



Journal of the Mexican Chemical Society  
ISSN: 1870-249X  
[editor.jmcs@gmail.com](mailto:editor.jmcs@gmail.com)  
Sociedad Química de México  
México

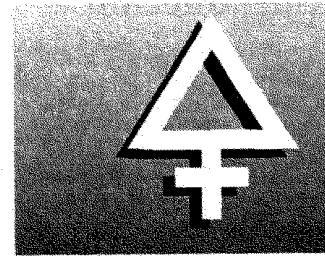
Anaya Durand, Alejandro  
La ingeniería química en la modernización tecnológica  
Journal of the Mexican Chemical Society, vol. 41, núm. 2, marzo-abril, 1997, pp. 77-85  
Sociedad Química de México  
Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47541206>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en [redalyc.org](http://redalyc.org)

# La ingeniería química en la modernización tecnológica

M.I. Alejandro Anaya Durand



Se recibió sin dirección

1<sup>a</sup> recepción: febrero de 1996

2<sup>a</sup> recepción: abril de 1996

## Resumen

**L**a ingeniería química ha impactado a la sociedad de muchas formas. Muchos de los gustos y necesidades de la sociedad son resultado directo de los esfuerzos de los Ingenieros Químicos en cooperación con sus colegas los Químicos. El trabajo del Ingeniero Químico se extiende a la producción de antibióticos, fertilizantes, agroquímicos, polímeros especiales para usos médicos, compuestos poliméricos de alta resistencia, fibras y textiles sintéticos y mucho más. Presenta un amplio panorama de la participación de la Ingeniería Química en los siguientes campos de oportunidad: Ecología, Conservación de la Energía, Salud, Investigación y Desarrollo, diseños de plantas y materiales avanzados. Además, las consecuencias sociales de la Ingeniería Química son también discutidas. Algunas reflexiones relacionadas con el papel de la Ingeniería Química orientada hacia el alza de el nivel de vida, oportunidades de trabajo y la industrialización de la Nación Mexicana, son comentadas. La tarea de la enseñanza de la Ingeniería Química es discutida en este trabajo, mostrando las necesidades particulares en términos de conocimientos, habilidades y actitudes.

Finalmente, en este trabajo se presentan recomendaciones para los diferentes sectores (industrial, gobierno, académico, centros de investigación de sociedades profesionales, etc.), relacionadas al soporte que la Ingeniería puede dar; aún más, puede contribuir, para contribuir para la modernización tecnológica de México.

## Abstract

**O**Chemical Engineering has impacted on society in many ways. So much of the society goods and needs is a direct result of the efforts of Chemical Engineers in cooperative with their Chemist Colleagues. The work of Chemical Engineering is extended to the production of antibiotics, fertilizers, agricultural chemicals, special polymers for the medical devices, high strength polymer compositors, synthetic fibers and fabrics, and much more.

This paper presents a broad picture of the Chemical Engineering participation in the following opportunity fields : Ecology, Energy, conservation, Health, research and development, plant design and advanced materials. Besides, the social concerns of Chemical Engineering are also discussed. Some reflections related to the paper of Chemical Engineering oriented to upgrade the life level, job opportunities and the industrialization of the Mexican nation are commented. The task of Chemical engineering teaching to the future professionals is discussed in this paper, showing the particular needs in the terms of knowledge, skills and attitudes.

Finally, in this work are presented some recommendations to different sectors (Industrial, government, academia, research centers of professional societies, related to the support that Chemical Engineering can do, even more, to contribute to the technological modernization of México.

• educación química

## Introducción

**E**l mundo vive otra revolución tecnológica. A partir de la década de los 70 se han logrado avances tecnológicos que han modificado substancialmente los patrones de consumo, del manejo de información y de las relaciones políticas y económicas en el mundo. La economía de los países industriales depende en gran medida del desarrollo tecnológico que les permite producir a bajo costo materiales de alta calidad con abatimiento en la mano de obra por la automatización y ahorros en el consumo de energía, al orientar la producción industrial hacia productos químicos intensivos en tecnología. La Ingeniería Química ha sido, sin lugar a dudas, una de las disciplinas cuya aportación ha sido determinante en esta acelerada modificación del desarrollo industrial.

