

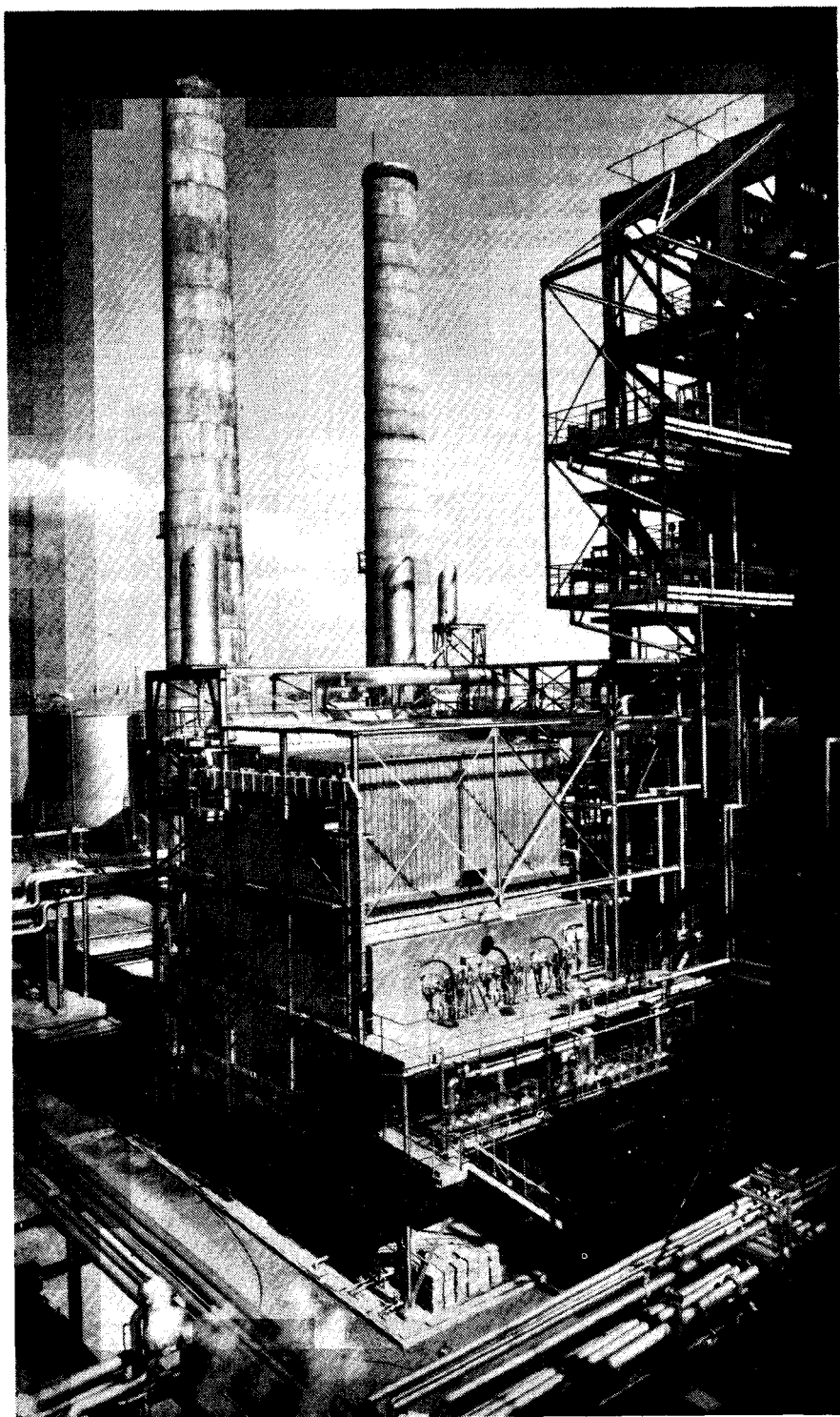
La ingeniería química en el siglo XXI

En esta sección se publicará un escrito breve sobre un tema polémico, así como la opinión en torno a él por parte de varios comentaristas. El propósito es que los puntos de vista expresados contribuyan a formar la opinión de los lectores con respecto al tema en discusión.

La base de este primer debate es la noticia anexa, aparecida en Engineering Education, de noviembre de 1987, y sintetizada en el boletín bimestral del Comité de Educación del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos. En dicha noticia se presenta un punto de vista externo sobre el currículo de la carrera de ingeniería química para el siglo venidero. Se incorporan las opiniones de los ingenieros Alejandro Anaya Durand, Enrique Bazúa Rueda, Alberto Urbina del Raso y Mario Vizcarra Mendoza.

