

# HACIA UNA NUEVA FORMACIÓN DEL INGENIERO QUÍMICO ANTE LA MODERNIZACIÓN INDUSTRIAL

Alejandro Anaya Durand\*

*"El tipo de instrucción que se basa en recordar las cosas para contestar las preguntas de la gente, no califica para ser maestro"*

Confucio

Esta sección pretende establecer nexos entre los aspectos curriculares y de desarrollo profesional. En esta ocasión incluimos el análisis y recomendaciones del ingeniero Alejandro Anaya sobre la necesidad de dar énfasis en el currículo al desarrollo de habilidades y actitudes que, junto con los conocimientos, constituyen lo que el autor llama "trinomio de formación integral".

Los cambios que se están dando en el sector industrial del país y del mundo ante la modernización y globalización de mercados, no pueden ser ajenos al sector académico, que tendrá que promover acciones inmediatas para garantizar la formación de profesionales que sean capaces de afrontar los nuevos retos en forma exitosa y competitiva.

Dicho reto requerirá afirmar el proceso de FORMACIÓN de nuestros profesionales, entendiéndose dicho proceso como el equilibrio de un trinomio constituido por CONOCIMIENTOS, HABILIDADES y ACTITUDES necesarios para el logro de los objetivos en la profesión.

Dentro del equilibrio CONOCIMIENTOS-HABILIDADES-ACTITUDES, que constituyen los elementos de la formación integral, queremos hacer notar que se ha mantenido un énfasis principal en la impartición de CONOCIMIENTOS, prestando mucha menos atención al desarrollo de los otros factores formativos. Desde siempre, la enseñanza tradicional ha tenido un enfoque de tipo INFORMATIVO MASIVO (y COMPULSIVO) que ha permitido, en el mejor de los casos, el desarrollo de habilidades de memorización aunque, lamentablemente, tanto de aspectos trascendentes y fundamentales como, mayormente, de información irrelevante o no indispensable de retener en la memoria. Desde el pasado, con el auge del enciclopedismo, las personas con mayor acervo de conocimientos eran distinguidos como notables y cultos, aunque en muchos casos no supieran qué hacer con dicho bagaje de información. Desde la enseñanza primaria, aquellas materias que no permiten para su comprensión únicamente la memorización, sino que exigen una comprensión de sus fundamentos, como lo son la matemáticas y la física tradicionalmente, fueron consideradas como materias "difíciles", sólo accesibles a alumnos "diferen-

tes" que usaban lentes.

La masificación en el suministro de información y conocimientos en el currículo de Ingeniería Química de nuestras instituciones de enseñanza superior es notable. Tomando como referencia el Plan de Estudios actual de la Facultad de Química de la UNAM, en promedio, durante la carrera se imparten 47 materias diferentes en nueve semestres; cada materia cubre por lo menos de 20 a 30 temas específicos que se le transmiten al alumno y que se pretende que asimile, muchas veces memorice, interprete, interrelacione o integre en su desempeño profesional posterior para resolver problemas diversos.

¿Es esto razonable? Definitivamente yo creo que no.

Ante el comentario de la industria, muchas veces no fundamentado, de que nuestros egresados salen mal preparados de las universidades, la respuesta típica en general ha sido incrementar e incorporar al currículo de ingeniería conocimientos cada vez más específicos o especializados, de acuerdo con la supuesta "demanda" de los mismos en la industria. La anterior situación ocasiona una desviación de la enseñanza a nivel universitario, que debe tener el propósito de FORMAR profesionales con conceptos básicos y fundamentos firmes, y dejando la CAPACITACIÓN y el entrenamiento a nivel profesional como responsabilidad y costo del medio industrial.

En el pasado, un problema importante de la enseñanza, era la falta de información para resolver una gran diversidad de problemas. Existían pocas metodologías, libros, revistas especializadas, etcétera, por lo que se hacía énfasis en captarla masivamente y transmitirla al estudiante de acuerdo con su disponibilidad. El alumno se acostumbró a este tipo de enseñanza, dedicando buena parte del tiempo de clase a "tomar apuntes" en forma compulsiva, distrayéndose de captar lo conceptual y masificando de información sus cuadernos. Asimismo, el profesor, por lo general, contribuía a esta situación llenando pizarrones de información no siempre indispensable.

Actualmente, y desde luego en el futuro, la cantidad de información disponible es increíble y el problema más bien se sitúa en aprender a utilizar (y a buscar) la

\*Gerente de Proceso y Bienes de Capital, Instituto Mexicano del Petróleo, Apartado Postal 14-805 07730, México, D.F.