La revolución tecnológica que se está viviendo, es de tal importancia que se considera necesario dar un panorama global de la misma: El estudio intensivo de la química y la petroquímica ha hecho posible el desarrollo de nuevos materiales con propiedades sorprendentes; así por ejemplo se tienen actualmente cerámicas, elastómeros, polímeros, etc. Que sustituyen rápidamente a materiales "naturales", tales como el acero, el aluminio y otros metales. Se cuenta ya con fibras ópticas que están revolucionando su aplicación en campos tales como medicina, electrónica, las comunicaciones, entre otras.

Por otro lado, el estudio de la biotecnología, es decir, el procesamiento de sistemas vivos, ha hecho que se obtengan nuevas enzimas cuya capacidad para promover procesos químicos, abre inmensas posibilidades a la obtención de derivados sintéticos de alto

contenido proteico y otros "superalimentos", que seguramente modificarán los hábitos alimenticios de la humanidad. En el campo de los procesos de transformación, los avances no han sido menos sorprendentes. El control de procesos, todavía incipiente hasta los años 70, han tenido un auge inusitado con el uso de sistemas de control distribuido, que permite el ajuste de una gran cantidad de variables a través de sistemas de cómputo con lo que es posible analizar, corregir y controlar procesos industriales de alta complejidad con una precisión, que hasta hace apenas una década, hubiera sido imposible de lograr.

Los avances en el campo de la computación aunados a los sistemas de inteligencia artificial y especialmente la robótica, son de aplicación cada vez más intensiva, desplazando al hombre en la operación y control de plantas, lo que tiene, entre otros resultados, la obtención de productos de alta calidad con un mínimo de piezas y compuestos fuera de especificaciones.

Cabe señalar que en el campo de la computación, los descubrimientos de elementos capaces de almacenar información en pequeños volúmenes, los "chips", han hecho que los sistemas de cómputo sean cada vez más pequeños, con el consecuente y asombroso aumento en su capacidad de procesamiento y bajo costo.

Como se puede observar, el avance de la industria química y su contribución al progreso, han sido determinantes en esta época. Sin embargo, es importante indicar que los desarrollos señalados, se han logrado en unos cuantos países, que han entrado de lleno a la conquista de los mercados internacionales, a través de la comercialización intensiva de las nuevas tecnologías, lo que les ha traído consigo grandes beneficios económicos, por el alto

valor agregado que representa el "know how", mucho mayor que el correspondiente por concepto de materiales, energía o mano de obra utilizada.

Como consecuencia de lo anterior, resulta mejor negocio para los países industrializados, desarrollar procesos intensivos en tecnología que intensivos en energía. Por esta razón dichos países tienen cada vez más interés y destinan mayores recursos en el desarrollo tecnológico de los campos que se han mencionado, ya que se ha demostrado que la tecnología en el momento actual es un "producto" que ofrece altas utilidades.

Dentro de este contexto, la industria química mexicana se ha rezagado. La industrialización del país en el periodo 1940-1970 no contempló la innovación tecnológica, ya que la estructura de mercados cautivos y la relativa poca competencia en la calidad, propició la falta de interés en este renglón: También la abundancia relativa de energéticos, estimuló procesos de transformación primaria intensiva en el uso de la energía.

Este desarrollo industrial ha creado situaciones críticas en la economía nacional, ya que la hace depender fuertemente de su producción petrolera, siderúrgica y eléctrica. La fabricación de productos que incorpora tecnología intensiva ha sido más bien pobre y su impacto en la economía no es significativo.

## La Ingeniería Química y la Preservación del Ambiente

El deterioro ambiental es un problema, del cual la sociedad mexicana está demandando, cada vez con mayor urgencia, soluciones

específicas. Quizá como ninguna otra disciplina, la Ingeniería Química debe responder a estas demandas con soluciones técnicas viables y adecuadas a la problemática nacional. El planteamiento de soluciones en la prevención y procesamiento de desechos, así como el diagnóstico y prevención de problemas ambientales, son aspectos para los que la Ingeniería Química debe dar respuesta.

