en la solución de problemas e investigación de temas a tratar.

A lo largo del curso los estudiantes, en equipos de trabajo, efectuaran y reportaran las tareas que sean asignadas al grupo.

### Objetivo General

Los alumnos reflexionan acerca de los factores que afectan un reacción química en un reactor y sus diferentes tipos y características para definir el tipo de reactor adecuado con mayor rendimiento químico, económico y menor gasto de energía y servicios.

### Evaluación

Exámenes parciales	20%
Tareas e investigación.	20%
Examen final	60%

### Contenido Temático

Tipos de Reactores Químicos, Características de los reactores químicos, Balance de materia y de Energía para los diferentes tipos de reactores, Análisis comparativo de los reactores químicos, Dimensionamiento de los reactores químicos, Reactores en Serie y en Paralelo del mismo tamaño, Reactores homogéneos Isotérmicos, Reactores Homogéneos No-Isotérmicos, Reactores Heterogéneos, Reacciones Catalizadas por sólidos, Diseño de Reactores Catalíticos, Diseño de reactores electroquímicos, Diseño para reacciones múltiples, Material de construcción para los diferentes tipos de reactores.

### Bibliografía

- Fogler H.S. "Elements of Chemical Reaction Engineering".4ª ed. Prentice-Hall; (2005)
- Levenspiel, O. "Ingeniería de las reacciones químicas". 3ª. Ed. Reverté (1999).
- Smith, J.M. "Chemical Engineering Kinetics". 3a ed. Mc Graw-Hill (1981).

## Ingeniería de Procesos

<b>Créditos</b>	<b>6</b>	<b>Horas</b>	<b>4</b>	<b>Pre-requisitos</b>	<b>NO</b>
-----------------	----------	--------------	----------	-----------------------	-----------

### Justificación:

Esta experiencia educativa se fundamenta en la necesidad de adquirir los conocimientos en el diseño de equipo de proceso, los conocimientos básicos relacionados con la industria de procesos para los servicios y equipos que forman parte de la producción de bienes y servicios, así como conocer las técnicas empleadas para el desarrollo, transferencia y adaptación de tecnología apropiada a la realidad.

### Metodología de Trabajo

Exposición oral del catedrático con ayudas graficas y/o audiovisuales, discusión de problemas y resolución de ejercicios.

Participación del estudiante en la solución de problemas e investigación de temas a tratar.

A lo largo del curso los estudiantes, en equipos de trabajo, llevarán a cabo un proyecto aplicando los conceptos y principios aprendidos.

### Objetivo General

Que el alumno sea capaz de identificar, observar, analizar, comparar e interpretar los diferentes componentes y partes de los procesos de transformación que se utilizan en la industria para desarrollar el trabajo en la industria de procesos químicos.

### Evaluación

Exámenes parciales	60%
Participación en prácticas y actividades extra-clase.	20%
Tareas e investigación.	20%

### Contenido Temático

Conceptos de Ingeniería de procesos, Análisis de Diagrama de Flujo de Procesos (DFP) y determinación de grados de libertad; Modelos matemáticos. Simulación con software; Optimización lineal y dinámica.

### Bibliografía

Douglas, J. M., Conceptual Design of Chemical Processes, New York, McGraw Hill, 1988.

Smith, R., Chemical Process Design, New York, Mc Graw-Hill, 1995.

Biegler, L. T., Systematic Methods of Chemical Process Design, Prentice - Hall, 1997.

Turton, R., Analysis, Synthesis & Design of Chemical Processes, Prentice-Hall, 1998.

## Ingeniería de Proyectos

Créditos	6	Horas	3	Pre-requisitos	NO
----------	---	-------	---	----------------	----

### Justificación:

Esta experiencia educativa se fundamenta en la necesidad del ingeniero químico, en su desarrollo profesional, de aplicar las herramientas necesarias para la realización de un proyecto de una planta química en cualquiera de sus fases: ingeniería conceptual, ingeniería básica e ingeniería de detalle, así como, en la administración para su construcción y puesta en operación.

### Metodología de Trabajo

Exposición oral del catedrático con ayudas gráficas o audiovisuales, de la metodología aplicada a la ingeniería de proyectos.