Recibido:

9 de diciembre de 1991

Aceptado:

8 de agosto de 1992

información necesaria para resolver un problema. Lo anterior requiere de una HABILIDAD generalmente no desarrollada. Afortunadamente los recursos informáticos nos permiten disponer de bancos de información y datos que nos auxiliarán en ello.

Lo que sí es importante, es que *ningún* currículo resistirá las necesidades de demanda de información y conocimientos especializados requeridos para nuestro trabajo, ¡NO ES POSIBLE, NI RAZONABLE incrementar indefinidamente la carga académica!

Por otra parte, una masificación de la información transmitida al estudiante se refleja en la distribución de su tiempo de actividad semanal.

Como puede apreciarse en la Tabla 1 – obtenida con base en una encuesta a alumnos de la UNAM, IPN y Universidad La Salle–, el alumno, en promedio, dedica 30 horas a la semana a asistir a sus clases, sin contar aquéllas adicionales que dedica a completar sus prácticas en laboratorios que pueden tomarle un tiempo importante. Aunado a lo anterior, consume en promedio de 18 a 20 horas a la semana para hacer las tareas y trabajos encomendados por sus maestros. Esta cifra se incrementa notablemente en diversas etapas “pico” del curso, en las que parece que todos los maestros nos ponemos de acuerdo y les pedimos simultáneamente mucho trabajo a nuestros alumnos.

**Tabla 1.** Distribución típica del tiempo semanal de un estudiante de ingeniería química

ACTIVIDAD	HORAS	%
Clases	30*	18
Alimentación	10	6
Estudio y tareas	18	11
Transporte	13	8
Dormir	44	26
Otros (deporte, clases, inglés, música, etcétera)	34	20
Diversión	19	11
Total	168	100

\* Hora-semana-semestre equivalentes = 270

En otros países, el valor promedio es de únicamente 116 horas-semana-semestre.

(Consulta a alumnos de UNAM, IPN, La Salle)

Considerando como índice de cálculo el tiempo dedicado a clase en término de las HORAS-SEMANA-SEMESTRE, tenemos que el promedio en las instituciones mexicanas que ofrecen la carrera de Ingeniería Química es de 246 HORA-SEMANA-SEMESTRE, comparada con un valor medio de sólo 116 HORA-SEMANA-SEMESTRE en otros países (como EUA), lo cual evidencia lo elevado de la carga académica en nuestro país.

En resumen, de las consideraciones anteriores, se puede apreciar que la carga académica que recibe el alumno en un promedio de nueve semestres de que consta su carrera es considerable, prácticamente el doble que en otros países. Si a esto aunamos que el enfoque de la enseñanza ha tenido un cariz más bien INFORMATIVO podemos advertir la masificación impresionante de material que pretendemos que nuestros alumnos asimilen y aprovechen.

Y qué decir de los otros factores que integran la enseñanza, como lo son las habilidades y las actitudes.

Definitivamente, la importancia que se le ha concedido en la educación al desarrollo de estos factores ha sido muy limitada. De hecho, según mi experiencia docente, se evidencia que los principales problemas que tiene el alumno están relacionados más bien con deficiencia en HABILIDADES y ACTITUDES DE TRABAJO más que a conocimientos propiamente dichos. Particularmente, destaca la deficiencia en la SOLUCIÓN DE PROBLEMAS, siendo que esta habilidad ha sido definida como una característica muy representativa de lo que se espera de un ingeniero químico. Algunas dificultades típicas en los alumnos, derivadas de su falta de habilidad en la solución de problemas, serían las siguientes:

a) No utiliza una metodología racional de solución de problemas (planteamiento).

b) Tendencia a memorizar métodos, ecuaciones, etcétera, sin comprenderlos.

c) En ecuaciones, pensar en literales más que en significados.

d) Tendencia a atacar un problema sin definir claramente la naturaleza del mismo.

e) Búsqueda de problemas resueltos “parecidos”, considerándolos equivalentes al que se plantea.

f) Tendencia a utilizar secuencias o “recetas” sin un análisis previo.

g) Dificultad de plantear ALTERNATIVAS.

h) Falta de confianza en habilidad para resolver problemas.

i) No manejo de la variable tiempo disponible, para la solución del problema.

j) Dificultad para integrar sus CONOCIMIENTOS GENERALES aplicándolos a solución a PROBLEMAS ESPECÍFICOS.