También se incluye un extracto de la ponencia del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos, presentada durante su Convención Nacional de octubre de 1987 y, finalmente, incorporamos un documento elaborado por el Instituto Americano de Ingenieros Químicos, que nos fue proporcionado por el ingeniero Alejandro Anaya, del cual hemos efectuado un resumen.

Esperamos que la difusión del punto de vista de tan eminente conjunto de profesionales de la ingeniería química y de los dos documentos mencionados sea de gran interés para los lectores de este número de presentación de Educación Química.



Requerimientos curriculares para la ingeniería del futuro*

Un grupo de expertos, entre los cuales se encontraba un ingeniero químico (Z. Tadmor), se reunió en el Tecnológico de Haifa, del 29 al 31 de diciembre de 1986 para discutir un informe sobre la educación de los ingenieros. De esta reunión, los profesores del tecnológico mencionado editaron un informe (Engr. Education, Nov. 1987) sobre "La educación del ingeniero 2001". Por considerar de interés los aspectos curriculares que aborda, los presentamos a continuación:

- a) La educación matemática del ingeniero debe ampliarse, de tal manera que incluya tópicos como métodos numéricos, matemáticas finitas, análisis no lineal, etcétera.
- b) El rigor matemático se debe evitar donde no se necesite.
- c) Dado que la tecnología del futuro será más multidisciplinaria, la enseñanza de la física y de la química deberá ampliarse, en lugar de la profundización y sofisticación que con frecuencia observa.
- d) La proporción de ciencias de ingeniería debe incrementarse en el currículo.
- e) Se deben eliminar del currículo los procedimientos «arcaicos» de diseño.
- f) El estudiante de ingeniería debe aprender a aplicar paquetes y procedimientos computacionales en los cursos que lo requieran.
- g) Los cursos optativos de áreas humanísticas se deben sustituir por paquetes de cursos humanísticos, bien integrados y con un propósito.
- h) Los cursos de administración deben posponerse para posgrado o educación continua.
- i) Se debe reforzar la formación en comunicación oral y escrita.
- j) Debe hacerse un esfuerzo para incorporar en el currículo algunos elementos de trabajo interdisciplinario.
- k) Una buena formación en ingeniería puede lograrse con 144 créditos (horas por semana, por periodo escolar); es decir, un promedio de 18 créditos (no más de seis asignaturas de tres horas semanales) por semestre, de acuerdo con los lineamientos siguientes:

Diseño y tecnología computacional	15-20%
Matemáticas y ciencias naturales	30-35%
Ciencias de la ingeniería	35-40%
Humanidades, ciencias sociales y comunicación	10%

En relación con estas propuestas, nos interesaría saber cuál es su opinión.

* Tomado de la *Carta Informativa Bimensual del Comité de Educación del IMIQ*, Noviembre—Diciembre de 1987.

Alejandro Anaya Durand

*Gerente de Proceso y Bienes de Capital del Instituto
Mexicano del Petróleo*

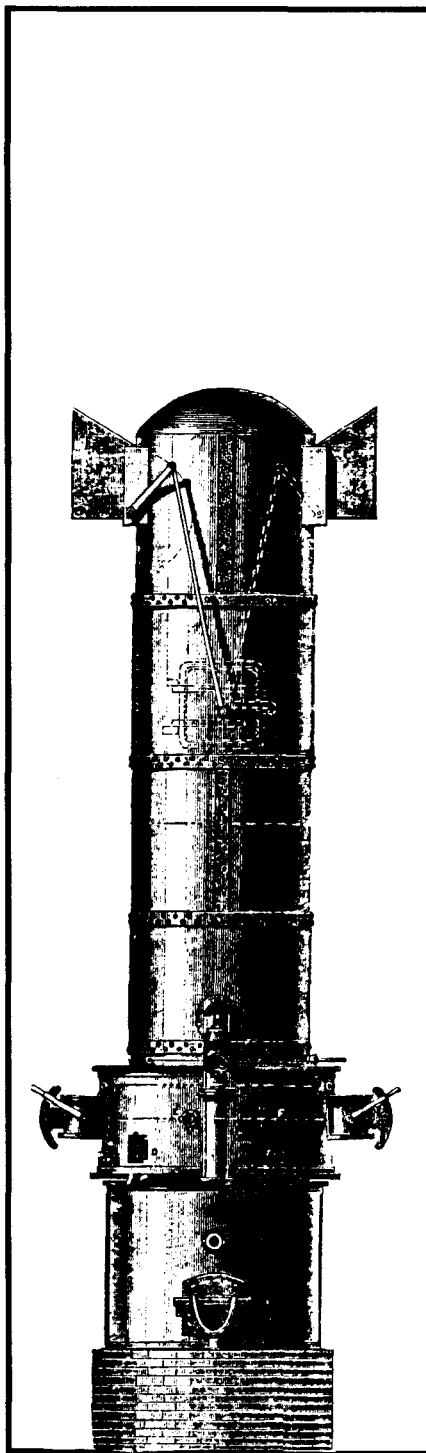
a) *Postulado:* La educación debe ampliarse, de tal manera que incluya tópicos como métodos numéricos, matemáticas finitas, análisis no lineal, etcétera.

