

El ingeniero químico para el siglo XXI

Armando Rugarcía *

El Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos (IMIQ) quiso atender uno de sus objetivos y establecer "la misión del ingeniero químico en México".

Para lograr lo anterior, integró un grupo selecto de 18 profesionales de nuestro gremio, quienes con experiencia y trayectoria plenamente reconocidas en el medio profesional, se abocaron al análisis de nuestra profesión. Dicho grupo se congregó y a partir de su experiencia, junto con la de los cuatro participantes en el panel "El perfil del ingeniero químico" dentro de la xxxv Convención Nacional del IMIQ, celebrada en octubre de 1995, generó un documento fundamental intitulado: "Proyecto, misión y visión de la ingeniería química", integrado con la mano y el lápiz de Alejandro Anaya (1995).

El documento aludido fue enviado al Comité Permanente de Educación del IMIQ para una revisión crítica. De dicha revisión surge este escrito que se divide en dos partes: situación social y su relación con la ingeniería química; y el perfil del ingeniero químico necesario para cumplir la misión que las circunstancias le imponen para que las universidades lo formen y la industria lo desarrolle.

I. Situación social e ingeniería química

La sociedad actual tiene seis rasgos genéricos y fundamentales que expresan su personalidad. Estos son:

a) Información: demasiada

Actualmente se publican a diario unos 6,000 artículos técnico-científicos y el conjunto de libros editados a la fecha requeriría, sólo para mencionar sus títulos, unos 10,000 volúmenes (Meneses, 1989). La explosión del conocimiento científico registrada hasta ahora se habrá triplicado para el año 2010. El mundo futuro ciertamente estará dominado por una ingente información y por la presencia de la computadora personal, medio indispensable para almacenarla y procesarla. Se llega a afirmar que la mala distribución de la información será una de las grandes inequidades de la sociedad futura, mucho más que la desigual distribución de la riqueza. La información, sin lugar a dudas, será el capital del mañana. Necesitaremos personas capaces y medios adecua-

dos para seleccionar, analizar y aplicar la abrumadora cantidad de información que lloverá sobre la sociedad futura.

b) Tecnología: acelerada

La tecnología es la forma como se produce algo: un bien o un servicio, teniendo como soporte a la ciencia y a la experiencia. En este siglo xx, la dinámica de la tecnología es, sin duda, una de sus características: los cambios tecnológicos y sus productos se suceden unos a otros y afectan ineludiblemente la situación humana. Tres factores nos permiten captar la dinámica de la tecnología, sus productos y su impacto en el devenir humano: a) la fuente de energía: del agua en el siglo xii al rompimiento del átomo en la última parte del siglo xx; b) los materiales: del ya oxidado hierro en el siglo xi, al acero, el cemento, la fibra y el vidrio, el plástico, los polímeros, los materiales sintéticos, las fibras ópticas, los semiconductores orgánicos, la cerámica... en nuestros días; c) El tipo de tecnología: desde la artesanal de los mayas hasta la postindustrial de comunicación y computación, pasando por la industrial.

Con estos ejemplos se capta la brutal influencia de la tecnología en la sociedad actual.

c) Mercados: globalizados

Este fenómeno singular empieza a presentarse en la actualidad. La época en que las industrias en cada nación fabricaban los materiales y productos se está quedando atrás. En el mundo interactuante de hoy, se persigue la producción vertical entre países: Canadá produce el papel, Francia los tintes y colorantes, y España imprime el texto y encuaderna el libro. Los gastos de transporte se compensan con los precios bajos de las materias primas y el bajo costo de la mano de obra. El comercio se perfila hacia una integración internacional de cadenas productivas que importan y exportan a escala mundial. Los países se necesitan unos a otros como nunca antes había ocurrido. No puede ya desarrollarse un proyecto sin el concurso de diversos países, especializados en sus distintas etapas. Evidentemente, esta problemática requiere regímenes sociales semejantes con lenguaje y normas parecidas. Esta situación demanda de los países tanto productividad como calidad para exportar. La cuenca del Pacífico es un ejemplo de lo que va sucediendo cada vez más y más. En 1960, por ejemplo, el producto combinado de las naciones del Pacífico era 7.8% del total mundial; en 1982 alcanzó 16.4%, y se espera que para el año 2000 llegará al

* Universidad Iberoamericana, Golfo Centro, Km. 3.5 carretera federal Puebla-Atlixco. Apartado Postal 1436. Puebla, Puebla 72430. Recibido: 20 de febrero de 1997; Aceptado: 20 de mayo de 1997.