La modificación del entorno se debe en gran medida a los procesos de transformación que se llevan a cabo en la industria o en equipos donde efectúan procesos tóxicos de tipo químico. Los desechos sólidos, líquidos y gaseosos impactan la calidad del suelo, del agua y del aire, en esta área la participación de la Ingeniería Química es fundamental, por ser la que puede proponer soluciones integrales que ataquen las causas y eviten hasta los últimos efectos de tales emisiones. La Ingeniería Química deberá, proponer innovaciones a los procesos para volverlos "Limpios", más que orientar sus esfuerzos únicamente a resolver el tratamiento de los efluentes indeseables. En otras palabras la Ingeniería Química deberá establecer una cultura tecnológica, por una parte, para el diseño integral de procesos nuevos que incluyan sistemas de tratamientos de desechos, disposición adecuada de los mismos, medición y estandarización de los niveles permitidos de contracción de elementos contaminantes y, por la otra, para la modificación y modernización de los procesos que actualmente tienen mayor impacto en la alteración del ambiente.

La modernización industrial no podrá concebirse sin un riguroso control de los procesos de transformación que eviten un deterioro ambiental; para ello deberán conjugarse factores de tipo técnico, económico, legal y social, en lo que la Ingeniería Química está

destinada a jugar un papel central de la mayor importancia.

## La Ingeniería Química en la Racionalización del Consumo de Energéticos

En la primera fase del desarrollo industrial en el mundo, el carbón fue la fuente de obtención de energía; a partir del Siglo XX, la principal fuente primaria de energía han sido los hidrocarburos (petróleo y gas) que aportan más del 60 % de la energía requerida tanto en la industria como en servicios.

Actualmente se tiene una demanda mundial de energía equivalente a 150 millones de barriles diarios de petróleo crudo, de los cuales los hidrocarburos contribuyen con 56 millones de barriles de crudo y 40 millones de pies cúbicos de gas natural por día.

Considerando que las reservas probadas mundiales de petróleo son del orden de 1'000,000 de millones de barriles<sup>(1)</sup>, la disponibilidad asegurada sería de apenas 30 años manteniendo el ritmo de demanda actual. Por esta razón se ha desarrollado la tendencia a un uso más eficiente de la energía, partiendo de la tecnología y el diseño de los procesos de transformación industrial, actividad preponderantemente asignada a los ingenieros químicos, a quienes también se les ha responsabilizado de proponer procesos y equipos que permitan aprovechar fuentes alternas de energía, en especial limpias y renovables, como la nuclear, solar, eólica, etc. Tanto en la modernización de los procesos de la actual planta industrial, como en el diseño de nuevos procesos orientados al ahorro energético y en la búsqueda de mejores alternativas de obtención de

energía, la ingeniería química deberá responder a los retos de la modernización que en este sector se requiere. Es importante señalar la vinculación que la Ingeniería Química deberá vigilar en la racionalización y optimización del consumo energético en los procesos, con la repercusión ECOLÓGICA de los mismos.

## La Ingeniería Química en el Sector Salud

Como se ha mencionado, la biotecnología es una disciplina que modificará aspectos sustantivos de la vida humana. Esta área impactará directamente la forma de vida que lograrán los pueblos en el inicio del próximo milenio, ya que permitirá obtener nuevas medicinas, alimentos más nutritivos a partir de componentes sintetizados por el hombre, nuevos fertilizantes que mejoren la capacidad de la tierra para promover alimentos, etc.

En este campo México presenta una alta dependencia tecnológica de los países desarrollados, particularmente respecto a la industria farmacéutica y al procesamiento y conservación de alimentos. En ello los ingenieros químicos deberán hacer importantes esfuerzos para que, mediante trabajos interdisciplinarios con otros profesionales de la química y de otras ramas, se impulse el desarrollo tecnológico en estos campos, pero ajustándose a las necesidades de la sociedad y a las capacidades de que dispone el país, dando alta prioridad a la satisfacción de nuestras demandas más urgentes de bienestar social.

## **La Ingeniería Química en la Investigación y Desarrollo Tecnológico**

Dentro de un mercado internacional con características de profunda competencia, los industriales mexicanos tienen la urgente necesidad de modernizar sus procesos actuales y también de invertir en nuevos procesos, cuya tecnología permita lograr una producción a bajo costo y alta calidad, a fin de que las manufacturas mexicanas alcancen un nivel adecuado de competencia.

Sin embargo, los grandes polos del desarrollo tecnológico han establecido políticas de no transferencia tecnológica para eliminar la competencia de otras regiones, lo que está agravando la brecha tecnológica en la industria de proceso de nuestros países. Por ello, la Ingeniería Química deberá enfocar sus esfuerzos a la investigación y desarrollo tecnológico, siendo necesario el más alto interés tanto por parte del Estado y de los industriales, como de los centros de enseñanza superior. Dadas las limitaciones financieras actuales, la concertación de esfuerzos entre los grupos de financiamiento, los generadores y los receptores de tecnología, deberá ser un factor de alta prioridad. El Instituto Mexicano del Petróleo, brazo tecnológico de PEMEX, está orientando un Plan Estratégico que impulse la tecnología nacional en el área petrolera.