Participación del estudiante en la investigación de los conceptos y principios de la ingeniería de proyectos y su discusión en el salón de clases.

A lo largo del curso los estudiantes, en equipos de trabajo, llevarán a cabo un proyecto aplicando los conceptos y principios aprendidos.

### Objetivo General

Proporcionar al alumno los conocimientos necesarios de la ingeniería de proyectos desarrollando cada una de las etapas: la ingeniería conceptual, básica y de detalle para una planta química, aplicando los principios básicos de la administración de proyectos y propiciando el desarrollo de diversas habilidades necesarias para su ejecución.

Como son la integración de los diversos conocimientos adquiridos durante la carrera y la capacidad de interactuar con otras disciplinas de la ingeniería tales como ingeniería civil, eléctrica, electrónica y mecánica, instrumentación y de tuberías, administración y finanzas.

### Evaluación

Exámenes parciales	60%
Participación en proyecto y actividades extra clase.	25%
Participación en clase.	15%

### Contenido Temático

Desarrollo de la Ingeniería de Proyectos, Viabilidad de los Proyectos, Administración de Proyectos, Ingeniería Básica, Ingeniería de Detalle, Ingeniería de Procura y el proceso de Licitación, la Construcción y Arranque de la Planta, Integración del Libro del Proyecto.

### Bibliografía

Project Management Body of Knowledge, Project Management Institute, 2000.  
Ludwig, E., Applied Project Engineering and Management, Gulf Publishing, 1988.  
Coulson, & Richardson, Chemical Engineering Design, 3a Ed Butterworth. 1999.  
Ray, M. Chemical Engineering Design Project, Gordon and Breach Publication, 1998.

## Ingeniería de Control

Créditos	6	Horas	4	Pre-requisitos	NO
----------	---	-------	---	----------------	----

### Justificación

El ingeniero Químico además de diseñar los procesos de transformación de productos químicos debe ser responsable de mantener el proceso operando en el estado establecido a pesar de perturbaciones en las variables de entrada o ambientales.

### Metodología de trabajo

Exposición oral del catedrático con ayudas graficas y/o audiovisuales, discusión de problemas y resolución de ejercicios.

Participación del estudiante en la solución de problemas e investigación de temas a tratar.

A lo largo del curso los estudiantes, en equipos de trabajo, llevarán a cabo un proyecto aplicando los conceptos y principios aprendidos.

### Objetivo general

El estudiante identifica, maneja, analiza y aplica la metodología aprendida en la Ingeniería de Control para la solución de problemas de diseño en los procesos químicos, con una postura creativa y critica de análisis, de responsabilidad y participación al aplicar sus conocimientos sobre los diferentes casos de estudio.

### Evaluación

Exámenes parciales	60%
Participación en prácticas y actividades extra-clase.	20%
Tareas e investigación.	20%

### Contenido temático

Introducción a la teoría de la Ingeniería de control. Matemáticas para el análisis de control. Sistemas Dinámicos. Diseño de sistemas de control de Lazo Cerrado. Espacio de Estado Lineal. Dinámica con variables distribuidas en el espacio. Arquitectura avanzada de control. Algoritmos avanzados de control.

### Bibliografía

- Smith y A.B. Corripio. Control automático de Procesos, Teoría y Práctica. 1ª Ed. Noriega-Limusa 1992
- Stephanopoulos. G. Chemical Process Control. An introduction to Theory and Practice. Prentice Hall, 1994
- K. Ogata. Modern Control Engineering 5a Ed. Prentice Hall, 2009
- Manual para el simulador de MATLAB. MathWork Inc.2009
- Douglas J. Cooper. Practical Process Control Using Control Station. Control Station LLC. 2009

## Ingeniería Económica

Créditos	6	Horas	3	Pre-requisitos	NO
----------	---	-------	---	----------------	----

### Justificación:

El estudiante de la ingeniería química deberá conocer y aplicar la metodología más adecuada en la formulación y evaluación económica de proyectos industriales que justifiquen su implementación física y financiera.

### Metodología de Trabajo

Exposición oral del catedrático con ayudas graficas y/o audiovisuales, discusión de problemas y resolución de ejercicios.