Adicionalmente, dentro de los resultados que se presentaron en la Ponencia IMIQ 1987 “Perfil del Ingeniero Químico en el Siglo XXI”, aparecen estadísticas de una encuesta a nivel profesional que señala, entre otros aspectos, que el profesional medio presenta las siguientes deficiencias en HABILIDADES en sus trabajos.

a) Problema en manejo de información.

b) Problema en comunicación, oral y escrita.

c) Problema en ADMINISTRACIÓN DEL TIEMPO.

d) Problema en JERARQUIZACIÓN de sus actividades.

e) Falta de una METODOLOGÍA RACIONAL para el PLANTEAMIENTO Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS.

f) Dificultad en INTECRAR SUS CONOCIMIENTOS para la SOLUCIÓN DE PROBLEMAS.

g) Problemas de RELACIONES INTERPERSONALES (RELACIONES HUMANAS y TRABAJO EN EQUIPO).

h) Falta de ejercicio de la CREATIVIDAD.

Por otra parte, por lo que se refiere al otro factor de la formación integral, como es el desarrollo de ACTITUDES positivas en el trabajo, dicha encuesta reporta deficiencias en las siguientes:

- a) INICIATIVA
- b) RESPONSABILIDAD (PROFESIONALISMO)
- c) PRODUCTIVIDAD (HACER MÁS CON MENOS)
- d) DISCIPLINA
- e) CALIDAD EN EL TRABAJO
- f) MOTIVACIÓN PERSONAL
- g) ESPÍRITU DE SERVICIO
- h) CONGRUENCIA ENTRE PENSAMIENTO Y ACCIÓN
- i) LIDERAZGO
- j) INTERÉS POR EL ENTORNO DEL PAÍS
- k) ÉTICA PROFESIONAL
- l) TENACIDAD Y PERSEVERANCIA

Es muy importante recalcar que, si bien se menciona en estas encuestas que el profesional egresado de nuestras instituciones de enseñanza superior presenta deficiencias en algunos CONOCIMIENTOS específicos requeridos por la industria, según mi opinión, LA PRINCIPAL PROBLEMÁTICA consiste en su limitación para el uso de dichos conocimientos para la solución de problemas. En otras palabras, la principal deficiencia está orientada al renglón de HABILIDADES Y ACTITUDES.

De las consideraciones anteriores, resulta evidente que es necesario revisar el proceso de formación de nuestros profesionales de tal modo que cubra INTEGRALMENTE su preparación. Esto es, mantener en el currículo un balance entre CONOCIMIENTOS, HABILIDADES y ACTITUDES, mediante un proceso de enseñanza-aprendizaje que permita contar con ingenieros más acordes con el reto de nuestra profesión en un entorno cada vez más exigente y cambiante.

#### **DESARROLLO DE HABILIDADES Y ACTITUDES**

Aunque, teóricamente, dentro del proceso de enseñanza el maestro debería mantener un equilibrio entre los tres factores formativos referidos, la realidad es que se polariza a la impartición de conocimientos, posiblemente presionado por cumplir el programa de estudios de su materia. Por eso, creemos que sería conveniente destinar tiempo específico dentro del currículo precisamente al desarrollo de las principales habilidades que se requieren. Dichas habilidades podrían ejercitarse en TALLERES DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS en los cuales, utilizando ejemplos de diversos casos prácticos de aplicación de los CONOCIMIENTOS FUNDAMENTALES, se desarrollen y practiquen algunas habilidades como:

- Técnicas de solución de problemas
- Manejo de información
- Comunicación oral y escrita

- Administración del tiempo

- Creatividad

- Trabajo en equipo, etcétera

Para el desarrollo de cada una de estas habilidades, se podrían llevar a cabo varias actividades y trabajos que las propicien y utilicen, como las siguientes:

#### **1) ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR LA HABILIDAD DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

a) Mostrar al alumno los diversos niveles de solución de problemas:

- Rutinas
- Diagnóstico de solución
- Desarrollo de estrategias
- Interpretación de datos del mundo real
- Generación de nuevas rutas de solución de problemas

b) Aplicar las técnicas modernas de solución de problemas (método POLYA, MCMMASTER, MÉTODO CIENTÍFICO DEL AICHE, etcétera).

c) Identificación de problemas de acuerdo con la ubicación de la incógnita del mismo:

- De diseño
- De simulación
- De identificación (*trouble shooting*)

d) Solución de problemas de acuerdo con sus características de aplicación:

- De conocimientos
- De comprensión
- De aplicación
- De análisis
- De síntesis

#### **2) ACTIVIDADES SUGERIDAS PARA DESARROLLAR LA HABILIDAD DE MANEJO DE INFORMACIÓN**

a) Familiarizar al alumno con el manejo de índices de revistas y libros especializados.

b) Asignar al alumno trabajos de investigación bibliográfica.

