

# Los retos en la formación de ingenieros químicos

Armando Rugarcía\*

## Introducción

Agradezco a *Educación química* la deferencia que me hizo para escribir sobre los problemas y soluciones que enfrenta la formación de nuestros ingenieros químicos. Asumo que esta invitación no es gratuita, sino debida a que desde fines de los años setenta he estado estudiando diversos aspectos relacionados con la educación en general y en particular de los ingenieros.

Creí conveniente revisar las publicaciones que he realizado sobre la formación de ingenieros como una especie de aval o antecedente de los asuntos educativos que me han interesado, tales como: admisión, evaluación, planes de estudio, solución de problemas, creatividad, métodos de enseñanza, perfil del egresado, vinculación docencia-investigación, formación de profesores, entre otros. Se puede decir que desde 1976 he decidido especializarme en la formación de profesionales.

Aprovecho esta oportunidad al celebrar los diez años de *Educación química* para hacer una síntesis de lo que he investigado y concluido en cuanto a los principales retos en la formación de los ingenieros químicos en nuestro país.

Creo que lo principal que he descubierto es la necesidad de entender y conducir la tarea docente de otra manera; por ello, en el primer apartado establezco la conceptualización que he llegado a elaborar sobre un modelo de docencia operativo que considero pertinente: hago una propuesta para reinventar la tarea docente. De este modelo se derivan “todos” los demás retos: cuantitativos, en cuanto al número de ingenieros químicos necesarios, y cualitativos en relación al perfil profesional, perfil del egresado, perfil del profesor, planes de estudio y métodos para enseñar. Esto se tratará en los dos apartados que siguen, para terminar con conclusiones y bibliografía. Incluí todas las publicaciones que he hecho respecto a la formación de ingenieros para abrir la posibilidad de adentrarse en los retos que por ahora enfrentamos. En las referencias aludidas hay un sinnúmero de libros y artículos que, junto con mi experiencia, están detrás de lo que he concluido respecto de la tarea educativa al observarla críticamente.

## Aspectos cuantitativos

La formación de ingenieros químicos en México y los Esta-

dos Unidos de América (EUA), ha seguido la tendencia numérica mostrada en la gráfica 1.

En las gráficas 2.1 y 2.2 se muestra la generación anual de ingenieros químicos por cada 100,000 habitantes en los países mencionados.

Como puede observarse en las gráficas 2, el número de ingenieros químicos por habitantes es mayor en México que en los Estados Unidos de América. Esto conduce a pensar que hemos producido suficientes ingenieros químicos hasta hoy. Preocupa el futuro pues se nota una ligera tendencia decreciente de este índice en México.

El problema es, entonces, que el desarrollo industrial de nuestro país no está a la par de los países desarrollados y de algunos en desarrollo. Este hecho aclara en parte por qué el ingeniero químico es empleado en actividades muy diversas, tales como: administración de empresas e industria, empresa propia, dirección de escuelas y universidades, puestos públicos de representación, escritores y tantos otros que usted conoce mejor que yo. Esta situación dificulta establecer la demanda cuantitativa de ingenieros químicos que puede ir de lo que estrictamente requiere la industria química a “infinito”.

De aquí se puede concluir que la preparación que se obtiene al cursar ingeniería química es una de las más amplias y convenientes para la situación y desarrollo del país. El estudiar el “cambio químico” en procesos y sistemas conduce a una excelente formación. El “cambio químico” es más complejo que el físico o el administrativo-técnico, razón por la cual se prepara mejor un profesionista para enfrentar los retos futuros que son aún más complejos.

La relación del desarrollo con aspectos científico-tecnológicos se afirma por doquier, *cf.*: CONACYT (1998), Clark (1997), UNESCO (1998), Aréchiga (1995), Boyer (1990) y (1990a). Este hecho se ha convertido en dogma y no permite darse cuenta que en el fondo de la cuestión tecnológica, y también del desarrollo, están personas profesionales y no profesionales.

La variable fundamental que liga al desarrollo con la tecnología son los profesionales y técnicos que se generen tanto en su cantidad como en su calidad. Ninguna tecnología es mejor que las gentes que la legislan, administran y manejan.

Por consiguiente, la necesidad de suficientes recursos humanos técnicos es incuestionable para los países desarrollados y en desarrollo.

Los modelos o esquemas para el cálculo de recursos humanos han sido criticados y las más de las veces justamen-

\*Universidad Iberoamericana, Golfo-Centro, Km 3.5 carretera federal Puebla-Atlixco. Apartado Postal 1436, 72430, Puebla, Puebla, México.

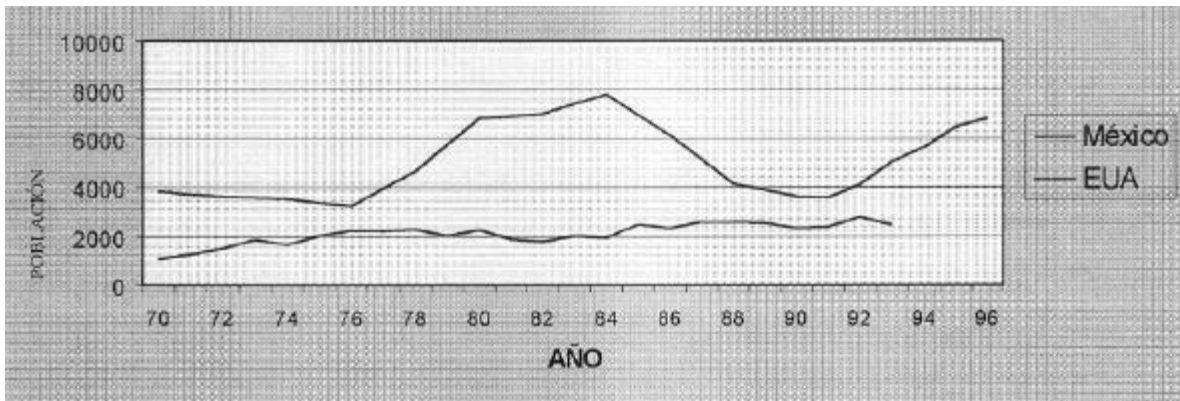


Figura 1. Generación de ingenieros químicos en México y Estados Unidos.

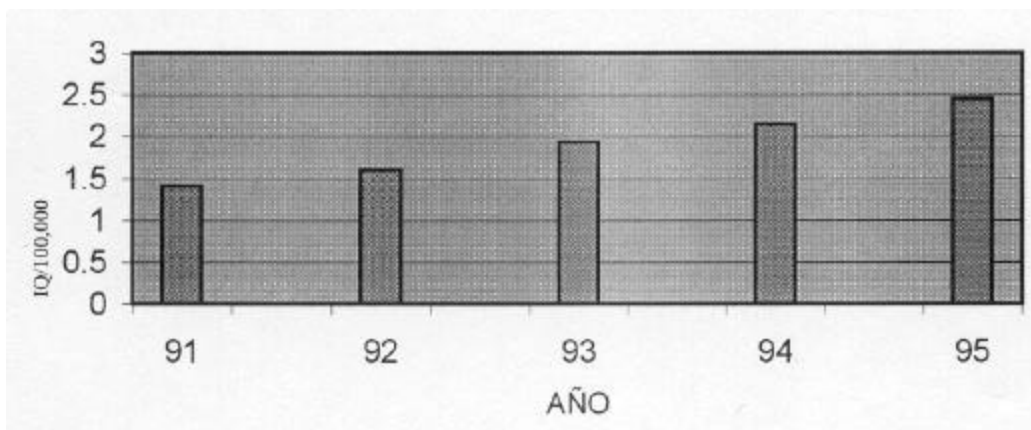


Figura 2-1. Generación de ingenieros químicos por cada 100 mil habitantes en Estados Unidos.