20%, igual al de Europa y Norteamérica (Meneses, 1989). Parece evidente que las naciones ya interdependientes, lo serán todavía más en el futuro. México no puede ignorar o permanecer al margen de esta situación.

d) Medio ambiente: lastimado

La angustia que vive el hombre de ciertas regiones al darse cuenta que su hábitat se está deteriorando dramáticamente, es digna de considerarse. Algo más drástico tendrá que hacerse para irle devolviendo al hombre la paz que proviene de saber que su medio ambiente no lo daña ni dañará a sus descendientes. No podemos aspirar a una armonía social, si nos dañamos unos a otros por medio del ambiente. Tenemos que darnos cuenta que lo que hacemos puede tener repercusiones negativas para los demás y actuar en consecuencia. El problema que amenaza con quitar del diccionario las palabras medio ambiente habitable (cantidad y concentración de contaminantes en el aire, agua, devastación de árboles y selvas, el problema del ozono, etcétera), tiene dos vertientes de solución: la educación, para cambiar valores y actitudes humanas, y la investigación, para desarrollar la tecnología apropiada que vaya reduciendo el problema de contaminación y que combata los contaminantes ya presentes. El problema es complejo, pues algunos contaminantes resuelven ciertos problemas que también angustian al hombre de hoy. Por ejemplo, después de dos años que se dejó de producir y usar DDT en 1970, las muertes por malaria en la India incrementaron de 200,000 a tres millones en un año. Otra área en la que el hombre tiene que desenfundar su creatividad y esfuerzo es, sin duda, en los problemas del medio ambiente.

e) Participación: democrática

Ningún cambio de sistema es capaz de borrar del todo las realidades aparentemente destruidas en forma radical; sólo la buena educación puede irlo haciendo. Sería inocente argüir que las tendencias del mundo actual son únicamente económicas y tecnológicas. Al paralelo de éstas se advierten otras más pegadas a lo humano. Las personas desean ser ahora actores de su vida más que objetos inertes de "alguien" más; quieren participar en el hogar, en la escuela, en el trabajo y hasta en la diversión. La gente busca la interacción humana. El desarrollo tecnológico ha seguido un camino que aleja a unos de otros; pareciera ser que los productos de la tecnología se anteponen entre unos y otros impidiendo el diálogo con los demás. Los seres humanos sienten hoy, más que ayer, la necesidad de compañía y de intercambio personal. La dinámica demográfica ha logrado que seamos muchos, pero paradójicamente, el hombre se siente solo. En la década de los ochenta se observa un hambre de compañía



íntima, se buscan nuevos valores éticos e inclusive se asoma un interés religioso (Pareja, 1990). Por otro lado, el modelo industrial en crisis significa, entre otras cosas, que la organización con autoridad vertical, vigente desde hace varios siglos, está derrumbándose. La inquietud política, la economía estancada e inflada y los problemas sociales, representan que un mundo organizado verticalmente no ha podido dar solución a estas cuestiones. El ser humano ya no quiere hacer lo que le dicen, necesita un sentido válido y aceptado hacia donde apunte lo que hace, antes de simplemente seguir órdenes. Los avances en el área de intercomunicación muestran los indicios de una relación de apoyo entre las gentes y las organizaciones. La información fluye, se analiza y se decide, "nadie" decide por uno mismo: el hombre quiere ser verdaderamente libre, pero no ha sido preparado para serlo. Por último, el modelo de participación representa otro aspecto relevante: la desilusión del hombre y el desengaño ante las instituciones, en las cuales había depositado su confianza casi ciega. Se está perdiendo la confianza en el Estado, en la Escuela, en la Medicina e inclusive en la Iglesia. El hombre se ha ido al otro extremo y ya sólo quiere confiar en él mismo. En síntesis, el hombre del siglo XXI tendrá más cuidado de sí mismo.