c) Elaborar directorios de expertos en diversas áreas de especialidad y entrevistar a algunos de ellos para captar información básica.

d) Acostumbrar al alumno a la elaboración de resúmenes técnicos de diversos artículos especializados, mostrando los aspectos más relevantes.

e) Practicar el manejo de descriptores básicos indispensables para la búsqueda de información en BANCOS DE DATOS.

f) Elaborar APUNTES con procesadores de palabras de los cursos básicos, mismos que posteriormente se actualizarían periódicamente, simplificando y optimizando el tiempo durante las CLASES.

g) Acostumbrar al manejo de paquetes computacionales mediante el uso de diskettes.

h) Recabar *información* necesaria en equipos industriales, para determinar su funcionamiento.

### 3. ACTIVIDADES SUGERIDAS PARA EL DESARROLLO DE LA HABILIDAD DE COMUNICACIÓN

a) Pedir al alumno que practique la elaboración de diversos informes y documentos técnicos:

- Reportes ejecutivos
- Cartas de transmisión
- Memorias de cálculo
- Manuales
- Otros

b) Pedir al alumno que haga presentaciones ORALES con diversos tiempos disponibles (3, 10 y 30 min) de los aspectos más relevantes de un tema dado.

c) Acostumbrar al alumno a improvisar una plática sobre un tema.

d) Desarrollar ejercicios de discusión entre alumnos de temas de controversia.

e) Ejercicios de flujo de información oral y escrita en los alumnos para analizar distorsiones en la misma.

f) Organizar grupos de trabajo en equipo, para incrementar la COMUNICACIÓN interpersonal.

Similarmente se pueden proponer actividades y técnicas para el desarrollo de otras habilidades, anteriormente ya mencionadas (*vgr.* creatividad, administración del tiempo, trabajo en equipo, etcétera).

### INCORPORACIÓN DEL DESARROLLO DE HABILIDADES EN EL CURRÍCULO DE LA CARRERA

Tomando en cuenta que será indispensable llevar a cabo una reducción en la extensión de varios cursos con un criterio de SELECTIVIDAD, eliminando varios temas no indispensables o demasiado específicos, se estima con base en una prueba piloto que más adelante se detallará, que bastará con una disminución del 15 a 25% de las horas asignadas a las materias. Varios de estos temas pueden incluso ser asignados a los alumnos para su estudio a nivel personal, fuera de clase, contando en caso necesario de la asesoría del maestro para aclarar dudas específicas.

La anterior reducción de tiempo permitiría destinarlo a TALLERES DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS específicamente diseñados para ejercitar el desarrollo de las habilidades antes mencionadas y en donde sea el principal objetivo didáctico. Dichos problemas podrían seleccionarse de EJEMPLOS PRÁCTICOS de aplicación de los CONOCIMIENTOS recibidos en los CURSOS BÁSICOS E INFORMATIVOS del currículo. Dichos "Talleres de habilidades" deberán ser coordinados por maestros muy pragmáticos y con experiencia industrial, escenario indispensable para sentir y comprender la realidad de la profesión en nuestro medio cambiante.

### PRUEBA PILOTO

En 1991, el autor del presente trabajo llevó a cabo una prueba piloto con sus alumnos en un curso de FLUJO DE FLUIDOS a nivel licenciatura en la Facultad de Química de la UNAM. En dicha prueba se llevó a cabo una selección

**TABLA 2. Prueba piloto de enseñanza de conocimientos y habilidades**

*Curso:* Flujo de fluidos (Ingeniería de Fluidos), Facultad de Química, UNAM, 1991. Prof. Ing. Alejandro Anaya Durand