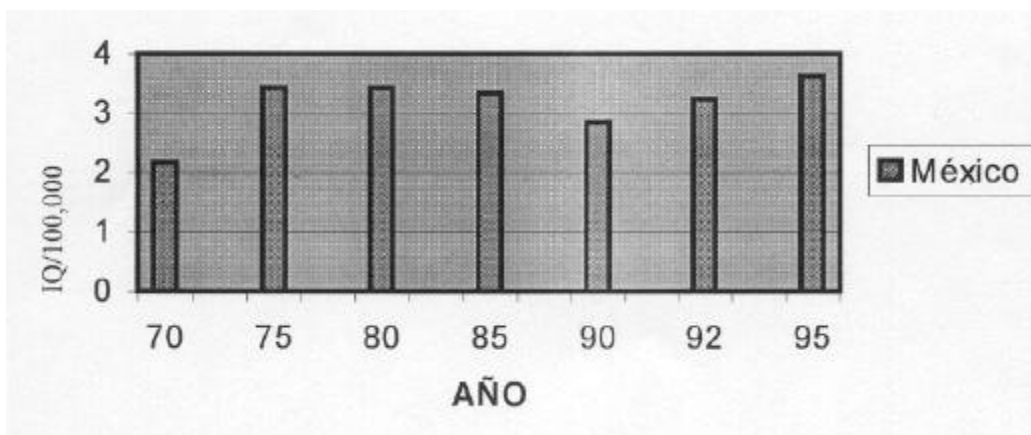


Figura 2-2. Generación de ingenieros químicos por cada 100 mil habitantes en México.

te. Las críticas se relacionan con cuatro tipos de cuestionamientos (Padua, 1993, p. 21):

- Los que tienen que ver con las teorías, los métodos y los modelos empleados en la estimación de recursos;
- los que se relacionan con el carácter abstracto de los modelos y los límites que les impone la realidad;
- los que se refieren a estrategias generales, globales o sectoriales de desarrollo, y
- los que tienen que ver con las tendencias a ignorar en el planteamiento los procesos centrales en la educación; se habla de insumo-producto, de oferta-demanda, etcétera, sin hacer referencia a los procesos que ocurren al interior del sistema educativo.

Es debido a lo anterior que las diversas predicciones de recursos humanos en ingeniería química hechas por Ríos (1987), Anaya (1982) y Barnés (1981) no han dado en el blanco.

Lo difícil del asunto predictivo de recursos humanos es que no se han podido conectar atinadamente las teorías del desarrollo con las teorías educacionales y sus consecuencias en programas específicos de acción.

Entre las posturas extremas de que “la educación no sirve para nada” y “la escuela resuelve todos los problemas” se encuentra un conjunto de decisiones y actividades tendientes a descifrar cuál sería el papel de la educación profesional en los complejos procesos de desarrollo, situación que se dificulta aún más ante la interrelación entre países.

Para caminar un poco a la segura, por lo pronto podemos decir que el aspecto crucial de recursos humanos en ingeniería, tal y como lo fundamentan diversos estudiosos de la relación desarrollo-ciencia-tecnología-ingeniería tales como Patiño (1997), Griffiths (1995), ASEE (1994), y Bok (1980), es promover las carreras de ingeniería en los niveles preuniversitario y nacional, revisar y establecer procesos de admisión coherentes con la realidad del quehacer profesional y exigir razonadamente durante su formación para mejorar la calidad del aprendizaje.

Diversos eventos se han llevado a cabo para revisar el asunto de la promoción de la carrera. El Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos (IMIQ) sobresale en esta preocupación. La experiencia indica que una estrategia eficaz tiene dos destinatarios: profesores de secundaria-bachillerato y público en general, en especial los jóvenes.

La publicación de libros técnicos para secundaria y preparatoria con una base didáctica o pedagógica, y los cursos a profesores de ciencias hechos desde la perspectiva del aprendizaje de los jóvenes y no desde la enseñanza de la ciencia, se antojan pertinentes.

La difusión del papel de los ingenieros químicos en la industria, la empresa y otras instituciones nacionales y extranjeras es un aspecto estratégico recomendable. ¿Sabía

usted que los rectores de varias de las principales instituciones de educación superior son ingenieros químicos, y que el 18% de los directores generales de las 500 empresas más importantes del país también lo son?

Por supuesto que hay otros aspectos estratégicos para promover la carrera, pero hago énfasis en aquellos que conducirían a reinventar las estrategias pasadas en pos de mejorar los resultados.

La diversidad de trabajos para los que se demandan ingenieros químicos ha sido una constante a través de los años, tal y como se observa en la revisión de las demandas de empleo para ellos en los periódicos en 1988 y 1998. Esta situación muestra que la formación del ingeniero químico ha sido muy básica y flexible, y que tenemos que conservarla así por el momento además de mejorar su calidad.

### Aspectos cualitativos

Si bien existe una preocupación real por la cantidad de ingenieros químicos que se generan en México, el reto principal es la calidad de su preparación. ¿Para qué queremos más si la tarea educativa que en general hacemos con ellos deja mucho que desear?

Es claro que a pesar de todo, el ingeniero químico es de los profesionales mejor cotizados. De otra manera, “en tierra de ciegos el tuerto es rey”. Establecer un modelo para mejorar la calidad de nuestros ingenieros químicos tiene un propósito relevante adicional, una especie de reacción secundaria, quizá de mayor importancia: sugerir este modelo para la formación de otros profesionales, por supuesto si se antoja pertinente.

A continuación voy a describir un modelo docente que pretensiosamente se sugiere para mejorar la formación de nuestros ingenieros químicos. Las partes de este modelo son: la tarea educativa, el perfil profesional, el perfil del egresado, el perfil del profesor, los planes de estudio y los métodos para

**Tabla 1.** Factores clave para el desarrollo y la competitividad.

Desarrollo, UNESCO*	Competitividad, World Economic Forum**
Salud	Apertura económica
Seguridad	Gobierno y marco legal
Sustentabilidad	Finanzas
<b>Educación</b>	<b>Recursos humanos</b>
Equidad	Infraestructura
Cooperación	Ciencia y tecnología
Democracia	Management
	Instituciones políticas y judiciales

\* Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, ONU, París, 1997.

\*\* World Economic Forum, 1997.

enseñar. Este modelo va considerando los retos principales en la formación de nuestros ingenieros.

#### *La tarea educativa*

En la tabla 1 se establecen los principales factores para el desarrollo instituidos por la UNESCO, así como aquellos que corresponden al desarrollo económico propuestos por el World Economic Forum.

En ambos casos se sugiere a la educación y a los recursos humanos como factores relevantes para el desarrollo social.

Lo que quiero resaltar es que la educación —o su consecuencia, la formación de recursos humanos—, no es un factor más, sino que de ella dependen todos los demás, y que si la sociedad experimenta una crisis generalizada es porque la educación no ha hecho bien su tarea en la formación de recursos humanos. De otra manera, cuando todo en la sociedad está en crisis, es el hombre quien lo está, y entonces es tiempo de la educación, pero no de esa que hemos recibido y estamos ofreciendo, sino de una nueva educación que conduzca a un egresado diferente. Por ello la UNESCO (Tunmerman, 1996) asegura que en la cuestión educativa no es necesario más de lo mismo, sino una educación diferente, y Padua (1993 p. 23) lo reitera.

Por lo anterior, la reinención de la tarea educativa-docente es el reto más relevante para la educación contemporánea, tal y como lo justifico en varias referencias (1998g y 1996b).