## **La Ingeniería Química en el Diseño y Operación de Plantas Industriales**

El desarrollo en el campo de la computación, especialmente en las áreas de control, sistemas expertos e

inteligencia artificial, está introduciendo nuevos conceptos tanto en el diseño como en la operación de plantas industriales, con lo que se están logrando procesos que disminuyen tanto los costos de inversión como los de operación, obteniéndose productos de mayor calidad a menor costo. La incorporación de sistemas computarizados (CAD) y (CAM) para diseño y fabricación de plantas y equipos ha sido resultado del apoyo de ingenieros químicos especialistas y otros.

La modernización de la industria química hace indispensable la introducción de este tipo de innovaciones en la planta industrial mexicana, para que ésta mantenga su competitividad en el mercado mundial. El ingeniero químico tendrá como responsabilidad, establecer las modificaciones que deberán hacerse a la planta industrial haciendo congruentes las capacidades del sector con las necesidades que se demandan.

## **La Ingeniería Química en el Desarrollo de Nuevos Materiales de Construcción**

Un importante avance en la Ingeniería Química está dado por la posibilidad del diseño y formulación de nuevos productos sintéticos para un propósito específico, con lo cual se ha hecho posible gracias a los avances que se han logrado en disciplinas tales como síntesis petroquímica, tecnología de materiales y análisis de propiedades termofísicas, para atender necesidades particulares en fluidos y sólidos.

En esta área la Ingeniería Química

tiene grandes posibilidades de ofrecer nuevos materiales alternativos a los tradicionales, que puedan ser utilizados para abatir el costo de la construcción, de empaques y envolturas biodegradables; El impacto económico que se puede derivar del avance en este sentido es de un alto potencial.

## **La Ingeniería Química en el mejoramiento del nivel de vida de los mexicanos.**

 a Ingeniería Química a pesar de ser una disciplina relativamente nueva en México (fundada en 1925), ha sido y es sin duda, una promotora del progreso dados sus relevantes logros y contribuye en el propósito esencial, de mejorar el nivel de vida de la comunidad. Mucha de los satisfactores que, en diversos grados, obtiene la sociedad ha sido resultado del esfuerzo tecnológico de Ingeniería Química en conjunto de sus colegas los Químicos.

Un aspecto que se debe mencionar es el papel trascendental que la Ingeniería Química ha desempeñado en las industrias azucarera, química petrolera, petroquímica, alimenticia, farmacéutica, textil, jabonera, vidriera y cementera, entre muchas otras más.

El futuro depara retos y riesgos; la complejidad de los problemas económicos y tecnológicos a nivel mundial y para apoyar la solución de los grandes problemas que aquejan al país, como son el empleo, la alimentación, el vestido, la vivienda, la energía, el agua, la conservación del medio ambiente, por citar algunas fundamentales.

Estas metas requieren de una

profunda modernización tecnológica en nuestra industria. Para esto se cuenta con algunos avances significativos en las técnicas de asimilación tecnológica e incluso desarrollo de propio de tecnologías; en especial puede citarse el perfeccionamiento de síntesis de procesos, estrategias de uso eficiente de energía, estudios y desarrollo de catalizadores para encontrar menos etapas de síntesis, así como el uso de los sistemas modernos de automatización y control.

La industria química y petroquímica nacional dentro del mercado interno constituyen un eslabón vital en el suministro de insumos y materias primas para otras industrias estratégicas de interés social, porque proporcionan a la población satisfactores básicos como son fibras y pigmentos a la industria textil, fertilizantes y pesticidas a la agricultura, y todo tipo de materiales a la industria de construcción.

Un área que particularmente se debe explotar es la ciencia de los materiales que con la producción de los transistores ha cambiado el modo de vida a través de sus aplicaciones en dispositivos de uso cotidiano (teléfonos, radios, aparatos de televisión, sistemas de comunicación, entre otros; y que con la consolidación de las investigaciones sobre materiales superconductores, fotónicos y electrónicos, así como de nuevos polímeros, nos hace prever avances industriales significativos.