Comentario: Considero que es preciso mantener presente que las matemáticas son ante todo una herramienta conceptual para la solución de problemas. Esto es, la matemática debería utilizarse en el caso de la ingeniería química, de acuerdo con la naturaleza y complejidad de los problemas específicos de ingeniería. No es razonable la enseñanza indiscriminada de matemáticas que sean muy sofisticadas o complejas si el problema de ingeniería que las utilizará, no las requiere y es posible su solución con un tratamiento matemático más sencillo.

En conclusión, hay que adaptar las matemáticas a la naturaleza de los problemas ingenieriles, mas no a la inversa. Por lo anterior, y tomando como base el contenido de matemáticas en el currículo actual en la Facultad de Química, éste me parece suficiente para los requerimientos en el inicio del siglo XXI. Sin embargo, se recomienda que las aplicaciones en los cursos de matemáticas se orienten a la solución de problemas ingenieriles reales y prácticos y no sean únicamente ejercicios de matemáticas.

b) *Postulado:* El rigor matemático se debe evitar donde no se necesite.

Comentario: Resulta obvio que si no se necesita, debe eliminarse. Nuevamente, dependiendo del tipo de problema, en algunas ocasiones será necesario, para su solución, el uso de técnicas matemáticas muy elaboradas que requieran de un tratamiento riguroso. Sin embargo, en muchos casos, es suficiente un tratamiento menos riguroso en la solución de problemas de ingeniería química.



c) *Postulado:* Dado que la tecnología del futuro será más multidisciplinaria, la enseñanza de la física y de la química deberá ampliarse.

Comentario: La enseñanza de la química y física deberá mantenerse en su ámbito específico, particularmente en el caso de la química, para ingeniería química, se deberá mantener una preparación conceptual sólida, incluyendo aspectos de bioquímica, indispensables para la atención, a corto plazo, de problemas de biotecnología y de preparación de productos químicos con propiedades muy particulares (llamados productos químicos funcionales). En los cursos de física, se recomienda reforzar la enseñanza de la física del estado sólido.

En resumen, la preparación en física y química deber ser, ante todo, conceptual, con enfoque ingenieril desde los primeros cursos y abierto a las necesidades tecnológicas que se anticipasen para el siglo.

d) *Postulado:* La proporción de las ciencias de ingeniería debe incrementarse en el currículo.

Comentario: Dentro del alcance de la ingeniería química, se prevé, efectivamente, un incremento en la proporción de las ciencias ingenieriles en el currículo. En otras palabras, la ingeniería química tiende a ser más "ingenieril", e interdisciplinaria para atender los retos tecnológicos en biotecnología, desarrollo de materiales especiales, fuentes alternas de energía, problema ecológico, producción de alimentos, materiales electrónicos, desarrollo en nuevos procesos de separación y purificación, CAD y CAM (Computer Aided Design and Manufacturing), etcétera.

e) *Postulado:* Se deben eliminar del currículo los procedimientos "obsoletos del diseño".

Comentario: Es obvio que si

son procedimientos arcaicos, deben eliminarse. La tendencia será utilizar métodos que aprovechen el desarrollo de recursos en materia de computadoras (personales principalmente). Sin embargo las técnicas "arcaicas" pueden confundirse con sistemas clásicos, conceptuales, que conviene que el alumno conozca.

f) *Postulado:* El estudiante de ingeniería debe aprender a aplicar paquetes y procedimientos computacionales en los cursos que lo requieran.

Comentario: ¡Cierto! Aunque no como un fin en sí mismo, sino como una herramienta para agilizar la solución de problemas de Ingeniería Química.

g) *Postulado:* Los cursos optativos del área humanística se deben abolir y sustituir por paquetes de cursos de humanidades bien integrados y con un propósito.