Creo que la mejor manera de entender el problema y la solución propuesta para la tarea educativa o para la enseñanza es por medio de la distinción entre educar y educación.

Educarse ha entendido como “transmitir conocimientos” por el profesor (1998e, 1998a, 1994, 1993a, 1991b). El énfasis ha sido puesto en conocimientos prácticos y científicos y el deseo, con frecuencia frustrado, que sean actualizados. Esta dinámica ha conducido en los hechos a que los alumnos aprueben cursos repitiendo conocimientos sin comprenderlos. Esta manera de conducir la tarea docente no atiende eficazmente los reclamos socioprofesionales.

Toda sociedad demanda abierta o sigilosamente ciertas cosas de los egresados profesionales (1997e). Cualquier tipo de demanda socioprofesional tiene que ver con tres aspectos educativos que se pueden vincular claramente con la tarea docente: conocimientos, habilidades y actitudes (1993, 1992, y Celis 1987).

La sociedad en cualquier tiempo y de cualquier tipo reclama de los egresados del sistema educativo ciertos conocimientos que requiere que aprendan durante su formación. El reto más importante en la búsqueda de una mejor educación es que estos conocimientos deben ser entendidos e integrados en la mente de los estudiantes y no sólo almacenados temporalmente, como por desgracia sucede en la

generalidad de los ambientes educativos. También el egresado requiere de ciertas habilidades desarrolladas, no tanto manuales o físicas sino mentales. Es importante esta distinción porque en la tarea educativa es mucho más importante desarrollar las habilidades para hacer algo con la mente que con las “manos”; es más, cualquier destreza manual, por lo menos al inicio, es dictada por la mente. Las habilidades son, por lo tanto, quienes se encargan de que la mente procese algo. Cuando un ser humano enfrenta una situación su cerebro maneja dos sustratos: conocimientos disponibles en su mente que la situación implica y emociones que la situación estimula. Por consiguiente, las habilidades son de dos tipos: de pensamiento y emocionales. Unas manejan los conocimientos y otras las emociones; unas refieren a la inteligencia propiamente conocida y otras a la inteligencia emocional, *cf.* Goleman (1995). A la fecha se sabe que las habilidades de pensamiento y emocionales, es decir, las funciones pensar y sentir se encuentran localizadas en diferentes áreas del cerebro y que son en cierto sentido “independientes”. Asimismo, las habilidades emocionales son más rápidas que las intelectuales, *cf.* Segal (1997) y Shapiro (1997). Por último, todo egresado, querámoslo o no, emerge con ciertas actitudes. La tarea educativa no puede seguir dejando al azar este aspecto tan importante de la formación de profesionales. Las actitudes son tendencias estables a pensar, sentir y actuar; es decir, a ser de determinada manera como consecuencia de valores asumidos y de decisiones circunstanciales. Esta noción implica que las actitudes o maneras de ser se refuerzan en una persona cuando reflexiona tanto sobre las “cosas” a las que vale la pena dedicar la vida, como sobre sus decisiones o posturas. Esta reflexión conlleva el manejo de valores y circunstancias: datos, conceptos, heurísticas, sentimientos...

En síntesis, educar consiste en promover que una persona o grupo comprenda ciertos conceptos, temas o contenidos, desarrolle sus habilidades para manejar conocimientos y emociones y refuerce sus actitudes.

Si esta tarea se desarrolla con maestría la persona verdaderamente se capacita para enfrentar su futuro, es decir, adquiere cierta educación. Baste decir por ahora que “la educación es aquello que queda en el hombre después de que olvida lo que aprendió”. La experiencia personal nos dice que los conocimientos que aprendimos, los problemas que resolvimos y las posturas que tomamos, la mayoría de ellos, se nos olvidan al paso del tiempo. Entonces, ¿para qué sirve la escuela o la universidad? ¿qué nos deja la escolaridad?

En consecuencia de los planteamientos anteriores, cuando una persona aprende algo en la escuela, la universidad, la familia, la calle o la vida, durante ese mismo proceso desarrolla su potencial para aprender. Análogamente, cuan-

do resuelve algo manejando conocimientos y emociones por ella misma, desarrolla su potencial para pensar y sentir. Y cuando reflexiona críticamente sobre sus decisiones o posturas, desarrolla su potencial para decidir.

Por lo tanto, la educación es equivalente a desarrollar las potencialidades humanas para aprender, pensar, sentir y decidir. Lo que se aprende en la escuela o la universidad se puede olvidar, pero este desarrollo permanece en la persona por el resto de su vida, es decir, es "imposible" que se olvide. ¿Alguna vez se le ha olvidado caminar?

Es así como la tarea educativa cobra relevancia en función de este desarrollo y no de otra cosa. Este es el contenido esencial para reinventar la tarea docente.

#### *El perfil profesional*

En otras publicaciones, American Chamber-México (1998), Rocha *et al.* (1998), Canales (1997), Barnés, (1996), Urbina (1996), ASEE (1995), Ferguson (1995), Rosenbluth (1995), de la Peña (1994), Valiente (1993), Mijares *et al.* (1987), (1998b, 1998, 1997, 1996a, y 1991a, y Domínguez 1982), se discuten aspectos profesionales requeridos en el ingeniero en general o el ingeniero químico en particular para enfrentar los retos venideros de acuerdo con grupos de expertos, ex alumnos y colegios profesionales.

De estas publicaciones sintetizo los siguientes aspectos como los más relevantes a desarrollar en el perfil profesional del ingeniero químico para emplearse en cualquier ámbito laboral (producción, administración, trabajo académico, ingeniería de procesos, ingeniería de proyectos e investigación y desarrollo, ente otros).

#### a) 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, lidiar con la computadora, integrar conocimientos, dar soluciones prácticas, adaptarse al cambio, discriminar información científica y tecnológica y tomar decisiones en conjunto.

#### b) Conocimientos

Se hace énfasis en que tenga claros los conocimientos básicos y fundamentales de la carrera, así como conoci-

mientos en áreas de oportunidad futura: biotecnología, materiales, electrónica, ecología e investigación y desarrollo de procesos.

#### c) 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 (Cruz, 1991):

- Ingresan a la carrera principalmente por su vocación hacia las ciencias naturales y matemáticas.
- Saben que el ingeniero químico es alguien que resuelve problemas aplicando sus conocimientos.
- Saben que el ingeniero químico está orientado al diseño de procesos y equipos de proceso y al control de la producción.

Conviene tener presente que la misma UNESCO (Delors, 1997) extrapolaría estos rasgos a otros profesionales.

Este perfil profesional es el reto que "la industria química" le envía a las universidades.

En el siguiente apartado describiremos el perfil del egresado de ingeniería química que en principio atendería a esta demanda, a este reclamo.

#### *El perfil del egresado de ingeniería química*

Lo más importante en cuanto al establecimiento de un perfil del egresado es su congruencia con los reclamos socio-profesionales actuales y previsibles (1998, 1997c y 1994a) y Padua (1993, p. 292).

La empresa, la industria y el exterior tienen presentes sus procesos, sistemas y necesidades al hacer sus reclamos a la universidad, pero pierden de vista la naturaleza del proceso de enseñanza-aprendizaje y los sistemas educacionales. Es por esto que es necesario "traducir" los reclamos sociales a términos que sean operativos con eficiencia en las aulas.