Participación del estudiante en la solución de problemas e investigación de temas a tratar.

A lo largo del curso los estudiantes, en equipos de trabajo, llevarán a cabo un proyecto aplicando los conceptos y principios aprendidos.

### Objetivo General

Al término del curso, el alumno deberá conocer los principios de economía y adquirir las habilidades suficientes para formular un proyecto, estableciendo el plan y las estrategias que aplicará en cada una de las etapas que constituyen su desarrollo, empleando la metodología para su evaluación económica, identificando y evaluando los factores más relevantes para decidir el sitio idóneo para construir la planta. Y por último, la preparación del reporte final del proyecto.

### Evaluación

Exámenes parciales	60%
Participación en proyecto y actividades extra-clase.	25%
Participación en clase.	15%

### Contenido Temático

Entorno Económico.

Formulación de Proyectos.

Evaluación económica de Proyectos.

Localización del sitio para ubicar la planta.

Reporte ejecutivo del Proyecto.

### Bibliografía

Ramírez Plazas Jaime, Introducción a la Formulación y Evaluación de Proyectos, 2001, Fondo Educativo Panamericano.

Baca Urbina Gabriel, Evaluación de Proyectos. 4ª Ed. Mc Graw Hill 2001

ILPES, Guía para la presentación de proyectos, 2002 Santiago de Chile

## Administración

Créditos	3	Horas	3	Pre-requisitos	NO
----------	---	-------	---	----------------	----

### Justificación

El alumno podrá desarrollar y aplicar en la empresa los conocimientos de la administración: la planeación, organización, integración, dirección y control.

### Metodología de Trabajo

Exposición oral del profesor con ayudas gráficas y audiovisuales.

Lecturas extramuros del estudiante.

Discusiones grupales en torno a los temas, ejercicios y prácticas

### Objetivo General

El estudiante investiga casos a partir de los conceptos fundamentales de la evolución de la administración, la planeación, organización, integración, dirección y control, podrá desarrollar, en grupo o individual aplicando estos conocimientos en la empresa y en la industria requerido para su correcta utilización con respeto, compromiso y responsabilidad que le permitan involucrarse de manera positiva en problemas relacionados con las necesidades del entorno social, en el contexto de la empresa donde pueda aplicar cada uno de los elementos del proceso administrativo que servirán de apoyo para la comprensión, análisis y solución a los problemas administrativos en la industria.

### Evaluación

La evaluación será de la manera siguiente:

Tres exámenes parciales con un valor del	50%
Tareas o trabajos asignados con un valor del	30%
Reporte de simulación de un negocio	20%

### Contenido Temático

Introducción a la Administración y las Organizaciones. Administración y sociedad: ambiente externo, responsabilidad social y ética. Administración global, comparada y de calidad. Escuela de las relaciones humanas. Escuela estructuralista y de sistemas. Escuela cuantitativa. Planeación. Organización. Integración de personal. Dirección y Control.

### Bibliografía

Hernández, S. Introducción a la Administración. 4a.Ed. Mc. Graw Hill. 2007  
Koontz, H. Administración una perspectiva global. 9ª Ed. Mc Graw Hill, 1998  
Robles, G. Administración: Un enfoque interdisciplinario. Pearson. 1999  
Robbins, C. Administración. 8ª Ed. Prentice Hall, 2005  
Hellriegel, D. Administración. 7a. Edición. Thompson 1998  
Terry, G. Principios de Administración. 10ª. Ed. CECSA 1998.  
Chiavenato, I. Introducción a la Teoría General de la Administración. 7ª. Ed. Mc. Graw Hill. 2006

## Desarrollo sostenible

Créditos	3	Horas	3	Pre-requisitos	NO
----------	---	-------	---	----------------	----

### Justificación

El Desarrollo Sustentable ha sido concebido como aquel fundamento teórico o metodológico que hoy día da lugar a estudios académicos, programas y planes de gobierno para impulsar el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”.

### Metodología de Trabajo

Exposición oral del profesor con ayudas gráficas y audiovisuales.  
Lecturas extramuros del estudiante.  
Discusiones grupales de los temas del curso.