Comentario: Es indispensable mantener un criterio humanístico, universitario, en la preparación de nuestros profesionales. Se podrían proporcionar "cursos paquete" que incluyeran aspectos relacionados con los problemas derivados de las relaciones humanas; por ejemplo, dinámica de grupos, comunicación, ética profesional, etcétera. Asimismo, se deberá favorecer que el alumno conozca el entorno tecnológico, económico, político e histórico de la profesión en nuestro país.

h) *Postulado:* Los cursos de administración deben posponerse para posgrado o educación continua.

Comentario: Es indispensable que el futuro ingeniero conozca los fundamentos de la administración; en particular, el conocimiento de la administración de proyectos (Project Management) que es de uso cotidiano en el ejercicio de la ingeniería química.

i) *Postulado:* Se debe destacar la

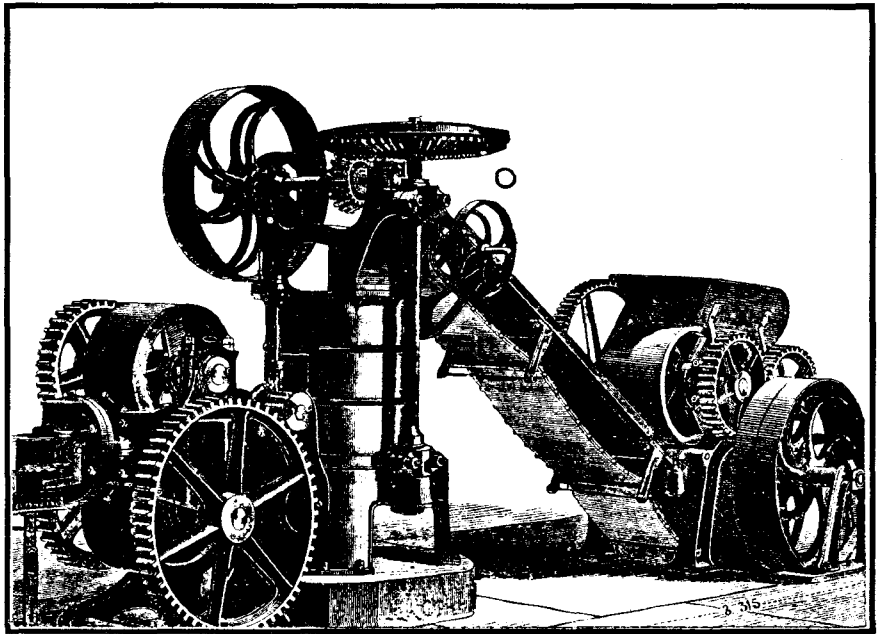
importancia que tiene la formación en comunicación oral y escrita.

Comentario: Ciertamente es fundamental dar énfasis a la comunicación, dado que este aspecto constituye uno de los principales problemas y deficiencias del profesional.

j) *Postulado:* Debe hacerse un esfuerzo para incorporar en el currículo algunos elementos de trabajo interdisciplinario.

144 créditos; es decir, un promedio de 18 créditos por semestre, de acuerdo con los lineamientos señalados.

Comentario: Con base en la búsqueda de un equilibrio entre el aspecto formativo e informativo (más en el primero) de la enseñanza, considero que la propuesta de mantener no más de seis asignaturas de tres horas semanales por semestre, pudiera ser un tanto restrin-



Comentario: El ingeniero químico es un profesional esencialmente interdisciplinario. Consecuentemente, la relación con otras ingenierías es usual en su labor. Un buen ejemplo de trabajo interdisciplinario lo constituye la ejecución, durante la licenciatura, de algún proyecto de una planta, lo que exige la vinculación interdisciplinaria con otras ciencias ingenieriles (mecánica, civil, electrónica, etcétera).

k) *Postulado:* Una buena formación en ingeniería puede lograrse con

gida, salvo que se cambiara el esquema didáctico en el cual, como ocurre en algunas universidades del mundo, el tiempo de clase es breve y se le deja al alumno una gran participación y trabajo extraclase. Por otra parte, si se cuenta con material audiovisual y material didáctico, se podría reducir, probablemente, el tiempo de exposición oral. Ello haría factible, entonces, una formación con seis asignaturas con tres horas de clase.

Enrique Bazúa Rueda

Jefe de la División de Ingeniería de la Facultad de Química de la UNAM

En la nota se mencionan aspectos curriculares de la formación del ingeniero que comentaremos desde la óptica de la ingeniería química.