Establecer que se requiere un egresado que sea capaz de manejar la ambigüedad o incertidumbre en las decisiones deja al sistema educativo sin armas operativas para lograrlo; para ello es necesario contestar a la pregunta *¿qué debo enseñarle a la persona para que sea capaz de manejar la incertidumbre o adecuarse al cambio, o trabajar en equipo, o resolver problemas...?*

El modelo educativo-docente establecido anteriormente

\* Este concepto guarda cierta ambigüedad en las publicaciones especializadas, es decir, con frecuencia se maneja con diferentes significados, algunos de ellos incongruentes con la definición establecida en este artículo.

da cuenta fiel de esta “traducción”. Es decir, al plantear los objetivos del modelo educativo en términos de conocimientos, habilidades y actitudes y de su consecuencia educativa: desarrollo de las potencialidades humanas (aprender, pensar, sentir y decidir), se prepara al egresado para atender las necesidades socio-profesionales actuales y las previsibles; es decir, se preparan egresados para atender el futuro imprevisible, siempre imprevisible para ellos y por tanto para nosotros. ¿Sabía usted que alrededor del 80% de los egresados de ingeniería química en la década de los noventa trabajarán en algo diferente de lo que estudiaron? Sin embargo, insisto en que la formación derivada del estudio de la carrera de ingeniería química da las “bases” necesarias para trabajar en “lo que sea”; lo que quiere decir que la ganancia educativa que se obtiene es mayor que la obtenida al estudiar otra licenciatura técnica.

En un intento de traducir los reclamos sociales en términos educativo-docentes, el perfil del egresado de ingeniería química que se sugiere es el siguiente:

#### a) *Conocimientos (comprendidos)*

Una persona sin conocimientos es imposible que enfrente cualquier situación presente o futura. Reitero lo que he planteado en otros escritos (1999, 1997c): “El conocimiento que no se entiende no sirve para enfrentar la profesión ni la vida”.

Los conocimientos que requiere el ingeniero químico son básicos e interdisciplinarios en las áreas de:

- Matemáticas: álgebra superior, cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales, probabilidad y estadística, cálculo avanzado y computación.
- Ciencias naturales: física, química y bioquímica.
- Ingeniería química: diseño, procesos de separación, reactores, ingeniería de procesos y proyectos, economía industrial y seguridad.
- Ciencias de la ingeniería química: fisicoquímica, materiales, fenómenos de transporte.
- Administración: planeación, finanzas, mercadotecnia.
- Ciencias sociales y humanidades: filosofía, sociología, inglés, etcétera.

#### b) *Habilidades*

De poco sirven los conocimientos actualizados o “reales” si el ingeniero no cuenta con un buen desarrollo de habilidades que le permitan manejarlos junto con sus emociones en situaciones variadas, novedosas y dinámicas.

Las habilidades son una especie de herramienta que el hombre dispone, por el hecho de serlo, que le permiten, al ir las desarrollando, manejar mejor conocimientos y emociones. Las habilidades, por lo tanto, se desarrollan y los conocimientos y sentimientos se aprenden.

Pensar es manejar el conocimiento y sentir es manejar las emociones (sentimientos, prejuicios, intereses, actitudes, pasiones...); de ello se encargan las habilidades de pensamiento y emocionales que actualmente se asocian a la inteligencia o razón y a la inteligencia emocional, *cf.* Simmons y Simmons (1998), Goleman (1995) y (1989).

Las habilidades de pensamiento (HP) y físicas muestran lo que la persona *puede* hacer y las emocionales (HE) lo que la persona *quiere* hacer y por qué lo hace.

Es frecuente encontrar personas capaces en lo que hacen, pero que minan su desempeño porque realmente no quieren hacerlo, no tienen vocación para ello, no lo ven valioso, no les importa; o bien porque les emociona tanto que las HP se bloquean.

Las HP se descubren como los elementos primarios de cualquier forma de pensar hasta ahora bautizada: pensamiento holístico, sistémico, divergente, convergente, lateral, analítico, abstracto, inductivo, deductivo, lógico, analógico, heurístico...

Lo que los elementos químicos son a la molécula, las HP son al pensamiento: sus constituyentes elementales.

En los ambientes educativos de algunos países empieza a emerger la necesidad de enseñar a pensar, esto no es otra cosa que desarrollar habilidades para manejar conocimientos de cualquier tipo. Las HP sirven para aprender nuevos conocimientos (por medio del manejo de conocimientos ya aprendidos relacionados), y para manejar lo aprendido en la solución de problemas. A mayor desarrollo de las HP, mejor manejo de conocimientos, *cf.* (1998b y 1997c, p. 31).

Dos formas de pensar emergen a la superficie en los ambientes educativos que adoptaré en este modelo educativo: el pensamiento crítico o criticidad y el pensamiento creativo o creatividad. Lo importante es darse cuenta que al desarrollar las habilidades críticas y creativas de los estudiantes se les capacita para otras formas de pensar y con ello atender eficazmente gran parte de los reclamos de la sociedad hacia los ingenieros, *cf.* (1997e, 1997c, p. 496 y con Colín, 1983).

Un ingeniero crítico es capaz de distinguir planteamientos coherentes de incoherentes, encontrar causas de algún suceso, descubrir aspectos subyacentes en un problema, texto o mensaje, hacer preguntas relevantes... *cf.* (1995).

Un ingeniero creativo es capaz de: generar ideas o soluciones nuevas ante un problema o situación, innovar sistemas o procedimientos... *cf.* (1991c).

#### c) *Actitudes*

Las actitudes se han definido como la tendencia estable a pensar, sentir y actuar, es decir, a ser de determinada manera en consecuencia de haber aprehendido una serie de valores y de valoraciones-decisiones circunstanciales.

Sólo quisiera hacer énfasis en dos aspectos de esta

dimensión educativa además de referir al lector al libro *Educación en valores* (1996g).

Primero, no hay que perder de vista que las actitudes están atadas a los valores, es decir, este modelo educativo propone trabajar actitudes-valores y no actitudes y valores.

Los valores se han convertido en un término polisémico cuyo significado más generalizado se desprende de añorar el pasado, dando ejemplos como: el amor, la paz, la honradez, el trabajo... Se dice que vivimos en una era de antivaleores y que es necesario regresar a los valores verdaderos. Este planteamiento pierde de vista que el ser humano busca aquello que cree es bueno para él y que si se observa que las personas viven en función de algo que a ojos éticos no vale la pena, el problema educativo que de aquí se deriva consiste en preparar a los niños y jóvenes para que *questionen* las maneras de vivir que ofrece la sociedad contemporánea y tomen sus opciones.

En nuestro caso, el asunto clave es trabajar en clase las consecuencias sociales y personales de "ser ingeniero" que inmediatamente refiere al ámbito de los valores y las decisiones éticas.

En esta dinámica, las actitudes están atadas a dos tipos de valores: de sentido y de convivencia.

Los valores de sentido se asocian a personas y pueden definirse como aquella persona o grupo al cual se decide dedicar la vida o parte de ella; por ejemplo, una pareja, un hijo, unos clientes, unos enfermos, unos alumnos, un grupo de colegas..., uno mismo.

Los valores de convivencia agrupan a los llamados valores humanos, sociales, profesionales, culturales e individuales. Estos valores se pueden considerar como necesidades o bienes humanos. Ejemplos de ellos podrían ser: trabajo, responsabilidad, honestidad, educación, salud, alimento, descanso, amor, amistad...

Ambos tipos de valores de sentido y convivencia, junto con otras circunstancias participan en la toma de cualquier decisión consciente.

De otra manera, se propone que se enseñe a los estudiantes a tomar decisiones o posturas (decisión hipotética) en función de las personas que orientan su vida: uno mismo, alguien más y de los bienes que se persiguen para uno mismo y/o alguien más. Por ejemplo, una persona puede haber decidido o estar dedicando su vida a sus hijos y a sus alumnos. Cuando las cosas suceden normalmente no hay problema, pero cuando un hijo nos demanda al mismo tiempo que unos alumnos, la existencia personal entra en conflicto y la persona tiene que optar en función del bien que demanda el hijo y los estudiantes, de ciertas circunstancias y de qué tan fuerte es un valor u otro para esa persona. Éste es el mundo de los valores y las valoraciones, de la ética, de la toma de decisiones.