### Objetivo General

Difundir la idea de la producción limpia. Promover el consumo de energías renovables, para entregar a las generaciones venideras la posibilidad de mejorar su calidad de vida sin destrucción de los recursos naturales renovables del planeta y con protección de la biodiversidad

### Evaluación

La evaluación será de la manera siguiente:

Tres exámenes parciales con un valor del	40%
Investigación documental	30%
Reporte de visitas al medio ambiente	30%

### Contenido Temático

Importancia del Desarrollo Sustentable. Población humana, situación mundial actual, control y situación en México. Contaminación del agua, del aire y del suelo. Pérdida de biodiversidad. Residuos sólidos y peligrosos. Problemas del medio ambiente por continentes. Acción ciudadana, Energías renovables, Empresas sustentables.

### Bibliografía

- En Kerlin E.C., Cano G., Garza R.A., Vogel E., 1997, Ciencia Ambiental y Desarrollo Sustentable, Internacional Thomson Editores, México.
- INE 1995, Programa del Medio Ambiente, 1995 – 2000, México
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Nebel B.J., 1999, Ciencias Ambientales: Ecología y Desarrollo Sustentable, Prentice Hall, México.
- Millar G. Tyler, 1992, Ecología y Medio Ambiente, Grupo Editorial Iberoamericana, México.
- Mugica A.V., Figueroa L.J., 2001, Contaminación Ambiental, Causas y Control, UAM, México.

## Seguridad e Higiene

Créditos	3	Horas	3	Pre-requisitos	NO
----------	---	-------	---	----------------	----

### Justificación

Se proveen los recursos de análisis y toma de decisiones que el alumno necesita en su práctica profesional. Se aplican las herramientas necesarias para realizar un análisis de riesgos y un estudio de seguridad industrial.

### Metodología de Trabajo

Exposición oral del profesor con ayudas gráficas y audiovisuales.  
Lecturas extramuros del estudiante.  
Resolución en equipo de casos de estudio  
Discusiones grupales de problemas de clase

### Objetivo General

El estudiante identifica, maneja, analiza y explica la metodología requerida a la solución de problemas de seguridad e higiene, revisando diferentes casos de estudio.

### Evaluación

La evaluación será de la manera siguiente:

Tres exámenes parciales con un valor del	70%
Tareas o trabajos asignados con un valor del	20%
Investigación documental	10%

### Contenido Temático

Marco legal. Evolución de los conceptos de seguridad industrial. Higiene industrial. Seguridad en el diseño de la maquinaria, equipo y recipientes a presión (Normas ESMA). Equipo de protección personal y protección de maquinaria y equipo de proceso industrial. Costos de accidentes. Prevención y combate de incendios. Generación, manejo, transporte y confinamiento de sustancias tóxicas o peligrosas. Análisis de riesgos industriales. Contaminación atmosférica y ruido industrial. Medio ambiente laboral (ergonomía). Programa interno de protección civil de la empresa.

### Bibliografía

Cortés Díaz, José María. Seguridad e Higiene del Trabajo. Técnicas de prevención de riesgos laborales. Tercera Edición. Edit. Alfa Omega. México 2006.  
Asfhal, C. Ray. Seguridad Industrial y Salud. Cuarta edición. Edit. Pearson Educación. México 2000.  
Grimaldi, Simonds. La Seguridad Industrial, su administración. 5ª edición. Representaciones y servicios de ingeniería.  
Healy, Emergency and disaster planning. Edit. Wiley and Sons. México 2001.  
Morgan. Human engineering guide to equipment design. Mc Graw Hill. México 2000.

## Servicio Social

<b>Créditos</b>	<b>12</b>	<b>Horas</b>	<b>8</b>	<b>Pre-requisitos</b>	<b>NO</b>
-----------------	-----------	--------------	----------	-----------------------	-----------

### Justificación

El Servicio Social brinda a los estudiantes la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos en las aulas a través de la realización de trabajos específicos para los diferentes sectores de la sociedad a quienes devuelven de esta forma y el apoyo brindado con sus aportaciones a través de los impuestos, para el desarrollo de la educación pública, para apoyar el desarrollo del Estado, y de esta manera, vincular a la Universidad Veracruzana y de manera específica a los programas de Ingeniería Química con los diferentes Sectores.