Es necesaria una contribución decidida de los ingenieros químicos para resolver algunos problemas del ámbito tecnológico, entre los que sobresalen, el abastecimiento de agua y de alimentos, así como la conservación del medio ambiente, participando en la planeación, diseño y operación de las obras hidráulicas que se requieren para la agricultura y abastecimiento a la población. Debe

mejorarse la productividad en el campo mediante suministro de fertilizantes y pesticidas, así como dar impulso a la agroindustria y a la industrialización de productos del mar. Un aspecto por demás importante de supervivencia es la conservación del medio ambiente, mediante el tratamiento y disposición de los desechos sólidos, líquidos y gaseosos.

La Ingeniería Química deberá continuar con sus trabajos en las áreas tradicionales hasta alcanzar la excelencia, pero también deberá mantener un adecuado nivel de actualización respecto a las nuevas disciplinas que le permiten aplicar tecnologías de punta, y convertirse en activa impulsora de la modernización indispensable para alcanzar mejores niveles de vida para la población.

## La ingeniería Química en la generación de empleos.

**L**as labores que en general desarrollan los ingenieros químicos por sus alcances y características, no son siempre intensivas en mano de obra, aunque sí en recursos de capital. Más de la mitad de los ingenieros químicos se dedican a la producción industrial, ya sea operando plantas, o bien administrando empresas, participan en un 40 % al área comercial, investigación y enseñanza y un 10 % en desarrollo de ingeniería, de ésta la mayor parte se concentra en firmas e instituciones de ingeniería y una pequeña parte en departamentos de ingeniería de empresas químicas.

La Ingeniería Química es generadora

de empleos, en la medida en que proporciona los procesos que impulsan la creación de nuevas empresas, ejemplos importantes en este sentido son las industrias química petrolera y petroquímica, ya que desde la construcción, hasta la operación y mantenimiento de sus instalaciones, propician polos de desarrollo que llevan el impulso para un gran número de actividades económicas, generando empleos en todos los órdenes.

Dado que el ámbito de actividades de la Ingeniería Química exige contar con personal altamente calificado que le permita cumplir adecuadamente su cometido, se constituye en un fuerte demandante de mecanismos eficientes de capacitación y superación.

## La Ingeniería Química en el impulso a la industrialización nacional

**P**ara cumplir con los importantes objetivos de un Plan Nacional de Desarrollo, es necesario crear continuamente empresas productivas, para lo que el ingeniero químico ha demostrado siempre una particular vocación.

Como muestra de la importancia de la actividad industrial y económica promovida por la ingeniería química, podemos citar que las industrias químicas y petroquímicas han crecido, salvo en las etapas de recesión económica, a tasas mayores que las observadas en la economía nacional como conjunto, siendo actualmente del 5 % la contribución

de éstas al PIB.

Por sí sola, la industria petroquímica tiene una inversión estimada de 10,000 millones de dólares y una capacidad instalada de más de 20 millones de toneladas por año. Por otra parte, la industria del petróleo ha tenido un impulso acelerado llegando a una capacidad actual de procesamiento de aproximadamente 2 millones de barriles por día.

El grado de desarrollo industrial de un país está directamente relacionado con la capacidad existente en lo que se refiere a la investigación básica, el desarrollo tecnológico y la ingeniería de proyecto. Se han formado grupos nacionales organizados de ingeniería que llevan a cabo estas actividades.

En épocas de desarrollo tecnológico acelerado, los principios de la Ingeniería Química tienen una aplicación más amplia, ya que por sí mismos son generadores de cambio. En épocas de recesión, la ingeniería química genera posibilidades de superarla, con creatividad.

La modernización industrial es una de las claves del progreso y de los cambios que México requiere para su futuro inmediato; la misma presenta un desafío múltiple que tiene que ver con la adaptación de tecnologías apropiadas, con la adecuación de la infraestructura, con la revisión de los sistemas productivos y financiero y con la eficacia de los métodos que llevan a la conquista del mercado. Por el conocimiento de las disciplinas que comprenden la Ingeniería Química, la capacidad productiva y la posibilidad de invertir recursos de capital en esta dirección, se prevé que el ingeniero químico será un puntal en la estrategia para la creación de empresas productivas y modernas.