1) El planteamiento de problemas en ingeniería química lleva, en muchas ocasiones, a un sistema de ecuaciones no-lineales, ya sean algebraicas o diferenciales, cuya solución requiere de métodos numéricos. La cantidad de operaciones aritméticas que involucra la solución de los sistemas de ecuaciones no-lineales requiere de la utilización de computadoras. Algunos ejemplos son: balances simultáneos de materia y energía en equipos y procesos, cálculo de condiciones de equilibrio en sistemas de varias reacciones químicas, cálculo de equilibrio líquido-vapor en sistemas reales usando ecuaciones de estado o coeficientes de actividad, comportamiento cinético de reacciones químicas que no son de primer orden y cálculo de reactores químicos industriales, etcétera.

Es necesario reforzar la capacidad de los alumnos para plantear estos problemas, enfatizando los pasos que llevan de la realidad al modelo físico y de éste al modelo matemático. El rigor matemático se debe restringir al planteamiento correcto de problemas y a la obtención de soluciones de aquellos problemas que tienen solución analítica, por ejemplo cuando se trata de un sistema lineal de ecuaciones.

En los cursos de matemáticas deben abundar los problemas de origen ingenieril, más que los de interés puramente matemático. Estoy de acuerdo, entonces, con las opiniones vertidas en los puntos a) y b).

2) La diversidad de materiales y sustancias que maneja el ingeniero químico es enorme, por lo que debe estar familiarizado con fenómenos y propiedades muy diversas. La física



y la química le deben servir al alumno de ingeniería química para entender los fenómenos que ocurren en la naturaleza y cómo son utilizados en procesos industriales. En estas materias se deben incluir los aspectos modernos que ya tienen aplicaciones o que pueden ser utilizados en un futuro cercano. En mi opinión, se debe ampliar la enseñanza de la física y la química incluyendo temas como macromoléculas y estado sólido que usualmente no se tocan en los cursos actuales. Para el ingeniero químico es necesario tener un balance adecuado de la física de sistemas macroscópicos y de la física a nivel molecular. Tomando en cuenta estos comentarios, en el punto c) se debe entender por ampliar la enseñanza de la física

y la química el incorporar nuevos temas, sin demérito de los que actualmente se cubren.

3) La tendencia actual en los planes de estudio de las carreras de ingeniería química es aumentar la proporción de materias ingenieriles. La Facultad de Química no ha sido ajena a esta tendencia; en el nuevo plan de estudios las materias ingenieriles ocupan el 39.5%, en comparación con el plan anterior donde ocupaban el 32.4%.

4) Una preocupación permanente de los profesores de ingeniería debe ser la revisión constante de los procedimientos y métodos de cálculos aplicados al diseño de equipo y procesos. El uso de la computación debe ser esencial para introducir al alumno a los procedimientos modernos de cálculo. Sin embargo, deben persistir los métodos de análisis basados en aproximaciones analíticas a la solución rigurosa, para crear en el estudiante los conceptos básicos del fenómeno que está estudiando y que tenga una idea suficientemente aproximada de la naturaleza de las variables que afectan el comportamiento de los equipos industriales.

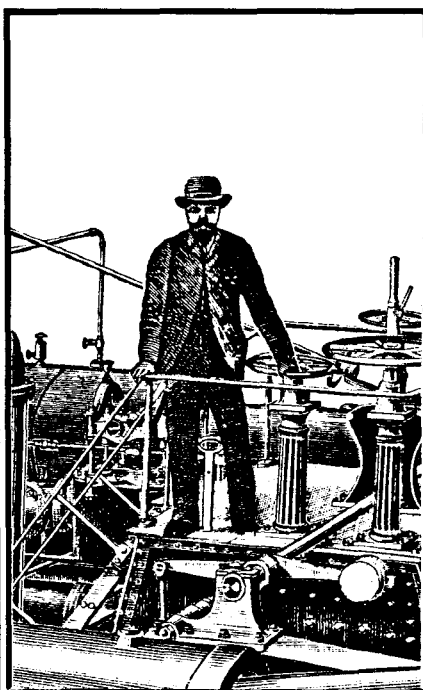
5) En los diferentes cursos de ingeniería al estudiante debe dejársele tareas que requieran la elaboración de programas de cómputo para resolver casos más apegados al comportamiento real de los procesos industriales. Además, debe compenetrarse en el uso de programas comerciales tales como Simuladores de Proceso, Bancos de Propiedades, Diseño Mecánico de Equipos (Cambidores de calor, tanques, torres de destilación), etcétera. Por lo tanto, estoy de acuerdo con el comentario del punto f).