### Metodología de Trabajo

Acumulación de 480 horas por parte del alumno en la estancia a realizar  
Desarrollo y solución de problemáticas específicas en función de la estancia  
Entrega periódica de reportes de avances.  
Exposición de Resultados

### Objetivo General

El Estudiante aplicara sus conocimientos de planeación, del Área Básica General, del Área de Formación Básica en la Disciplina, de Iniciación a la Disciplina y de Formación Disciplinar ubicándolas en el contexto en el que desarrolla la experiencia educativa. En cuanto a las habilidades, es necesario que el alumno aplique técnicas de trabajo en equipo, socialización, comunicación efectiva, observación, evaluación, etc.

### Evaluación

La evaluación será de la manera siguiente:

Reportes de actividades	40%
Investigación documental	30%
Presentación y entrega del reporte	30%

### Contenido Temático

Planeación del trabajo, Integración en equipos de trabajo, Desarrollo del proceso y el sector en donde se desarrolla el Servicio Social, Aplicación de técnicas de aprendizaje basado en solución de problemas, Lectura e interpretación de planos utilizados en el sector productivo, Principales operaciones y procesos unitarios en la Ingeniería Química, Ingeniería de los Procesos: Síntesis, Análisis, Optimización y Control de los Procesos.

### Bibliografía

El alumno recuperará las fuentes de otras Experiencia Educativas de acuerdo con sus necesidades.

## Experiencia Recepcional

Créditos	12	Horas	8	Pre-requisitos	NO
----------	----	-------	---	----------------	----

### Justificación

Al finalizar, El alumno lograra el desarrollo de un trabajo práctico científico o técnico, en el cual el sustentante diseña o desarrolla proyectos, prototipos de aparatos o instrumentos de aplicación en la industria, la investigación o la docencia, demostrando su utilidad ante un público seleccionado según el propósito del trabajo, manteniendo el grado de calidad del trabajo recepcional de los egresados de la Facultad de Ciencias Químicas

### Metodología de Trabajo

Entrega de protocolo de la temática de interés  
Entrega periódica de reportes de avances.  
Entrega de trabajo recepcional escrito  
Presentación y disertación del tema desarrollado

### Objetivo General

El estudiante conoce y maneja la metodología de investigación científica a partir de teorías propias de la disciplina a través de una actitud de responsabilidad, puntualidad, participación, colaboración y creatividad para la resolución de problemas propios de la ingeniería química.

### Evaluación

La evaluación será de la manera siguiente:

exposición de actividades	40%
Investigación documental	10%
Trabajo Recepcional	50%

### Contenido Temático

Introducción, Preconcepción de ideas para formular planteamientos de problemas, Elección del tema, Elaboración del Marco Teórico e hipótesis, Estrategias para el desarrollo del trabajo recepcional, Diseño general del trabajo recepcional, Adopción de objetivos, Recopilación, análisis y ordenamiento del material.

### Bibliografía

El alumno recuperará las fuentes de otras Experiencia Educativas de acuerdo con sus necesidades.

## **X. Perfil del egresado**

La Universidad Veracruzana prepara profesionales provistos de sólidos conocimientos en la ingeniería química tales como las ciencias básicas y matemáticas, ciencias de la ingeniería, ingeniería aplicada, ciencias sociales y humanísticas, además de habilidades investigativas, creativas, analíticas y de síntesis, así como de los valores de liderazgo, responsabilidad, honradez y honestidad, entre otros, para desarrollar las capacidades de:

- Diagnosticar, planear, administrar y controlar procesos en los cuales se efectúen cambios físicos y químicos, para transformar materias primas en productos elaborados o semielaborados que satisfagan las demandas industriales y humanas; diseñar, establecer y ejecutar programas para controlar y garantizar la calidad y utilización de tales productos.
- Diseñar, construir, instalar plantas y equipos; planear la construcción y la puesta en operación de instalaciones industriales.
- Diagnosticar, evaluar, seleccionar, gestionar y adaptar tecnologías adecuadas a las necesidades mundiales, y evaluar el impacto de tales tecnologías en el medio ambiente, así como desarrollar programas de educación ambiental.
- Desarrollar procesos y seleccionar equipos que garanticen la preservación del medio ambiente.
- Investigar y/o desarrollar nuevos e innovadores procesos de transformación, para la solución de problemáticas de necesidades sociales y económicas relacionadas con su competencia.