f) Sociedad: desigual

En 1990, el poder adquisitivo de los salarios mínimos en México ha descendido 35% del existente en 1981 y los salarios 27% (Leñero, 1990). El 10% de la población recibe

17% del dinero que se genera en México. México tendrá 104 millones de habitantes en el año 2000. La vida se hace más masiva e impersonal. El otro cada vez importa menos, sea hijo, novio, padre, madre o simplemente cualquier persona. Se requieren más de 1.5 millones de plazas nuevas cada año (de aquí al 2005) para responder a la demanda laboral. Es curioso que mientras la población crece, se pretende desplazar la mano de obra por tecnología transnacional avanzada, ocasionando esto último contracción de la mano de obra. Además, la demanda de trabajo, lejos de verse aligerada por la anticoncepción generalizada de más del 55% de las mujeres casadas, aumenta por el hecho de "liberar" la antes dedicación exclusiva de la mujer a las actividades domésticas y llevarlas al mercado de trabajo (Leñero, 1990). La desigualdad social se verá acentuada en muchos de sus rasgos en la próxima década. No hacerle caso es un imprudencia temeraria. Puede pensarse en la educación como la igualadora de las condiciones sociales de las personas, pero el bajísimo nivel educacional, unido a la causa del magisterio realmente minusválido, hace de esta posibilidad una utopía. Pensar en un cambio de la calidad educativa en los próximos años sería inocente, aunque reconozco que hay que intentarlo. Cómo puede pensarse en una siquiera ligera posibilidad de igualdad social si hay gente, apreciada por muchos, que se dedica a traficar con la adicción de jóvenes y niños: ¿de qué se trata? Parece que no hay nada más allá del dinero. Nuestro pasado se hace futuro a través de lo que hacemos y dejamos de hacer. Nuestras acciones se hacen empresa, que se convierten, a su vez, en el signo de nuestra personalidad. ¿Qué empresa tenemos? El fin de siglo se convierte en la firma de lo que somos, por la misma acción lacrada en la piel de la sociedad. Somos muchos y estamos demasiado masificados porque no hemos descubierto, todavía, la otra dimensión implicada en la planeación familiar y el lugar de origen: el verdadero valor existente en la localidad, en el barrio y en la familia. Simplemente no vemos a los demás, ni siquiera a los más cercanos. ¿Será ésta una salida?

Cada uno de estos rasgos generan la problemática siguiente para los ingenieros químicos:

a) Discriminar la información científica y tecnológica que sea pertinente para innovar y optimizar el proceso, sistema, producto o servicio que tenga bajo su responsabilidad. Los ordenadores, redes de cómputo, acceso a bancos internacionales de información entre otras cosas, con seguridad darán la mano en estos menesteres. La necesidad de seguir aprendiendo durante la vida profesional es evidente.

b) Investigar para generar procesos, innovar los procesos o sistemas existentes y adaptar los avances tecnológicos generados en otros países será determinante. La disyuntiva de intercambiar tecnología o productos habrá que resolverla.

La necesidad de una aproximación interdisciplinar a las tareas de desarrollo será imprescindible.

c) La interacción con otros países o grupos de ellos para fines de comercio y producción de productos y servicios será irrenunciable. Esto reclama por una necesidad de expresarse con claridad y entender al menos el idioma inglés. Los aspectos de una ética económica empresarial, nacional e internacional serán la comidilla del día. La necesidad de productividad y calidad en toda industria o institución se hace mandatorio.

d) Será necesario el ir caminando hacia un desarrollo sustentable (con equidad social). Un aspecto que demandará del talento ingenieril tendrá que ver con los aspectos del medio ambiente. El modelo industrial no será maximizar rentabilidad, sino el retorno sustentable.

e) Las estructuras organizacionales y su modelo operativo tendrán que ajustarse a otro concepto de autoridad: "lo que hace crecer en el logro de ciertos objetivos establecidos en común" y a otro modelo de trabajo al menos parecido al de Calidad Total. Resalta la participación de los ingenieros en equipos de trabajo y la toma de decisiones al menos consultadas. El respeto al principio de delegación supervisada (no decidir lo que no nos toca) se irá intensificando. La necesidad de promover, estimular y reconocer la iniciativa y creatividad de todos los miembros de la organización, entre ellos la de los propios ingenieros, se hará necesaria.