## Retos para la educación de la Ingeniería Química

*L*os nuevos retos de desarrollo que se anticipan para la Ingeniería Química tendrán diversas implicaciones en cuanto a la formación de recursos humanos en este campo, mediante la enseñanza de los ingenieros químicos.

Esta enseñanza comprende los siguientes tres aspectos básicos:

a) El aspecto cognoscitivo, b) Desarrollo de habilidades, c) Creación de actitudes.

### a) El aspecto cognoscitivo

Se refiere al conocimiento de leyes, principios teóricos y reglas empíricas que rigen los cambios físicos y químicos de la materia y energía. El ingeniero deberá involucrarse más en las Ciencias de la vida, en el Ahorro de Energía, en la Conservación de los Ecosistemas, en el Control Computarizado de Procesos, en el Desarrollo de la Petroquímica y en el Estudio de Fuentes Alternas de Energía, por citar sólo algunos de los campos en que es indispensable preparar al ingeniero químico para hacer frente a los retos del futuro desarrollado. La incorporación de estos nuevos conocimientos, por otra parte cambiantes dinámicamente, en el currículum de formación del ingeniero químico requeriría un acervo prácticamente imposible de cumplir en cualquier plan de estudios razonable.

Es por ello que el ingeniero químico, deberá recibir principalmente un conocimiento sólido y pragmático de las materias que constituyen la esencia de la Ingeniería Química:

matemáticas, física, química, fisicoquímica, fenómenos de transporte, procesos de separación, ingeniería de reactores, operaciones unitarias y diseño, entre otras, como asignaturas centrales del currículum ingenieril. Ejemplos y problemas de aplicación de las nuevas tecnologías (bio-inginería, polímeros, etc.) podrán y deberán incluirse dentro de las asignaturas básicas.

Es decir, los nuevos campos del desarrollo, indican que en ingeniero químico no deberá atomizarse sino mantener su formación básica en la esencia de la ingeniería química que es la ingeniería de proceso. Entendiendo el proceso en su sentido más amplio: "todo cambio que experimenta un sistema" y el sistema como "cualquier parte material o idealizada del universo que se separa física o mentalmente para su estudio".

Es oportuno mencionar que el ingeniero químico tradicionalmente a tratado con el diseño, operación, control y optimización de industrias de proceso a un tamaño que se le podría llamar de "Meso escala". Se prevé un aumento considerable en los trabajos a nivel de "Macro escala" y "Micro escala". Se presentan algunos ejemplos de estas áreas. Para hacer frente a este incremento en el espectro de acción del ingeniero químico, en su contenido y en su magnitud, el currículum deberá enfatizar el aspecto esencialmente conceptual o FORMATIVO de la enseñanza ingenieril.

### b) Desarrollo de Habilidades

La enseñanza de la Ingeniería Química deberá hacer mucho más énfasis en el desarrollo de habilidades. Deberá estimularse el uso de la computadora como herramienta fundamental de trabajo. En particular

se debería proveer al estudiante de una capacidad formal en técnicas para la SOLUCIÓN DE PROBLEMAS, necesidad a la que cotidianamente se enfrentarán los ingenieros. Asimismo, se deberán desarrollar habilidades para la TOMA DE DECISIONES con un enfoque práctico, realista y económico. El maestro, a su vez, deberá desarrollar en los alumnos la habilidad para mantener adecuadas relaciones humanas y una eficiente comunicación, máxime que el ingeniero químico del futuro tendrá que incrementar el trabajo en equipos interdisciplinarios, con profesionales de las ramas más diversas como la biología, física, electrónica, economía, legal, etc.

No queremos dejar de mencionar una habilidad que será fundamental ante la multiplicación creciente de los conocimientos que podrá manejar el ingeniero y es habilidad para manejar eficientemente la INFORMACIÓN disponible.

### c) Creación de actitudes

La actitud o tendencia de actuar en determinada forma bajo ciertas circunstancias es la parte más difícil de la educación. Serán esenciales para la buena formación del ingeniero químico reforzar su creatividad, su actitud positiva y productiva, su sentido de responsabilidad, su perseverancia y confianza en sí mismo, su honestidad y ética a toda prueba, su capacidad de trabajo entusiasta, su espíritu nacionalista y solidario y, en resumen una tendencia a lograr la EXCELENCIA en sus actos y obras.