## **XI. Procedimientos y métodos de evaluación**

Generalmente se recomiendan 3 parámetros de evaluación, Tareas, Exámenes y Proyectos, quedando la ponderación según el programa de estudios de la EE correspondiente. La escala de calificaciones será del 1 al 10, siendo la mínima aprobatoria 6; las demás especificaciones procedimentales están contenidas en el estatuto de los alumnos

<http://www.uv.mx/universidad/doctosofi/leguni/estatutos/documents/estatutodelosalumnos2008.pdf>

## **XII. Formas de acreditación del servicio social**

El servicio social es la actividad formativa y de aplicación de saberes que, de manera individual o grupal, temporal y obligatoria, realizan los estudiantes, en beneficio de la sociedad y de la propia institución. Los fines del servicio social, así como las reglas bajo las que debe desempeñarse, se establecen en el Reglamento correspondiente.

Para el cumplimiento del servicio social se observará lo siguiente:

- Puede prestarse en la propia institución o en los sectores público, social y privado;

- La prestación del servicio social no generará relaciones de carácter laboral entre quien lo presta y quien lo recibe; y
- La duración del servicio social no puede ser menor de seis meses ni mayor de un año, ni cubrir un tiempo menor de 480 horas, y puede realizarse en uno o dos períodos escolares continuos.

### **Requisitos para servicio social**

- Cumplir como mínimo con el 70% de los créditos del programa educativo. La Junta Académica determinará si este porcentaje se incrementa, atendiendo el perfil profesional requerido;
- Realizar la inscripción en la experiencia educativa de acuerdo con la oferta académica de su entidad, en las fechas que se ofrezcan;
- Cumplir con un mínimo de 480 horas de prestación del servicio, en un plazo no menor de seis meses ni mayor de un año. El plan de estudios respectivo debe establecer, en uno o dos periodos, la duración del servicio social. Cuando la duración sea de dos periodos, el alumno deberá cursarla de manera continua y con una sola inscripción;
- Cuando el alumno se encuentre en el último periodo escolar, de acuerdo con el tiempo máximo de permanencia permitido, y no haya iniciado la acreditación del servicio social, sólo podrá realizarlo en un período;
- En el caso de no acreditarla en el proceso de evaluación señalado en el programa de la experiencia educativa en primera inscripción, deberá cursarla nuevamente;
- En aquellos casos en que el alumno interrumpa el servicio social, de manera temporal y por causa grave, deberá presentar documentación de la dependencia en la que se encontraba realizando dicho servicio y solicitar al Consejo Técnico u órgano equivalente la procedencia y el aval del tiempo realizado. Si la respuesta es favorable, el alumno podrá realizar en el tiempo establecido su segunda inscripción para completarlo; y
- El alumno inscrito en la experiencia educativa y beneficiado con una beca debe cumplir con los requisitos de la institución que le otorgue dicho apoyo para la realización del servicio social.

El Servicio Social (SS) puede preferentemente articularse con la Experiencia Recepcional (ER), de manera que la culminación del Servicio Social sea la obtención del trabajo para acreditar la Experiencia Recepcional. Por ejemplo, un reporte de investigación, producto del Servicio Social; una monografía producto del diagnóstico de un problema de la comunidad. El titular de ambas experiencias educativas (EE) puede ser un mismo docente o pueden ser distintos académicos titulares de cada una de las dos EE que trabajan coordinadamente y que conozcan de los dos ámbitos de trabajo (el del SS y el de ER). Así, los responsables de la ER deben tener como tarea vigilar la correcta conclusión del trabajo escrito.