f) La solidaridad social de la industria irá en aumento. No se aceptarán productos ni procesos que dañen al hombre o a su hábitat. Se producirán productos adecuados en calidad y costo a las mayorías. Esta situación demanda del talento ingenieril en la reducción de costos conservando la calidad y respetando a obreros, medio ambiente, usuarios del producto o servicio y público en general. La mancuerna criticidad-creatividad reclamará su presencia. La desconcentración de industrias a lo largo del país para promover el trabajo en las regiones es ya un imperativo, lo mismo que la infraestructura necesaria para la comercialización de los productos y servicios industriales.

Los industriales, sobre todo ingenieros, mejor que nadie nos pueden indicar las funciones genéricas que desarrolla un ingeniero químico en la actualidad o los ámbitos profesionales en los que se desenvuelven: ingeniería de procesos, investigación y desarrollo, ingeniería de proyectos, construcción, operación de plantas, trabajo académico y dirección de la empresa que implica aspectos de finanzas, mercadotecnia, administración, planeación, etcétera.

Éstas y otras funciones se llevan a cabo en un marco social determinado como ya se insinuó. Del entorno social se destacan algunos paradigmas implícitos que merodean alrededor del ingeniero químico en estos tiempos: interdis-

ciplinariedad, es decir, capacidad para integrar aportaciones de varias ciencias o disciplinas para resolver un problema; manejo de incertidumbre en las decisiones; contribución al desarrollo tecnológico teniendo presente el entorno social; generación de resultados prácticos y rentables económica y socialmente; flexibilidad para adaptarse al cambio (lo único que no cambia es el cambio); empleo de sistemas de cómputo en la operación y dirección de la industria o empresa; necesidad de un trabajo responsable, crítico y creativo; trabajo en equipo con necesidad al menos del idioma inglés; toma de decisiones considerando aspectos éticos y orientación a satisfacer al cliente.

Se ha intentado plantear el problema social y su impacto en el quehacer social del ingeniero químico, pasemos ahora a revisar su perfil necesario para atender la problemática citada.

Perfil del ingeniero químico

Quién mejor que los empleadores de ingenieros para indicarnos las luces y sombras de los egresados de ingeniería química y los rasgos que consideran pertinentes para enfrentar los retos profesionales.

Los empleadores esperan de los recién egresados que cuenten con los conocimientos, conceptos y principios fundamentales bien entendidos; que puedan aplicarlos para resolver problemas reales o prácticos, y que tengan ciertas actitudes desprendidas de ciertos valores.

Por otro lado, los contratantes de ingenieros son conscientes de que los conocimientos específicos deberán ser aprendidos en la práctica por lo que el ingeniero químico deberá egresar con conocimientos básicos, ser capaz de aprender por sí mismo y deberá tener la inquietud de participar en programas de capacitación y educación continua.

Han notado también que los egresados presentan dificultades en algunas habilidades como la de expresarse con claridad, tomar decisiones, trabajar en equipo y creatividad, entre otras.

Asimismo, los egresados presentan ciertas deficiencias en sus actitudes o maneras de ser que les restan potencial de adaptación a la industria o al trabajo profesional. Actitudes como confianza en sí mismos, interés en aportar valor agregado en la producción de productos y servicios, aspiración a contribuir al desarrollo tecnológico y social, interés en la gente y sus problemas, deseo de superación, pasión por el trabajo, honestidad en sus decisiones, deseo de siempre hacer mejor las cosas, ser agentes de cambio de su entorno y deseo de contribuir a resolver los problemas en áreas prioritarias de interés social como: protección ambiental, alimentación, salud, energía y vestido, entre otras, son de-

seables en los egresados.

Los mismos egresados después de un tiempo de trabajo empiezan a percibir rasgos necesarios parecidos a los anteriores y que no adquirieron en la universidad. Asimismo, y por supuesto, los propios egresados tienen sus aspiraciones personales, sociales y humanas que por medio del trabajo tratan de satisfacer.