Para lograr todo lo anterior, el proceso educativo deberá indudablemente apoyarse en todos los niveles. Particularmente deberán tomarse acciones conducentes a promover y

estimular el estudio de la carrera, manteniendo un equilibrio entre la oferta y la demanda de estos profesionales. Es necesario estimular la formación y mantenimiento de los cuadros de profesores de alto nivel que se requiere en esta profesión tan trascendental. Deberá efficientarse el proceso de la enseñanza de la ingeniería evitando repeticiones innecesarias de conceptos a otros ciclos y materias. La preparación de material didáctico especial, con el auxilio de las computadoras y otros recursos audiovisuales indudablemente simplifican el proceso de enseñanza y aprendizaje, volviendo obsoleto el pizarrón de clase.

Finalmente, una reflexión sobre el elemento fundamental de la enseñanza, el MAESTRO. Dicho profesional, de tan superior misión, deberá garantizar una mística de entrega a su función docente y ser un ejemplo de valores y de actitud positiva ante sus alumnos; en resumen, un catalizador del México que deseamos para nuestros hijos.

## Conclusiones y recomendaciones

 La Ingeniería Química es una disciplina nacida de la necesidad de producir en gran escala, sustancias que, a través de las transformaciones químicas de materias primas naturales, se derivan en productos cada vez más variados y mejores, para elevar el nivel de vida y grado de confort de las sociedades.

La industria química, por su parte, a representado un importante punto e apoyo para el mejor desarrollo de las economías de los pueblos que la han estimulado y hecho crecer.

En México, la Ingeniería Química surge y crece en forma paralela al primer gran desarrollo industrial de México iniciado por Lázaro Cárdenas con la histórica Expropiación Petrolera. Los ingenieros químicos han estado presentes desde entonces en las diferentes áreas de la industria, encontrando su mejor expresión en la alta dirección de empresas, el diseño, la construcción y la operación de plantas de procesamiento, en el desarrollo de tecnología para apoyar y hacer competitiva la industria química mexicana y en otras actividades afines. Su intervención en tan gran variedad de campos se debe a su formación fundamental en cuanto a principios, pero al mismo tiempo pragmática en sus aplicaciones, buscando siempre la obtención de productos de mayor valor agregado que permitan la satisfacción de la demanda de energía, de petroquímicos y de gran diversidad de productos químicos por parte de los mexicanos.

Dentro de los lineamientos que el ejecutivo federal ha marcado en cuanto a la modernización integral de México, la Ingeniería Química, resultará un factor determinante para la generación de riqueza, mejoramiento de la vida de la población y generación de empleos para los mexicanos. En este sentido los ingenieros químicos están llamados para ser líderes en cuanto a definir, planear y llevar a cabo los proyectos de modernización industrial que se están demandando urgentemente. Para el logro de lo anterior deberán conjuntarse los esfuerzos de los diversos sectores que inciden en el desarrollo de la industria mexicana y cuya concertación es indispensable. A continuación se plantean algunas recomendaciones a los diversos sectores, que harán posible el mejoramiento de la profesión y con ello el de México.

## Recomendaciones

### 1). Al sector industrial

- Dentro de un mercado caracterizado por la acelerada innovación tecnológica por parte de empresas externas, se hace indispensable que se apoye vigorosamente la investigación aplicada en la que los ingenieros químicos desarrollen productos y procesos que mejoren su competitividad en relación a lo exterior.

- Se considera conveniente un mayor acercamiento con el sector académico que permita un apoyo mutuo y complementario de ambos sectores.

- Dar mayor énfasis y reconocimiento a las actividades de tipo tecnológico, permitiendo que los niveles salariales de los grupos que efectúan trabajos de alta calidad técnica sean comparables a los de quienes desarrollan actividades de alta administración o gerencia.

- Involucrar a los profesionales de la Ingeniería Química en actividades que representan áreas estratégicas en la empresa, ya que el potencial y capacidad interdisciplinario del ingeniero químico pueden ser aprovechadas en mayor medida que hasta la fecha.

### 2). Al Sector Gubernamental

- Estimular y seguir reconociendo la importancia política y estratégica de la formación de cuadros técnicos de alto nivel, capaces de tomar en sus manos la investigación y el desarrollo tecnológico que la modernización reclama, y estimular mediante apoyos

y becas al personal que se dedican a estas labores.

- Apoyar a las instituciones de investigación y desarrollo de tecnologías de proceso y bienes de capital.