El segundo aspecto que quisiera destacar es que para que una persona se forme en aspectos éticos, que se muestran por la fuerza de sus actitudes, es necesario que entienda ciertos conocimientos del ámbito en el cual se va a desempeñar y que desarrolle sus habilidades para manejarlos junto con sus emociones. En otras palabras, para poder decidir con pertinencia es necesario ser capaz de aprender, pensar y sentir.

La actitud fundamental que se sugiere trabajar a lo largo de la formación de ingenieros químicos es "el aprecio por las personas", a la cual se asocian otras actitudes profesionales tales como: honestidad, responsabilidad, solidaridad, productividad, calidad, seguridad, cuidado del medio ambiente, trabajo en equipo, apertura internacional, interés en la empresa y en el país... Un ingeniero que aprecia a las personas, es decir, que son un valor para él o ella, sería menos propenso a la holganza, la injusticia, la irresponsabilidad, la deshonestidad, la corrupción...

Es así como termino de describir el perfil del egresado de ingeniería química que sugiero para enfrentar al próximo milenio y al mismo tiempo se han establecido las bases para los próximos apartados de este escrito. Es decir, el perfil del profesor, los planes de estudio y los métodos para enseñar son una función del perfil del egresado que es a su vez una función de los reclamos socioprofesionales.

#### *El profesor de ingeniería química*

La tarea docente o es un acto de amor o es pura pedantería, decía el historiador O'Gorman. Acto de amor no ha sido, así que... ¡Qué lástima que con frecuencia enseñamos para presumir lo que sabemos; ésta es, por desgracia, la chispa para "preparar la clase" en muchos de los casos: la trasmisión de los conocimientos que tengo, los entienda y maneje el alumno por sí mismo o no.

Es por ello que con mayor frecuencia de lo recomendable, los profesores preparamos nuestros cursos en función de su contenido temático. Muy pocos profesores toman en cuenta la situación real de sus alumnos y su desarrollo para la conducción de sus cursos. Esto origina que se cubran temarios y programas y no se contribuya al perfil del egresado indicado en el apartado anterior: la formación de estudiantes es aparente, *cf.* Felder (1994).

Por supuesto que los juicios anteriores son una exageración que me estoy permitiendo para hacer énfasis en lo que creo más relevante derivado de mi experiencia en la formación de profesores e investigadores, *cf.* (1998f, 1998d, 1997d, 1997b y 1997a).

La misión o responsabilidad fundamental del profesor es educar, promover el CHA (Conocimientos, Habilidades, Actitudes) o desarrollar la ganancia educativa de sus alumnos, que en términos más relacionados con este escrito

quiere decir contribuir a lograr el perfil del ingeniero químico que se haya establecido. El profesor no es un mero transmisor de conocimientos, si lo fuera, su actualización en los avances científicos y tecnológicos en la materia que enseña sería suficiente. Pero si la función del profesor es otra que se deriva de centrar la atención en el alumno y su desarrollo integral o ganancia educativa, su formación y desempeño debería ser otra cosa. Por consiguiente, la finalidad u objetivo de la docencia y por tanto la clave para la formación de profesores es que sean eficaces en promover la ganancia educativa de sus alumnos (1992):

$$\Delta G = \frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial A}{\partial t}$$

donde:

- G = ganancia educativa o formación integral
- C = conocimientos
- H = habilidades de pensamiento y emocionales
- A = actitudes
- t = tiempo

No pierda de vista que esta dinámica docente al mismo tiempo conduce a cierta educación que en términos semi-matemáticos sería:

$$\Delta G = \frac{\partial E}{\partial t} + \frac{\partial P}{\partial t} + \frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial D}{\partial t}$$

donde:

- E = potencial para entender (aprender)
- P = potencial para pensar
- S = potencial para sentir
- D = potencial para decidir

La pérdida de este objetivo docente es la principal razón por la cual los esfuerzos que en el país se han intensificado desde 1971 para formar profesores no han dado en el blanco. Cursos y posgrados van y vienen y la formación de nuestros ingenieros sigue igual... o peor. El culto al conocimiento y su transmisión nos han impedido ver otros elementos por demás relevantes en la calidad de nuestros egresados.

Ante este planteamiento, quedan tres aspectos por discutir: el perfil del profesor, su formación y su desarrollo.

Aspectos sobre el perfil del profesor de ingeniería química se han discutido en varios escritos recientes, *cf.* Anaya (1997), Barnés (1996) y de la Peña (1994). El perfil que sugiero para el profesor de ingeniería química es (1996c, 1992a, 1991):

- a) Conocimientos de las materias que enseña conceptualmente claros y amplios para poder integrarlos con los

contenidos y problemas de otras materias del plan de estudios. También requiere conceptos claros de las disciplinas que apoyan a la docencia tales como: pedagogía, psicología, sociología y filosofía de la educación, de tal manera que pueda ir entendiendo mejor el proceso de enseñanza-aprendizaje y los aspectos humanos, sociales y profesionales que lo afectan.

- b) Habilidades críticas y creativas suficientemente desarrolladas y habilidades emocionales equilibradas para ir observando, cuestionando, innovando y evaluando el proceso de enseñanza-aprendizaje. La tarea docente es más bien un arte que una ciencia.
- c) Actitudes tales como: interés en el alumno y su aprendizaje e interés en mejorarse como profesor. Otras actitudes relevantes son: responsable, honesto, cuidadoso del medio ambiente, práctico y equitativo. La vocación docente tiene su raíz y su sentido más bien en el desarrollo de los estudiantes que en la investigación o en la materia que se enseña.

La mejor manera de formarse a la luz del perfil docente descrito es por dos vías complementarias: estudiando una maestría lo más genérica posible en el área de la licenciatura que se enseña, en este caso, ingeniería química y otro posgrado —maestría, especialidad o diplomado— en el que se capacite para ir innovando la práctica docente. En consecuencia de esta formación, el profesor estaría “listo” para acelerar su desarrollo como tal por medio de la investigación-innovación docente, *cf.* (1997d, 1996e).

#### *Los planes de estudio*

Los límites espaciales de este escrito no dan pie a expandirme en este asunto delicado de los planes de estudio, sobre el que pesa una cierta mística esperanzadora. Se cree que modificando el plan de estudios se formará mejor a los profesionales, *cf.* Garritz (1997) y Shaeiwitz *et al.* (1995). Nada más alejado de lo que se observa en la realidad: los planes de estudio cambian y el egresado sale “igual”.

Destaco en este estudio los aspectos curriculares más relevantes que he comentado en otras publicaciones (1998e, 1996f, 1996d, 1993b, 1992b, 1991d, 1990, 1986 y Barron, 1980).

El diseño o innovación de planes de estudio debe contemplar las tendencias siguientes:

- a) Del *curriculum* informativo al formativo, o sea de transmitir conocimientos a desarrollar el CHA.
- b) De experiencias educativas sólo en el aula a un equilibrio con experiencias *educativas* extracurriculares tales como prácticas profesionales, intercambio internacional y tareas.