Este diagnóstico de egresados y empleadores sobre los rasgos pertinentes para un ingeniero químico, necesitamos traducirlo a un lenguaje adecuado al quehacer educativo tanto en las universidades que forman ingenieros químicos, en la actualidad más de ochenta, como de las empresas e industrias en el área de capacitación.

Todo egresado universitario tiene tres características genéricas que cada profesión específica y cada profesional "contiene" en diferente grado.

Estas características son: conocimientos, habilidades para resolver problemas y actitudes conectadas con ciertos valores o cierta ética.

Por conocimientos se entienden los conceptos, los principios, los procedimientos y técnicas que un egresado debe *entender*. También abarca el disponer de cierta información de la que se comprendan sus antecedentes o circunstancias. Por ejemplo, saber que el peso molecular del agua es 18 no basta; es necesario entender, entre otras cosas, el concepto de peso molecular y si el "18" significa que el agua molecularmente es ligera o pesada.

Las habilidades de pensamiento son el potencial humano que se encarga de manejar o aplicar el conocimiento que una persona tiene en la búsqueda de nuevos conocimientos (aprender) o en la resolución de problemas. Por ejemplo, si un problema fuera: "forme tantas frases como pueda en un minuto que contengan las ideas: elemento y molécula", una persona podría generar las respuestas siguientes:

"Las moléculas se forman de elementos"

"Los elementos originan moléculas"

"La madre de las moléculas son los elementos"

"Sin elementos no hay moléculas"...

La misma u otra persona podría expresar:

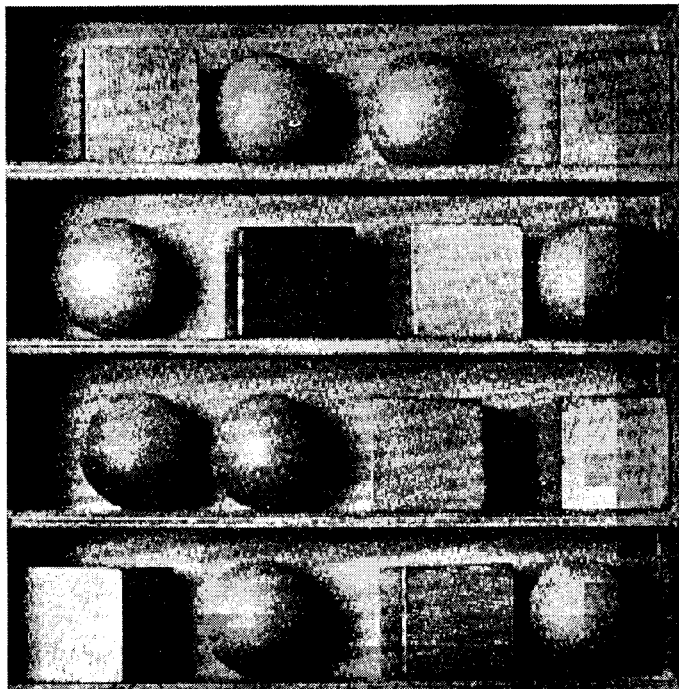
"Elemental mi querido amigo, las moléculas se pueden romper"

"Elemento es a molécula como eslabón a cadena"

"Andaba como elemento en busca de molécula hasta que te conocí"...

Del ejemplo anterior se puede generalizar lo siguiente:

- El problema consistió en integrar o juntar ideas para



formar frases. Esto es hacer una síntesis. Sintetizar es unir varias ideas conexas o inconexas para formar un todo congruente.

- Algunas personas pueden hacer intelectualmente una síntesis más fácil que otras, con mayor frecuencia que otras, con más diversidad que otras.
- Conocer o saber la definición de síntesis es muy diferente de ser capaz de hacer una síntesis. De la hechura de una síntesis, conectar ideas... y de otras actividades intelectuales se encargan las habilidades de pensamiento.
- Las habilidades son una especie de herramienta para manejar el conocimiento, en este caso para elaborar con la mente una serie de frases.
- Las habilidades son las que diferencian al hombre de la bestia, pero su grado de desarrollo es lo que diferencia a unos hombres de otros.