### **XIII. Requisitos y modalidades para la obtención del grado**

Para obtener el título de Ingeniero Químico el alumno deberá cubrir el total de los 350 créditos del programa educativo, incluyendo la experiencia educativa llamada Experiencia Recepcional, con valor de 12 créditos, esta experiencia educativa tiene como objetivo que el estudiante presente un trabajo recepcional o acreditándola de acuerdo con lo establecido en el estatuto de los alumnos vigente (artículos 51 y del 78 al 82). Las modalidades son:

- I. Por trabajo escrito, bajo la modalidad de tesis, tesina, monografía, reporte o memoria y las demás que apruebe la Junta Académica de cada programa educativo;
- II. Por trabajo práctico, que puede ser de tipo científico, educativo o técnico;
- III. Por promedio, cuando hayan acreditado todas las experiencias educativas del plan de estudios con promedio ponderado mínimo de 9.00 en ordinario en primera inscripción, en los casos que así lo apruebe la Junta Académica;
- IV. Por examen general de conocimientos; y
- V. Por presentación de documentos de acuerdo con lo establecido en el artículo 51 de este Estatuto.

### **XIV. Estudio presupuestario y laboral**

El programa educativo de Ingeniería Química se sostiene económicamente a través de los recursos aportados anualmente por la Universidad, para lo cual se deberá elaborar un POA (Programa Operativo Anual) que contempla: equipos de laboratorio, reactivos, mobiliario, asistencia de alumnos y maestros a eventos académicos, etc. Además anualmente se reciben recursos adicionales para equipamiento y actividades académicas a través del PIFI (Programa Institucional de Fortalecimiento Institucional).

El personal académico para el programa educativo es contratado a través de convocatoria y examen de oposición considerando como factores para la evaluación: el grado académico, la experiencia laboral, la experiencia docente y demostración práctica de conocimientos.

### **XV. Perfil del docente**

El docente debe ser preferentemente Ingeniero Químico con estudios de posgrado disciplinar relacionado con las Experiencias Educativas a impartir. En algunas experiencias educativas, sobre todo en las del área básica general y las del tronco común con las ingenierías, el perfil puede ser ampliado a otras disciplinas, siempre acorde con la experiencia educativa a impartir, pero en todas ellas es indispensable que el docente esté capacitado y actualizado en cursos pedagógicos y disciplinarios. Es deseable que el académico que imparta las experiencias educativas de las áreas terminales posea experiencia profesional en ese campo de trabajo.

## **XVI. Líneas de generación y aplicación del conocimiento**

Estas son muy diversas ya que se cuenta con cinco campus, todas ellas con características propias de la región donde se oferta el programa educativo de Ingeniería Química, y son las siguientes:

### **Región Poza Rica-Tuxpam**

#### **Ingeniería y procesos ambientales**

Se requiere desarrollar procesos alternativos para poder aprovechar y darle valor agregado a los productos regionales cuidando el entorno ecológico y proponer alternativas de solución y mitigación en los procesos ambientales.

#### **Ingeniería y procesos en el desarrollo sustentable**

Diseño y realización de proyectos sustentables que involucren por una parte a la ingeniería de procesos y sus disciplinas cercanas; así como todas aquellas técnicas, tecnologías y metodologías ambientales para que ayuden a resolver problemas académicos, del sector industrial, de los sectores servicios y social; en actividades de investigación y asesoría relativas al análisis paisajístico ambiental y obras civiles requeridas para el aprovechamiento de las márgenes de los afluentes del Río Cazones.

### **Región Xalapa**

#### **Prevención, mitigación y control de la contaminación ambiental**

Las diferentes actividades humanas generan residuos líquidos, sólidos y gaseosos, que contaminan y ponen en riesgo la estabilidad de los ecosistemas, por lo que es necesario el desarrollo de tecnología que permita minimizar y controlar los impactos ambientales originados.

#### **Desarrollo de ingeniería química y aplicación al medio ambiente**

Está enfocada al desarrollo y mejora de procesos químicos generando soluciones de innovación en ingeniería aplicadas a procesos, productos, materiales y métodos.

#### **Instrumentos y estrategias de gestión ambiental**

Persigue el estudio, la investigación la docencia y la aplicación de herramientas, instrumentos, metodologías y tecnologías para la gestión ambiental, tanto pública como privada, de los recursos naturales.

#### **Políticas públicas en materia ambiental**

Persigue el estudio, la investigación la docencia y la aplicación de políticas públicas ambientales, tanto en el país, como bajo una óptica comparada.