- c) De una formación rígida a una flexible, es decir, aquella que incorpora el desarrollo de habilidades y el reforzamiento de actitudes. De otra manera: de un énfasis en materias o contenidos científicos o prácticos a un equilibrio con materias en las que se apliquen conocimientos y se trabajen actitudes.
- d) De un *curriculum* estático a otro abierto, lo que implica la posibilidad de incorporar avances reflexionados tanto con aspectos científico–tecnológicos que surjan en la materia que se enseña, como en las ciencias de la educación que se vinculan con la tarea docente.
- e) De un énfasis en la especialización a una formación más básica e interdisciplinar. Esta formación se consigue al mejorar la ganancia educativa del alumno ( $\Delta G$ ).
- f) De cursos en resolución de problemas y en humanidades, ciencias sociales o ética profesional, a trabajar estos aspectos en todas las materias.
- b) Las habilidades creativas se desarrollan cuando el alumno crea, innova, modifica, inventa, escribe (no copia), expresa... algo por sí mismo. Sólo creando se aprende a crear. Pregunte: ¿qué pasaría si..., cómo le harías para..., qué otros usos le darías a..., ..., *cf.* (1991c).
- c) Las habilidades críticas se desarrollan cuando el alumno responde a retos tales como: ¿por qué...? ¿cómo explicarías con tus propias palabras...? ¿qué razón implícita descubres en...? Sólo criticando se aprende a criticar, *cf.* (1995).
- d) Las habilidades emocionales de los alumnos se desarrollan cuando: se genera un ambiente de respeto y aceptación entre unos y otros; se toman decisiones personales reflexivamente; se establecen límites razonados con los alumnos; se trabaja autónomamente y en equipo en la realización de las tareas del curso; se dan razones convincentes sobre sus intereses; se cumplen los compromisos establecidos conscientemente; se distingue lo verdadero de lo falso y se explican errores; se dialoga sobre el desempeño en el curso...
- e) Las actitudes se refuerzan al aprehender o reforzar un valor.

- Un valor se aprehende mejor si se perciben actitudes congruentes en una persona digna de respeto. Una actitud grupal o comunitaria tiene mucho mayor potencial educativo.
- Un valor se percibe y aprecia mejor en el diálogo crítico entre pares y entre alumnos y profesor.
- Un valor se aprecia mejor si se desprende o relaciona con situaciones socioprofesionales cotidianas.
- Establezca actividades para que los alumnos entiendan, ponderen o sopesen datos diversos sobre algún asunto profesional que maneje cuestiones humana o socialmente relevantes.
- Plantee situaciones para que el educando las entienda, sopesa, pondere, valore, prevea consecuencias en él mismo y en los demás, y tome una postura.

Sólo resta complementar este apartado con los métodos para enseñar.

#### *Los métodos para enseñar*

No es el espacio para atender a fondo el asunto de los métodos para enseñar o mejor dicho para educar como se debe.

Baste referir al lector a las referencias (1995b, 1995a, 1994b, 1993c, 1991e, 1991c, 1991, 1990b, 1989, con Anaya 1994 y con Alvarado 1987), en las que se discuten aspectos para mejorar la clase tipo expositiva, para implementar talleres en la enseñanza y para incursionar en el aprendizaje en equipo con el fin de promover una mejor educación ( $\Delta G$ ).

La experiencia e investigación educativa apuntan a que para promover el perfil del egresado descrito es necesario formar profesores para que vayan modificando sus cursos hacia talleres con actividades de aprendizaje en equipo.

En otros escritos (1997d, p. 302, 1996b, 1993, 1990b, otros autores, 1984, Delgado, 1987 y García, 1985) propongo algunas recomendaciones o principios para orientar al docente en el diseño de actividades para estimular el aprendizaje educativo de sus alumnos. Estas recomendaciones son:

1. Busque educar por sobre todas las cosas, es decir, promueva el desarrollo de comprensión de conceptos, el desarrollo de habilidades y el reforzamiento de actitudes. Tenga presente que:
  - a) Un concepto se entiende mejor en la medida en que el alumno emplea mayor número de sus sentidos; lo conecta con su realidad; lo distingue o relaciona con otros conceptos parecidos; lo maneja en la solución de problemas; y cuando lee crítica y sintéticamente.
2. Tenga presente que los alumnos aprenden de diferente manera y con distinto ritmo.
3. Persiga innovar la docencia por medio de la reflexión crítico-creativa sobre su quehacer, es decir, por medio de la investigación docente.
4. No enseñe lo que no puede ser aprendido o resuelto con un esfuerzo razonable.
5. Estimule talleres (cortos) con aprendizaje individual y en equipo.



Alison Peibworth, *Dispersing Measures*, 1992. *Tomado de The Sciences*, marzo-abril 2000, p. 41.

6. Retroalimente con oportunidad el avance educativo de sus alumnos.
7. Promueva una formación interdisciplinar: conceptos amplios e integrados y habilidades desarrolladas.

Con estos principios o *tips* metodológicos el profesor estaría equipado para, en su propio contexto, diseñar y conducir actividades pertinentes para educar a sus alumnos.

Cabe destacar que la excelencia académica que se ha constituido como el paradigma de la excelencia universitaria, pierde de vista o relega a la formación de egresados. La misma American Society for Engineering Education (ASEE) (1997) ha reconocido la importancia de incluir en sus criterios de evaluación de programas de ingeniería al perfil de los egresados para el año 2001.

La excelencia académica ha sido excelencia en medios y recursos, no en resultados. Con frecuencia la distancia entre medios tecnológicos modernos o profesores con posgrado y calidad educativa es infranqueable, *cf.*: ABET (1993) y (1998h, 1998c, 1996).

### Conclusiones

He tratado de poner la mirada en los retos contemporáneos que merodean en la formación de ingenieros químicos en México. La síntesis que he hecho se deriva de la investigación y experiencia educativa que he adquirido en los últimos veinte años desde la trinchera de la Universidad Iberoamericana y en contacto con maestros y alumnos de muchas de las instituciones de educación superior del país y algunas del extranjero.

Es relevante destacar que el principal reto en la formación de ingenieros no es cuantitativo sino cualitativo, es decir, su perfil de egreso, su formación, su preparación para enfrentar la profesión y la vida. Derivado del mimetismo irreflexivo que prevalece respecto a la calidad universitaria, he identificado calidad educativa con calidad en los egresados, es decir, en los resultados de la actividad docente. La excelencia académica —o sea en recursos humanos y materiales para enseñar— es sólo el vehículo que *puede* conducir a la calidad educativa dependiendo de cómo se manejen estos recursos en función de los alumnos y por los alumnos.

La necesidad de reinventar la docencia es evidente; en el modelo que se propone es crucial distinguir educar de educación. Educar es una tarea concreta, circunstancial y geográfica; la educación es la huella permanente que la tarea docente deja en el hombre. Esta huella o desarrollo del potencial humano siempre se ha obtenido en mayor o menor grado, consciente o inconscientemente en toda actividad educativa. El problema crucial para el desarrollo social y tecnológico que se denuncia es que este crecimiento humano es muy tenue en la actualidad debido principalmente al culto al conocimiento que ha pervadido por décadas en la cultura educativa moderna.

El perfil profesional que se demanda hoy es fruto de los tiempos que corren: dinámicos, globales, grupales, pero, sobre todo, deshumanizados; de aquí la relevancia de la formación ética de nuestros profesionales.

La traducción del perfil profesional a un lenguaje educativo ocasiona que el perfil del egresado se establezca en conocimientos, habilidades y actitudes y no sólo conoci-

mientos como generalmente se hace.

Promover un perfil de egresado diferente es mucho más importante que asignar recursos a la paz, al desarrollo tecnológico o a combatir la contaminación, la violencia, la corrupción o la pobreza; porque al final de cuentas esos recursos serán manejados por hombres y mujeres que egresan de escuelas y universidades. Ningún país es mejor que la gente que emerge de su sistema educativo. No necesitamos más escuelas y universidades sino una mejor educación, una educación diferente.