Es así como el desarrollo de habilidades se convierte en una asunto medular en la formación de ingenieros o de cualquier profesional cuya función sea aplicar el conocimiento o resolver problemas. Las habilidades son las que resuelven problemas y no sólo los conocimientos como generalmente se cree. Por supuesto que no puedo manejar conocimientos que no conozco ni entiendo. La ignorancia no se puede aplicar, pero sin un grado adecuado de desarrollo de habilidades de pensamiento tampoco puedo resolver problemas aunque sepa muchas cosas. Habilidades y conocimientos son sinér-

gicos: se demandan uno del otro, se complementan con la acción en la práctica.

Cuando se expresa la necesidad de egresados creativos o analíticos, se implica la demanda de egresados con un buen desarrollo de habilidades analíticas y creativas. La creatividad, por ejemplo, es un conjunto de habilidades de pensamiento (se mencionan como 20) que se encargan de generar algo nuevo para quien lo genera (Rugarcía, 1991 y 1996).

Por último, las actitudes son tendencias estables a comportarse de determinada forma como consecuencia de haber apprehendido un valor. Las actitudes expresan valores. Un valor es aquello a lo cual se *decide* dedicar la vida o parte de ella. Ejemplos de posibles valores son: una profesión, una pareja, un hijo, un partido político, una secta... Los valores implican un modo de ser que las actitudes expresan; por ejemplo: responsable, honesto, crítico, amoroso, servicial... Una cosa es tender a ser de determinada manera, por ejemplo crítico, y otra, ser capaz de hacer una crítica. Estamos hablando del hombre mismo, de su ética, de sus valores, de su libertad, del sentido que da a lo que hace y no hace.

De esta manera se clarifica lo que algunos autores llaman capacidades profesionales: los conocimientos y las habilidades (se presupone que las actitudes ya se tienen) necesarias para realizar una actividad profesional; por ejemplo, diseñar un puente, elaborar un amparo, escribir un guión para el cine, diseñar una torre de destilación...

Cuando se menciona que la industria y con ella los ingenieros químicos deben prepararse para "el cambio", se reclama por capacidad para aprender críticamente, de creatividad para estimular la innovación o adaptación y por actitudes positivas para enfrentar el cambio.

Lo que ahora procede es *traducir* las expectativas de empleadores y egresados en las tres categorías anteriormente descritas para un ingeniero químico de hoy, para de esta manera, facilitar su manejo y evaluación en ambientes universitarios, de educación continua y de capacitación.

De esta forma, los rasgos que se sugieren a las universidades y empresas para formar a un ingeniero químico son:

a) Conocimientos

Sin conocimientos entendidos no es posible afrontar los retos del presente ni del futuro, ni siquiera los del pasado.

En términos generales, los conocimientos conceptualmente claros que requerirá un ingeniero químico para el siglo XXI 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: química, bioquímica y física.

- Ciencias de la Ingeniería: fisicoquímica, ciencia de los materiales y fenómenos de transporte.
- Ingeniería: diseño, procesos de separación, reactores, ingeniería de procesos, economía industrial, proyectos, seguridad.
- Ciencias administrativas: planeación, finanzas, administración, mercadotecnia.
- Ciencias sociales y humanidades: filosofía, sociología, etcétera.

b) Habilidades

Es clara la relevancia de los conocimientos; sin embargo, éstos tienen una importancia relativa para enfrentar la profesión y la vida. Vale más a la industria o a la sociedad una persona capaz de manejar los conocimientos para aprender o resolver problemas que otra que sepa muchas cosas pero que sea incapaz de aplicarlas. La industria paga al ingeniero no por lo que ha aprendido sino por lo que es capaz de hacer intelectualmente con lo que sabe.

Los conocimientos, muchos o pocos, son estériles si el ingeniero no cuenta con las habilidades intelectuales para manejarlos en contextos variados y novedosos.

Las habilidades son las encargadas de manejar los conocimientos cuando el ser humano se enfrenta a una situación. Una persona que sea capaz de pensar es la única que va a poder sobrevivir y aportar soluciones al mundo futuro de la ingeniería.