- Estimular y apoyar el desarrollo de proyectos enmarcados como prioritarios en las áreas químicas, petroquímica, ecología, energética, alimenticia y biotecnológica, donde la labor del ingeniero químico resulta fundamental.

- Incrementar el soporte financiero a las universidades e institutos técnicos estatales, con objeto de mejorar su estructura y con ello la formación de ingenieros comprometidos en la solución de los problemas de su región.

### 3). Al Sector Académico

- Establecer programas educativos orientados a la excelencia académica como prioridad institucional.

- Promover dentro del perfil educativo, el desarrollo de actividades que proporcionen a los alumnos un potencial efectivo para la transformación y modernización de México; dentro de estas habilidades deberá promover la creatividad, capacidad de innovación y liderazgo.

- Mantener un enfoque pragmático en la formación de Ingenieros químicos

- Enfatizar la formación de Ingenieros

Químicos en el área de ingeniería de procesos, que es la más representativa de la profesión.

- Estimular el arraigo de maestros con experiencia industrial en la enseñanza.

- Mantener y estimular la vinculación permanente con el sector industrial.

- Propiciar el acercamiento y reconocimiento de los altos valores nacionales entre los diversos elementos de la comunidad académica para preservar una actitud patriótica en beneficio de nuestro país.

### 4). A los institutos de Investigación.

- Otorgar una más alta prioridad a la investigación aplicada, para coadyuvar a resolver los problemas de la industria Mexicana y de la sociedad en general.

- Mantener una estrecha vinculación con el sector industrial para obtener la retroalimentación que permita atender mejor sus necesidades.

- Hacer esfuerzos para mejorar la distribución económica y con ello la profesionalización de la actividad de investigación y desarrollo tecnológico en México.

### 5). A los colegios y Asociaciones profesionales

- Establecer actividades tendientes a

la integración gremial de los profesionales de la ingeniería Química.

- Promover ante el sector productivo las capacidades y potencial de los profesionales de la Ingeniería Química.

- Promover la actualización de los Ingenieros Químicos luchando contra el peligro continuo de la obsolescencia.

- Promover foros de análisis y opinión que haga posible proponer al sector gubernamental, soluciones viables en el campo de la ingeniería química a los retos que la modernización demanda.

### 7). Al Ingeniero químico

- Mantener una actitud de creatividad, innovación alta productividad en su vida profesional.

- Mantener una actitud de apertura hacia el conocimiento de las innovaciones que están transformando el papel de nuestra profesión y su impacto en la sociedad, evitando actitudes de rechazo y estimulando el desarrollo de la profesión en nuevas áreas.

- Desarrollar una mística de trabajo que lo haga un agente de progreso mediante su liderazgo y su activa participación en el ámbito profesional y en el desarrollo social de México.

de energía. Versión No 5 Quito Jul. 1993

8. Scriven L.E. *The role of past, Current and future technologies in Chemical Engineering*. CEP Dec. 1987 Pg. GT-69

9. White Robert *Technological Competitiveness and Chemical Engineering*. CEP Jan. 1988, pags. 24-26.

### 6) . Al sector Financiero

- Canalizar recursos financieros hacia actividades tendientes a la ejecución de proyectos generadores de riqueza basados en la aplicación intensiva de tecnología para la modernización industrial .

- Acercarse a los institutos de investigación y a las instituciones de enseñanza superior para buscar el financiamiento de proyectos orientados a la solución de problemas nacionales en el área industrial, en los que el Ingeniero químico juega un papel decisivo.

- Establecer programas de financiamiento que estimulen el desarrollo de la pequeña y mediana industria y que promuevan el desarrollo empresarial de los profesionales de la Ingeniería Química.

### Referencias :

1.. Amundson Neal. *Chemical Engineering Frontiers : resaerch needs and opportunities:National-Research Council*. USA.

2. Asimov Isaac . *The future of Chemical Engineering* CEP pgs. 43-49

3. Fuller H.L. *Chemical Engineers.Agents of change in changing world* . CEP Feb./ 1986, pags. 9-12.

4. Howe John *The new frontiers of Chemical Engineers* CEP, Jan 1987, pgs. 28-30.

5. Knapp David . *Non-opec oil supply continous to grow*. Oil and Gas Journal Dec.1995 pgs 35-74 .

6. National Research Council report . *What is Chemical Engineering ?* CEP, Jan. 1988 pgs. 19-20.

7.Olade. *Organizaciòn Latinoamericana*