6) Las carreras de ingeniería química en Latinoamérica tienen muy pocas materias humanísticas. Representan el 2% de los créditos en

Argentina, Chile y Colombia y no están presentes en los planes de Brasil y Ecuador. En México se tiene un gran abanico en este aspecto, desde ninguna en la Facultad de Química de la UNAM, ITESM y Universidad de Guadalajara, hasta cuatro en la Universidad de Monterrey, Universidad La Salle y Universidad Autónoma de Zacatecas. En mi opinión, todas las carreras universitarias, incluyendo las ingenierías, deben tener un paquete estructurado de materias humanísticas obligatorias que completen la formación integral de los alumnos. En este aspecto también coincido con la opinión del artículo en su punto g).

7) Las carreras de ingeniería química en el mundo en general tienen varios cursos de ingeniería económica y administración. En Sudamérica representan el 6%, en promedio, de los créditos, en la URSS el 3.5%, en Inglaterra y Canadá el 2% y en E.U.A. no tienen ningún curso de administración. En México, en promedio tienen 3 cursos de esta índole. El nuevo plan de estudios de la carrera de ingeniería química en la UNAM tiene 4 cursos económico-administrativos y representan el 5.3% de los créditos. En estos cursos se le debe proporcionar al alumno los elementos necesarios para efectuar los balances económicos que requerirá en su ejercicio profesional, así como el conocimiento necesario sobre la organización de las empresas en que trabajará. En consecuencia, no estoy de acuerdo con la opinión del punto h).

8) Los alumnos que ingresan a la Facultad de Química tienen en general muy poca habilidad para comunicarse, sobre todo en forma escrita. Este aspecto no se enfatiza lo suficiente a lo largo de su formación profesional, por lo cual se corrigen



poco las diferencias de los alumnos en comunicación escrita y oral. Deben tomarse acciones concretas para corregir esta anomalía.

9) En el artículo faltó comentar sobre la necesidad de inculcar en los alumnos la responsabilidad sobre seguridad industrial y protección del medio ambiente, que todo egresado universitario debe tener, independientemente de su actividad profesional.

10) En relación con el número de créditos tengo los siguientes comentarios. El plan de estudios de ingeniería química de la Facultad de Química tiene un total de 168 horas (por semana, por semestre) de enseñanza teórica y 95 horas de enseñanza de laboratorio. Estas horas están distribuidas a lo largo de nueve semestres, lo cual da un promedio de 29.3 horas totales a la semana por semestre, 18.7 horas de enseñanza teórica por semana y 10.6 ho-

ras de enseñanza de laboratorio por semana.

En el artículo no mencionan si las 18 horas por semana que recomiendan son de teoría exclusivamente, o si incluyen horas de prácticas y en qué proporción. En todo caso, considero que el número de horas de enseñanza en México es excesivo y que deben realizarse esfuerzos serios por reducirlos en un 25% para quedar en 22 horas totales de enseñanza por semana. Si se respeta la proporción de teoría y laboratorio que prevalece en la Facultad de Química (63.9% teoría y 36.1% laboratorio), serían 14 horas semanales de teoría y 8 de laboratorio.

11) La distribución de los créditos en los rubros que establece el artículo no es adecuada ya que no es conveniente separar el Diseño y Tecnología Computacional de las Ciencias de la Ingeniería. La proporción de Matemáticas y Ciencias Naturales que proponen (30-35%) es baja y debiera ser entre 40 y 50%. En este rubro se incluyen las materias de Matemáticas, Física, Química y Físicoquímica.

La proporción de Humanidades y Ciencias Sociales que proponen (10%) es elevada y debiera ser alrededor del 5%, con un 5% adicional de materias económico-administrativas. El 40-50% restante deben ser materias de ingeniería, un 30-35% de materias de ingeniería química y un 10-15% de materias de ingenierías auxiliares. En resumen, la distribución de los créditos de la carrera de ingeniería química, en mi opinión debiera ser:

Matemáticas 10%
Física, química y 30-40%
físicoquímica
Ingeniería química 30-35%
Ingenierías auxiliares 10-15%
Humanísticas 5%
Económico-administrativas 5%

Alberto Urbina del Raso

Profesor Emérito de la Facultad de Química de la UNAM

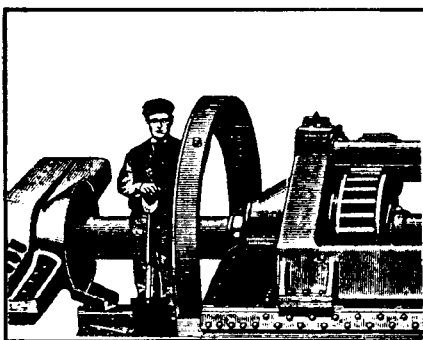
La propuesta presentada se refiere a modificaciones de un plan de estudios existente que no conocemos; pero, por la índole de las recomendaciones dadas en el extracto, se deduce que se trata de la educación del "ingeniero", sin adjetivos, lo que no corresponde al concepto que tenemos en México acerca de lo que debe ser un ingeniero químico, aunque, como tal, obviamente debe tener la misma preparación básica.