El futuro impone dos formas de pensar (que implican el manejo de una serie de habilidades de pensamiento) a desarrollar en el ingeniero químico del mañana: creatividad y criticidad.

Creatividad

Ser creativo es ser capaz de emitir ideas o soluciones novedosas ante un problema o situación.

La creatividad es la culpable de los cambios culturales; con ella, de un zarpazo, la industria se innova y renace; sin ella, simplemente se oxida y acaba en chatarra.

¿De qué manera podríamos subirnos a la estela que va dejando el desarrollo tecnológico, la innovación o la optimización de procesos, si no es por medio de personas creativas?

Los problemas de México, aunque aparentemente parecidos, no son iguales a los de ninguna otra nación del mundo, simplemente nuestra historia puede dar cuenta de ello.

¿Cómo poder participar en las decisiones que atañen si no se ocurre algo (no importado) para salir de nuestros problemas?

La actual enseñanza universitaria suele, por desgracia, promover el pensamiento que lleva a encontrar siempre una

respuesta que es considerada como válida porque lo dice el libro de texto o el profesor exitoso. Necesitamos que las universidades e industrias estimulen el pensamiento divergente, es decir, aquel que lleva a nuevas soluciones, a innovar, a encontrar nuevas formas de hacer las cosas o en general a percibir nuevas relaciones entre elementos aparentemente inconexos.

Criticidad

La criticidad o el pensamiento crítico puede entenderse como la capacidad de cuestionar en serio los presupuestos que soportan nuestras creencias, ideas, juicios y valores o las de los demás.

El ingeniero que piensa críticamente no se traga todo a la primera, sino que indaga lo que se reporta o lo que se dice. El crítico no imita ni asiente con facilidad, al menos no lo hace antes de someter una propuesta a un proceso de investigación.

El ingeniero que se dice crítico es un escéptico que piensa: no acepta una alternativa como solución sin antes preguntar si se analizaron otras opciones o por qué lo que se propone es mejor en cuanto a la solución del problema que se tiene entre manos. El pensador crítico no acepta ciegamente una idea, no obstante contar con el apoyo de numerosas personas; antes, tiene que escudriñar sus raíces, su sentido y sus consecuencias. ¿Cuántas cosas hemos importado que no nos sirven?

Ejemplos de pensadores críticos fueron: Nicolaus Copérnico (1473-1543), quien desplazó la concepción aceptada de que la Tierra era el centro del sistema solar; Jean Rousseau (1712-1773), al negar que el niño fuera un adulto en miniatura.

La pregunta donde "duele" es el arma del crítico contra la cantidad de información e ideas del mundo contemporáneo.

Conviene reiterar que nuestro sistema educativo está muy lejos de siquiera descubrir la necesidad de este tipo de rasgo en un educando y que nuestra industria necesita promoverlo en sus programas de capacitación y educación continua.

c) Actitudes

Una actitud, como ya se dijo, es una *tendencia* a decidir, pensar o actuar de determinada manera bajo ciertas circunstancias en consecuencia de haber aprendido un valor. Por ejemplo, un estudiante de ingeniería tiende a usar matemáticas ante un problema (se necesiten o no), porque lo considera importante en su formación como ingeniero.

Las actitudes tienen que ver con los valores por delante y con la experiencia en la retaguardia. Un valor es aquello a lo que uno decide dedicar la vida o un pedazo de ella. Un

valor representa una manera de ser, una razón para vivir. Por muchos conocimientos que tenga un ingeniero y habilidad intelectual para manejarlos, la sociedad no progresa si no se tienen actitudes-valores pertinentes. ¿De qué sirve a México un brillante ingeniero que desarrolle un proceso novedoso que contamina demasiado?

Me atrevo a decir que lo más importante del ejercicio profesional es el para qué se ejerce.

Desprendidas de los retos futuros anunciados, las principales actitudes del ingeniero del siglo XXI son interés en: aprender y seguirse capacitando, cuidar el medio ambiente, promover la participación en las decisiones, trabajar en equipo y más que nada, tener presente a los demás en su quehacer profesional.