Es una lástima que no hayamos caído en la cuenta que el conocimiento técnico-científico, filosófico, etcétera, que no se entiende no prepara para enfrentar la profesión, ni que el mero conocimiento no educa ni prepara para enfrentar el futuro.

Educación tiene que ver de manera inmediata con lograr que los alumnos entiendan (aprendan) ciertos conocimientos, desarrollen sus habilidades de pensamiento y emotividad, y que refuercen ciertas actitudes conectadas con valores aprehendidos con seriedad, de tal manera que les permitan manejar los conocimientos, las emociones y los valores en la solución de problemas, en el aprendizaje de nuevos conocimientos y en la toma de decisiones éticas.

De lograrse lo anterior en la tarea docente, se aduce que al mismo tiempo se logra desarrollar el potencial humano para aprender, pensar, sentir y decidir, dándose las "bases" sociales y humanas para seguir aprendiendo, resolviendo y tomando decisiones éticas para el resto de la vida.

El aspecto más importante para lograr cualquier cambio educativo son los profesores, pues nada cambia en educación si no cambia la mente y el corazón de los maestros.

Los planes y programas de estudio, los métodos para enseñar y cualquier otra actividad universitaria deben establecerse y manejarse en función del perfil del egresado establecido; la evaluación y asignación de recursos también. Si los recursos tecnológicos modernos como la internet no se atan al desarrollo humano de los estudiantes, muy pronto ocuparán su espacio en las mazmorras de la universidad.

Estoy convencido que poniendo atención en los retos y propuestas planteadas en este ensayo se mejoraría sustancialmente la calidad de nuestros egresados de ingeniería química, pero usted tiene la última palabra. ■

## Referencias

- ABET, *Criteria for accrediting programs in engineering in the United States*, Engineering Accreditation Commission, NY, 1993.
- ASEE, *Educating tomorrow's engineers*, *ASEE prism*, May-June 1995, p. 11-15.
- ASEE, *Engineering criteria 2000: criteria for accrediting programs in engineering in the United States*, *ASEE prism*, March 1997, p. 41-42.
- ASEE, *Engineering education for a changing world*, *ASEE prism*, December 1994, p. 20-27.
- American Chamber-México, *Perfil del ingeniero industrial en la empresa mexicana*, Comité de Educación American Chamber-México, junio 1998.
- Anaya, A., Estudio de pronóstico de la demanda de ingenieros químicos para la ingeniería de proyectos en México, *Revista del IMIQ*, junio 1982, p. 11-20.
- Anaya, A., El perfil del profesor de ingeniería química, *Educación química*, octubre 1997, p. 216-219.
- Aréchiga Urtuzuástegui, H., *La investigación científica y tecnológica*, Colec. Temas de hoy en la educación superior, No. 2, México: ANUIES, 1995.
- Barnés, F., Los recursos humanos en la industria química de los ochenta, *Revista del IMIQ*, agosto-noviembre 1981, p. 5-21.
- Barnés, F., La enseñanza de la ingeniería química en México, *Revista del IMIQ*, enero-febrero 1996, p. 11-20.
- Barrón, J. y A. Rugarcía, *Carreras del área de la química en México: 1950-1980*, ANUIES, 1980.
- Bok, D., *Universities and the future of America*, Duke University Press, London, 1990.
- Boyer, B., *Scholarship reconsidered*, The Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching, Princeton, NJ, 1990.
- Canales, O., Proyecto visión y misión de la ingeniería química, *Revista del IMIQ*, noviembre-diciembre 1997, p. 20-22.
- Clark, B., *Las universidades modernas: espacios de investigación y docencia*, UNAM, Coordinación de Humanidades, México, 1997.
- CONACYT, *Indicadores de actividad científica y tecnológica: México, 1997*, CONACYT 1998.
- Cruz, S., Los estudiantes de ingeniería química opinan sobre aspectos de su formación, *Revista del IMIQ*, julio-agosto 1991, p. 45-49.
- de la Peña, R., Ingeniería química: una visión personal, *Revista del IMIQ*, marzo 1994, pp. 36-39.
- Delors, J., *La educación encierra un tesoro*, UNESCO, 1996.
- Felder, R., The Myth of the superhuman professor, *J. of Engineering Education*, April 1994, p. 105-110.
- Ferguson, R., The changes occurring in technical manpower needs and the effects on the engineering curriculum, XIII Reunión Nacional de Directores de Ingeniería Química, Convención Nacional del IMIQ, abril 1995.
- Garriz, A., Reflexiones para la reforma curricular, *Educación química*, octubre 1997, p. 181-185.
- Goleman, D., *Emotional Intelligent*, Bantam Books, No. 4. 1995.
- Griffiths, P., Breaking the world, *ASEE prism*, November 1995, p. 27-31.
- Mijares, C. et al., Ponencia IMIQ 1987, IMIQ, México, 1987.
- Padua, J., *Educación, industrialización y progreso técnico en México*, El Colegio de México; UNESCO, México, 1993.
- Patiño, A., ¿Por qué ingeniería?, trabajo de ingreso a la Academia Mexicana de Ingeniería, México, enero 1997.
- Ríos, A., El ingeniero químico del futuro, *Revista del IMIQ*, marzo-abril 1987, p. 24-38.
- Rocha, A. et al., *Ponencia IMIQ 1997: La formación de IQ del nuevo milenio*, IMIQ, junio 1998.
- Rosenblueth, E., La futura educación ingenieril: exageraciones y verdades, *Cuadernos FICA*, México, 1995.
- Rugarcía, A., *Hacia el mejoramiento de la educación universitaria*, 2ª ed., Editorial Trillas, México, 1999.
- \_\_\_\_\_, El ingeniero químico para el siglo XXI, *Educación química*, enero 1998, p. 46-52.
- \_\_\_\_\_, El culto al conocimiento y la crisis tecnológica, *Educación química*, 9[3] mayo-junio 1998a, p. 46-52.
- \_\_\_\_\_, Los ingenieros, la sociedad y su formación, *Educación química*, 9[2], 1998b, 107-111.
- \_\_\_\_\_, Evaluación del CHA, *Educación química*, 9[2] marzo-abril 1998c, p. 103-106.
- \_\_\_\_\_, El papel de la investigación en la formación de profesionales, *Revista del IMIQ*, julio-agosto 1998d, p. 38-41.