a) **Matemáticas:** Una de las características típicas del ingeniero es precisamente su habilidad para calcular; de ahí la importancia de una buena preparación matemática. Actualmente, la matemática no sólo tiene importancia como una herramienta de cálculo indispensable, sino también como un idioma; por tanto, se considera conveniente incluir en los programas aquellos temas que permitan al ingeniero entender y captar los conceptos de las deducciones matemáticas que se publican en revistas y libros modernos, aún cuando no sean expertos en manejarlos.

b) Esta recomendación sugiere que los ingenieros deben considerar la matemática como una herramienta imprescindible, como un medio y no como un fin.

Sería aconsejable, entonces, que los cursos de matemáticas fueran impartidos por ingenieros (de preferencia químicos), que dieran importancia al uso de la matemática para la resolución de problemas de ingeniería, más que al problema matemático en sí. Convendría también recomendar que, de preferencia, las ilustraciones y ejercicios estén referidos, específicamente, a la ingeniería química.

c) El estudio y resolución de problemas de la industria de proceso, donde se realizan operaciones y procesos físicos y químicos, requie-



re de que el ingeniero químico tenga una sólida preparación en física, química, fisicoquímica, etcétera, y fundamentos de mecánica y electricidad.

d) Aparte de las materias de ciencias básicas mencionadas, salvo administración, relaciones humanas y algunas optativas, todas las demás materias comprendidas en el actual plan de estudios pueden considerarse como ciencias de la ingeniería.

e) Esta recomendación es un tanto dolosa puesto que es obvio que se deben eliminar los procedimientos "arcaicos", pero se elude el problema de fondo acerca de si es conveniente o inconveniente impartir un curso de diseño, específicamente en nuestro caso, de diseño de equipo. En México, es importante promover la industria de bienes de capital, ya que existen en el país talleres mecánicos capaces de construir equipos dentro de especificaciones mecánicas estrictas, con la condición de que se les suministre el diseño básico para ellos. Es probable que en los cursos de Flujo de Fluidos y de Transferencia de Calor, se estudie el diseño de sistemas de bombeo y de cambiadores, pero no es tan seguro que, si se trata de procesos de separación, se llegue al diseño básico de los equipos. Resulta conveniente, por tanto, incorpo-

rar un curso especial de diseño de equipos o incluir este tema en los programas de procesos de separación.

f) Considero que los cursos de computación deben regirse por el mismo criterio con el que se enseña matemáticas; es decir como una herramienta de cálculo cada vez más indispensable. El ingeniero debe tener una sólida preparación en la ciencia de la computación y, además, el entrenamiento para aplicarla a problemas de ingeniería química, donde el campo es amplísimo.

g) e i) Algunas de las deficiencias, frecuentemente atribuidas al ingeniero, se encuentran en las áreas de humanidades, dentro de las que se ubica la comunicación. En consecuencia, sería conveniente incluir algún curso humanístico, y, en cuanto a la comunicación oral y escrita, sería más bien una tarea permanente durante toda la carrera.

h) Por principio, parece conveniente eliminar del currículo de licenciatura cualquier materia que constituya una especialidad, y dejar este tipo de materias para cursos optativos o de posgrado.

j) En mi opinión, la carrera de Ingeniería Química es suficientemente interdisciplinaria para cubrir esta recomendación.

k) A pesar del diferente valor asignado a los créditos, el número establecido de 144 podría ser suficiente para la preparación de un ingeniero "sin adjetivos"; pero sería insuficiente para la carrera de Ingeniería Química.

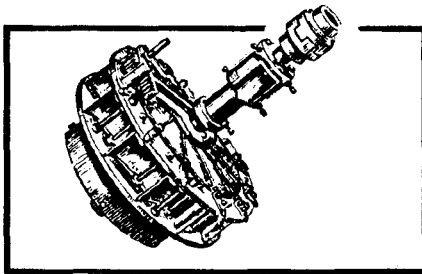
En cuanto a la distribución por áreas, creo que, a pesar de la novedad del área de computación, ésta debería integrarse al plan de estudios, incluyendo la ciencia de la computación dentro de las ciencias básicas; y la tecnología, dentro de las ciencias de la ingeniería.