### **Diseño y simulación de procesos**

Persigue el estudio, la investigación la docencia y la aplicación de herramientas, instrumentos, metodologías y tecnologías para el diseño y análisis de procesos químicos y biológicos.

### **Reología y caracterización de materiales**

Persigue el estudio, la investigación la docencia y la aplicación de la ciencia e ingeniería de materiales y los fenómenos de transporte.

### **Implementación de tecnologías alternativas**

Persigue el estudio, la investigación la docencia y la aplicación para el desarrollo, implementación y adaptación de tecnologías alternativas.

### **Formulación y evolución de proyectos de ingeniería**

La formulación y evolución de proyectos de Ingeniería están asociadas a la práctica de las carreras de Ingeniería Ambiental e Ingeniería Química, en ello se tomara en cuenta la Evaluación Económica, Social, Ambiental y de riesgo, la Investigación, Desarrollo e Implementación de los proyectos con Técnicas de escalamiento.

### **Modelización y gestión ambiental sustentable**

Se pretende aplicar modelos matemáticos a los sistemas ambientales y de neurociencia, desarrollar sistemas inteligentes para apoyo a los diagnósticos y gestión de la calidad en los procesos productivos, para su análisis y predicción de eventos que permita interpretar resultados y aplicar soluciones que contribuyan a una gestión adecuada y sustentable.

### **Bioteología para el aprovechamiento de residuos agroindustriales**

Desarrollar bioteologías como una alternativa para el aprovechamiento de residuos agroindustriales generando productos de valor agregado.

### **Remediación de aire, agua y suelo**

Desarrollar y aplicar tecnologías de control de contaminación de aire, agua y suelo mediante la aplicación de procesos físicos, químicos, biológicos y térmicos.

### **Tecnologías para la gestión integral de residuos sólidos**

Desarrollar y aplicar tecnologías para la gestión integral de residuos sólidos urbanos, residuos sólidos de manejo especial y residuos peligrosos.

## **Región Córdoba-Orizaba**

### **Análisis integral y control de procesos industriales y de ingeniería**

Aplicación y/o diseño de metodologías para la evaluación y mejoramiento de procesos industriales y de ingeniería, así como el aseguramiento de la calidad de los productos respecto a restricciones de seguridad, ambientales y organizacionales. Para esto se considera la caracterización de materias primas y la valoración de la energía en los procesos de transformación, químicos,

biológicos o industriales. Así como el cálculo, simulación, optimización y control de procesos de ingeniería, en relación con su factibilidad y seguridad, conservando el objetivo principal de contribuir al conocimiento básico necesario para mejorar los procesos y a la innovación de los mismos, vinculando la generación y aplicación del conocimiento en el aspecto investigación-docencia y difusión, en revistas y foros especializados.

### **Bioprocesos de tratamiento de aguas residuales**

Se ocupa de estudiar las vías de degradación aerobia y anaerobia de compuestos contaminantes presentes en agua, para proponer trenes de tratamiento adecuados para la biodegradación de los mismos.

### **Control de la contaminación en suelos**

Se ocupa de los procesos fisicoquímicos y biológicos que intervienen en las alteraciones de la composición de los suelos y analiza y prueba las alternativas de solución a problemas concretos de contaminación favoreciendo la vía de la biorremediación.

### **Región Minatitlán-Coatzacoalcos**

#### **Desarrollo de materiales aplicados a procesos químicos**

Se enfoca a la síntesis, caracterización y modelado de materiales poliméricos , cerámicos y diversos incluyendo catálisis para modelado de materiales poliméricos.

#### **Ingeniería ambiental y sostenibilidad. Recursos energéticos**

Se enfoca al estudio del deterioro ambiental y de los procesos de contaminación en agua, aire y suelo a través de la medición de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para la calidad de los mismos, permitiendo la aplicación de tecnologías fisicoquímicas y biológicas innovadoras que mitiguen los efectos adversos a los ecosistemas, sirviendo a su vez como información referencial para el establecimiento de la incidencia del cambio climático global en las variables fisicoquímicas propias especialmente en: remediación contaminación de agua, suelo y aire ecotoxicología.