- \_\_\_\_\_. El conocimiento y la educación, *Educación química*, **9**[5] septiembre-octubre 1998e, p. 294-302.
- \_\_\_\_\_. Exigir por exigir: un drama educativo, *Atajo*, noviembre-diciembre 1998f, p. 23-24.
- \_\_\_\_\_. La calidad total en la enseñanza universitaria, *Reencuentro*, #22 septiembre 1998g, p. 22-30.
- \_\_\_\_\_. La universidad virtual y la educación, aceptado para publicarse en *Umbral XXI*, otoño 1998h.
- \_\_\_\_\_. La misión del ingeniero químico en México, *Revista del IMIQ*, enero-febrero 1997, p. 40-46.
- \_\_\_\_\_. Una experiencia estimulante en la formación de ingenieros, *Revista del IMIQ*, mayo-junio 1997a, pp. 21-25.
- \_\_\_\_\_. Generación y formación de investigadores, *Educación química*, **8**[4], octubre-diciembre, 1997b, p. 220-224.
- \_\_\_\_\_. *La formación de ingenieros*, México: Lupus Magister; UIA-GC, 1997c.
- \_\_\_\_\_. Formación y desarrollo de profesores universitarios, *Revista de la facultad de química*, Universidad Autónoma de Yucatán, enero, febrero y marzo 1997d.
- \_\_\_\_\_. La sociedad y la educación, *Magistralis*, julio-diciembre 1997e, p. 29-41.
- \_\_\_\_\_. Acreditación de programas de ingeniería, *Educación química*, **7**[2] abril-junio 1996, p. 92-95.
- \_\_\_\_\_. La formación de un líder, *Revista del IMIQ*, enero-febrero 1996a, p. 32-35.
- \_\_\_\_\_. Hacia una revolución docente en la universidad, revista *Didac*, otoño 1996b, p. 23-26.
- \_\_\_\_\_. El perfil del profesor universitario en ingeniería química, *Educación química*, **7**[3] julio-septiembre 1996c, p. 108-113.
- \_\_\_\_\_. Medio ambiente y ahorro de energía en la formación de ingenieros, *Revista del IMIQ*, mayo-junio 1996d, p. 13-15.
- \_\_\_\_\_. Formación de profesores universitarios: una experiencia única y pertinente, revista *Didac*, #28, otoño 1996e, p. 31-35.
- \_\_\_\_\_. La contribución de las humanidades en la formación de profesionales, *Extensiones*, UIC, **3**[1 y 2], 1996f, p. 87-93.
- \_\_\_\_\_. *Educar en valores*, México: Lupus Magister; UIA-GC, 1996g.
- \_\_\_\_\_. El desarrollo de la criticidad en la docencia, revista *Didac*, otoño 1995, p. 20-25.
- \_\_\_\_\_. Las prácticas profesionales: una opción o una impertinencia en la relación universidad-empresa, *Contaduría pública*, junio 1995a, p. 44-46.
- \_\_\_\_\_. El aprendizaje en equipo en acción, *Educación química*, **6**[4] octubre 1995b, p. 206-209.
- \_\_\_\_\_. El culto al conocimiento y la crisis en la formación de ingenieros, *Revista del IMIQ*, enero-febrero 1994, p. 37-42.
- \_\_\_\_\_. El papel del estudiante de ingeniería ante los cambios en el entorno, *Educación química*, octubre 1994a, p. 206-210.
- \_\_\_\_\_. El empleo de semi-apuntes en la enseñanza de la ingeniería, *Educación química*, **5**[1], enero-marzo 1994b, p. 46-54.
- \_\_\_\_\_. Los diez mandamientos para la docencia universitaria, *Magistralis*, primavera 1993, p. 5-14.
- \_\_\_\_\_. Mitos y creencias en la docencia de la ingeniería II, *Revista del IMIQ*, septiembre-octubre 1993a, p. 36-42.
- \_\_\_\_\_. El papel de la filosofía en la preparación de ingenieros, *Educación química*, **4**[4] octubre-diciembre, 1993b, p. 235-239.
- \_\_\_\_\_. Innovación en la enseñanza de los laboratorios de ingeniería química, *Revista de la Sociedad Química de México*, **37**[4], 1993c, p. 174-184.
- \_\_\_\_\_. El diseño óptimo de un ingeniero químico ante la globalización y otras tendencias sociales, memorias de la xxxii Convención Nacional del IMIQ, Puebla, octubre 1992, p. 240-259.
- \_\_\_\_\_. Investigación-docencia: ¿un mito o una alternativa?, *Educación química*, **3**[1] enero-marzo 1992a, p. 5-16.
- \_\_\_\_\_. Diseño óptimo de un plan de estudios a la luz de las tendencias profesionales: La ingeniería química, partes I a IV, *Revista del IMIQ*, enero-febrero 1992b, p. 22-25; mayo-junio, p. 37-41; julio-agosto p. 53-60 y septiembre-octubre, p. 47-51.
- \_\_\_\_\_. The link between teaching and research: myth or possibility?, *Engineering education*, January 1991, p. 20-22.
- \_\_\_\_\_. El profesional de la ingeniería química ante los retos del futuro, *Revista del IMIQ*, noviembre-diciembre 1991a, p. 37-42.
- \_\_\_\_\_. Mitos y creencias en la docencia de la ingeniería, *Revista del IMIQ*, mayo-julio 1991b, p. 42-47.
- \_\_\_\_\_. Desarrollo de la creatividad en la formación de ingenieros, *Educación química*, **2**[1], enero 1991c, p. 40-45.
- \_\_\_\_\_. La biotecnología, los alimentos y el ingeniero químico, *Revista del IMIQ*, marzo-abril 1991d, p. 49-59.
- \_\_\_\_\_. Sugerencias para mejorar la clase tipo conferencia, *Revista del IMIQ*, julio-agosto 1991e, p. 50-54.
- \_\_\_\_\_. Avances en la enseñanza de la ingeniería química en México, *Revista del IMIQ*, septiembre-octubre 1990, p. 13-16.
- \_\_\_\_\_. Ciencia-tecnología y humanismo, *Ciencia y desarrollo*, **xvi** [95], noviembre-diciembre 1990a, p. 23-31.
- \_\_\_\_\_. Metodología de la enseñanza de las ciencias y la ingeniería, *Revista del IMIQ*, julio-agosto 1990b, p. 45-52.
- \_\_\_\_\_. Sobre las habilidades y su desarrollo en la formación de ingenieros, *Revista del IMIQ*, septiembre-octubre 1989, p. 27-33.
- \_\_\_\_\_. De la comparación de planes de estudio a la educación de la ingeniería química en México, *Revista del IMIQ*, agosto 1986, p. 14-30.
- Rugarcía, A. et al., La enseñanza de las matemáticas en ingeniería, *Didac: boletín del Centro de Didáctica*, otoño 1984.
- Rugarcía, A. y F. Alvarado, El taller como método de aplicación curricular, *Didac*, otoño 1987, p. 33-37.
- Rugarcía, A. y A. Anaya, Aprendizaje en equipo en la formación de ingenieros, *Revista del IMIQ*, julio 1994, p. 27-36.
- Rugarcía, A. y G. Celis, Admisión y rendimiento universitario, *Didac: boletín del Centro de Didáctica*, primavera 1987.
- Rugarcía, A., y F. Colín, La resolución de problemas en ingeniería, partes I a III, *Revista del IMIQ*, julio-septiembre 1983, p. 5-19; octubre-diciembre p. 32-38, y octubre 1984, p. 22-32.
- Rugarcía y A. Delgado, Resolución creativa de problemas en la enseñanza de las ingenierías, *Revista de la educación superior*, abril-junio 1987.
- Rugarcía, A. y E. Domínguez, Evaluación y prospectiva de la ingeniería química en México, *Revista del IMIQ*, diciembre 1982, p. 6-7.
- Rugarcía, A. y J. M. García, Perfil del maestro motivante y desmotivante en las carreras de ingeniería, *Didac: boletín del Centro de Didáctica*, verano 1985.
- Segal, J., *Su inteligencia emocional*, Grijalbo, Barcelona, 1997.
- Shaeiwitz, J. et al., El curriculum holístico, *Educación química*, **6**[4] octubre 1995, p. 231-237.
- Shapiro, L., *La inteligencia emocional de los niños*, Javier Vergara editor, Argentina, 1997.
- Simmons, S. y J. Simmons, *Cómo medir la inteligencia emocional*, Ed. EDAF, España, 1998.
- Tunnerman, C., *Conferencia regional sobre políticas y estrategias para la transformación de la educación superior en América Latina y el Caribe*, Cuba, noviembre 1996.
- UNESCO, Conferencia Mundial sobre la Educación Superior, París, octubre 1998.
- Urbina, A., Inicio de la ingeniería química en México, *Revista del IMIQ*, enero-febrero 1996, p. 55-59.
- Valiente, A., *La ingeniería química*, estudio inédito, UNAM, Facultad de Química, México, 1993.