Mario G. Vizcarra Mendoza

*Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica de la
Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa*

En términos generales, se puede desprender, de las opiniones de los expertos reunidos en el Tecnológico de Haifa, que es muy importante reforzar el currículo del ingeniero en cuanto a su contenido básico, opinión que, en realidad, comparten muchos académicos. Para lograrlo, recomiendan ampliar la cultura matemática, aumentar la proporción de ciencias de ingeniería, ampliar la enseñanza de la física y de la química, e introducir el manejo de la computadora como herramienta de trabajo en los diferentes cursos del currículo del ingeniero del futuro.

En lo que concierne específicamente a la ingeniería química, pensamos que, efectivamente, los aspectos básicos en la formación del futuro ingeniero no deben descuidarse, más aún, deben reforzarse en lo que se refiere a los fenómenos de transporte, física, química, termodinámica y matemáticas. Los avances de la ciencia y la tecnología, cada vez más rápidos y cambiantes, nos plantean retos que son y serán muy difíciles de satisfacer, si sólo se modifican o adecúan los currículos del ingeniero químico del futuro, ya que esto demandaría incluir en ellos, cursos curriculares relacionados con temas novedosos como nuevos materiales, polímeros, cerámica, biotecnología, síntesis, control y simulación de procesos, electrónica, etcétera. Ello conduciría a que, por necesidad, se modificara el currículo, en detrimento de los aspectos fundamentales o, peor aún, llevaran sólo a abultar su contenido, lo que provocaría el aumento de la carga académica del alumno y alargaría la carrera a más de 5 años. No creemos que, aun cuando se pudieran realizar algunas de las acciones señaladas, éstas se traduzcan en una mejor preparación del ingenie-



ro del futuro. En cambio, si se refuerza su formación básica, seguramente se le proveerá de mejores recursos para enfrentar los retos ya mencionados.

De esta manera, lo que proponemos como política por seguir es mantener o aumentar la flexibilidad de los planes de estudios, con el fin de que, a manera de "paquetes" de concentración, se pudieran ofrecer diferentes alternativas a la formación terminal del ingeniero químico. Por ejemplo, un conjunto de materias relacionadas con los fundamentos y aplicaciones de la biotecnología, de tal manera que el ingeniero químico, con área de concentración en biotecnología, pudiera estar preparado para desarrollarse en este campo.

Por otra parte, lo que sin duda debe fortalecerse en el currículo del ingeniero del futuro, es el empleo de la computación en el manejo de problemas relacionados con la ingeniería química, como parte fundamental de su formación.

No podríamos dejar de reflexionar acerca de la problemática que actualmente viven las universidades en México, en lo que se refiere a las potencialidades de sus "cuadros" para enfrentar este reto. El siglo XXI está próximo y sería necesario planear desde hoy políticas bien coordinadas, que permitan diseñar el currículo del ingeniero químico del futuro, sobre las bases señaladas; esto demandará romper ciertos "es-

quemados de decisión" que a través de muchos años han adquirido inercias difíciles de modificar, o bien implicará cambios en los métodos tradicionales de enseñanza, o en los propios contenidos de los cursos, los cuales, sin dejar de tener su carácter de básicos, deberán necesariamente ser actualizados.

La duda, en fin, sería ésta: ¿Qué tan flexibles serán los "cuadros" de las universidades para irse actualizando? Si continúa la "desbandada" de académicos de las universidades, y/o que el profesor de tiempo completo tienda a desaparecer, nos lleva a preguntar si estas reflexiones, que en la actualidad nos preocupan, se quedarán simplemente en el tintero, ante la falta de quien las pueda resolver.

Por último, se habla muy frecuentemente de las necesidades de la industria, por ello, las interrogantes que se nos presentan son: ¿no será que, en muchos casos, la clase de trabajo que se le ofrece al ingeniero recién egresado no corresponde a sus capacidades potenciales?, ¿será justificable formar ingenieros del futuro, para que se dediquen, en un alto porcentaje, a las ventas?, ¿no será que estamos metidos en un círculo vicioso? Es decir, por un lado la industria se queja de la mala preparación de los ingenieros que egresan de las universidades, y por el otro, se tiene la convicción, ante las políticas externas a la universidad (gubernamentales sobre todo), que no hay estímulos para que la educación universitaria se supere realmente.

En conclusión, cualquier medida que apunte al mejoramiento del currículo destinado a la formación del ingeniero del futuro, debe estar acorde con las políticas que apoyen a las universidades para desarrollar tales tareas.