Asimismo, necesitamos ingenieros que cumplan sus compromisos, es decir, responsables, incorruptibles, interesados en el México de hoy con sus problemas principales y con un alta estima o confianza en sí mismos. Es mucho pedir, pero la situación así lo exige.

d) Capacidades profesionales

Las capacidades son, como se dijo, los conocimientos y habilidades necesarias para realizar una actividad profesional concreta. La pretensión es que si las universidades proporcionan un egresado de calidad (con los conocimientos, habilidades y actitudes descritas) el ingeniero químico será capaz de aprender y resolver lo necesario para realizar "cualquier" actividad profesional que se requiera: diseñar equipos y procesos, manejar sistemas de cómputo, administración del tiempo, manejo de incertidumbre, comunicarse con claridad, trabajar en equipo, adaptarse al cambio, emprender algún negocio, planear y conducir una junta, efectuar una negociación, desarrollar e innovar tecnología, liderar un grupo o empresa...

Éste es el perfil necesario para que nuestros ingenieros químicos cumplan su misión, es decir, estén listos para enfrentar los retos del siglo XXI con pertinencia.

Misión del ingeniero químico

Cuando el maestro Alberto Urbina del Razo mencionaba que el objetivo de la tarea educativa es "convertirlos en ingenieros y hacerlos inteligentes", implicaba la necesidad del perfil descrito anteriormente para el ingeniero químico y hacía énfasis la necesidad de desarrollar habilidades del pensamiento crítico y creativo.

Para rematar este escrito destilemos de todo lo anterior la misión del Ingeniero Químico, agente de cambio eficaz en el desarrollo de la industria química.

"Un ingeniero químico es un profesional que siendo sensible a los problemas de su país es capaz de resolver

rentablemente los problemas que se suscitan en la industria química y de servicio con una ética social". Ésta es su misión, éste es su compromiso.

Conclusión

Este escrito constituye una propuesta de misión del ingeniero químico y su perfil correspondiente para el próximo siglo.

Esta propuesta se integró con la aportación de varios grupos de ingenieros químicos: 18 profesionales con experiencia que generaron el documento "Proyecto, misión y visión de la ingeniería química", un grupo de panelistas durante la pasada Convención Nacional del IMIQ y el Comité Permanente de Educación del IMIQ.

He intentado integrar dos perspectivas en la elaboración de este artículo: la del mundo exterior a la universidad: el de la industria y el del ámbito académico. Espero que la síntesis hecha sea clara y se considere pertinente sobre todo para la formación de los nuevos ingenieros químicos que el país necesita con desesperación.

Estoy seguro que la sociedad tendrá amplia cabida para los ingenieros químicos, pero ciertamente con una preparación diferente a la actual; al perfil propuesto yo le apuesto.

Da pena y frustración reconocer que a pesar de los grandes esfuerzos de universidades, su tarea educativa deja mucho que desear. Se han puesto los ojos en cosas externas a ella y se ha expulsado al desarrollo del hombre como tal. La verdadera tarea educativa nace de los alumnos y termina en ellos y no de la ciencia como ha venido sucediendo.

Espero que este esfuerzo compartido nos dé la satisfacción de sentir la pertinencia del adagio un tanto exagerado que versa: "nada cambia en la ingeniería química si no cambian la mente y el corazón de los ingenieros químicos" ▢

Referencias

- Anaya, A., *Proyecto, misión y visión de la ingeniería química*, IMIQ, México, septiembre 1995.
- Comité de Educación del IMIQ, *Acreditación de programas de ingeniería*, trabajo inédito realizado en 1995.
- Leñero, L., *La sociedad mexicana en la década de los noventa*, Simposio, México, D.F., enero 1990.
- Meneses, E., *El Sistema UIA en el umbral del siglo XXI, Umbral XXI*, octubre 1989, p. 2-9.
- Pareja, G., *La espiritualidad desde la óptica de Viktor Frankl*, Jornadas de Desarrollo Humano, UIA-Santa Fe, otoño 1990.
- Rugarcía, A., La creatividad y su desarrollo en la formación de ingenieros, *Educación química*, 2[1] 40-45, 1991.
- Rugarcía, A., *La criticidad y su desarrollo en la formación de ingenieros*, en el libro: *La formación de ingenieros*, UIA-GC, Puebla, 1997.