Conocimientos (Temas generales)	Cubierto en clase	Asignado al alumno para su estudio con asesoría
1) Introducción al curso. Objetivos	SÍ	-
2) Balance de energía. Fricciones	SÍ	-
3) Flujo de líquidos	SÍ	-
4) Criterios de diseño de tuberías	SÍ	-
5) Líneas en serie y en paralelo	SÍ	-
6) Equipo para manejo de líquidos. Bombas (curvas, NPSH, leyes, etcétera)	SÍ	-
7) Flujo de gases y vapores	SÍ	-
8) Equipo para manejo de gases y vapores (compresores, ventiladores, etcétera)	SÍ	-
9) Medidores de flujo y válvulas de control	SÍ	-
10) Flujo a dos fases (líquido-vapor)	SÍ	-
11) Flujo de gases a altas velocidades	SÍ	-
<b>Subtotal de horas de clase en el semestre</b>	<b>78</b>	
<b>Clases correspondientes (A)</b>	<b>39</b>	<b>(2 h/clase)</b>
12) Flujo no newtoniano	-	SÍ
13) Flujo a régimen no permanente	-	SÍ
14) Mezclado de líquidos	-	SÍ
<b>HABILIDADES</b>		
15) Técnicas de solución de problemas	SÍ	-
16) Manejo de información	SÍ	-
17) Creatividad	SÍ	-
18) Otros (comunicación, trabajo en equipo, etcétera)	SÍ	-
19) Asignación de un proyecto general de integración de conocimientos		
<b>Subtotal de horas de clase en el semestre (habilidades)</b>		<b>18</b>
<b>Número de clases correspondientes (B)</b>		<b>9</b>
<b>% del curso destinado a impartir CONOCIMIENTOS</b>		<b>81</b>
<b>% del curso destinado a impartir HABILIDADES</b>		<b>19</b>
<b>Total de horas en el semestre (A + B) (IMPARTIDAS)</b>		<b>96</b>
<b>Total de horas programadas en el semestre</b>		<b>96</b>
<b>Total de semanas de clase</b>		<b>16</b>

de los temas que se consideraron más esenciales para su presentación en clase. Los temas remanentes fueron asignados para su estudio a nivel personal a los alumnos, asesorando sus dudas en caso necesario. El tiempo sobrante (aproximadamente 20% del curso) fue dedicado exclusivamente al desarrollo de habilidades de solución de problemas, manejo de información, comunicación, etcétera. El resultado de lo anterior se tradujo en un incremento sensible en la capacidad de resolver exitosamente sus exámenes parciales. En la Tabla 2 se detalla la distribución del curso piloto.

#### DESARROLLO DE ACTITUDES

El desarrollo de actitudes positivas en el alumno constituye, posiblemente, el factor más conceptual en el proceso formativo y consecuentemente el más difícil de arraigar.

El ejemplo del maestro, con base en su actitud y liderazgo será indispensable para obtener una respuesta de actitud positiva en el alumno. Aspectos como productividad, responsabilidad, disciplina, iniciativa, espíritu de servicio y ética, por citar algunas actitudes, sólo podrán ser desarrolladas en la medida en que el propio profesor, el verdadero MAESTRO, las sienta y las transmita con base en su propia actitud y entusiasmo.

Ello implica disponibilidad de una mística que varios países han podido desarrollar y mantener con resultados de excelencia en su trabajo y, en general, en los bienes y servicios que producen.

Ante la apertura comercial y la posible implementación del TLC con Estados Unidos y Canadá, tendremos que preparar profesionales no sólo firmes en sus conocimientos y hábiles para emplearlos, sino profesionales conscientes de la responsabilidad que tienen ante el país que deposita en ellos su esperanza de lograr que en su trabajo y creatividad logren el bienestar de México.

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

##### CONCLUSIONES

1º. Dentro del proceso de formación integrada es necesario mantener un balance de los CONOCIMIENTOS-HABILIDADES Y ACTITUDES, que se desarrollan en el alumno.

2º. Por un desequilibrio de lo anterior, tradicionalmente se le ha dado mucho mayor énfasis a la transmisión de CONOCIMIENTOS (ENFOQUE INFORMATIVO) en una enseñanza de tipo verbalista y que no favorece la participación del alumno.

3º. Los currículos de Ingeniería Química han tendido a crecer pretendiendo cubrir diversas áreas novedosas derivadas del avance tecnológico, masificando la información que se le transmite al alumno, que ningún currículo podría absorber indefinidamente.

4º. Derivado de lo anterior, se aprecia que en promedio, la carga académica de clase en horas-semana-semestre en nuestras universidades, es de aproximadamente EL DOBLE que en otros países.

5º. Tomando como precepto que es misión básica de nuestras universidades FORMAR INTEGRALMENTE profesionales, y función del medio profesional CAPACITAR Y ENTRENAR para desarrollar funciones específicas, es necesario vigilar y mantener dichas responsabilidades.

6º. Los principales problemas que afronta el alumno y el propio profesional, se refieren a deficiencia en HABILIDADES Y ACTITUDES necesarias para utilizar sus conocimientos.

7º. Dentro de las principales deficiencias en habilidades se manifiesta la correspondiente a la falta de una metodología para RESOLVER PROBLEMAS E INTEGRAR SUS CONOCIMIENTOS.

8º. En los planes actuales de estudio se manejan aproximadamente de 25 a 30 temas específicos por materia, lo que representa que el alumno reciba en promedio del orden de 1 175 temas particulares que se pretende retenga, interprete, comprenda y aplique eventualmente.

9º. Los resultados obtenidos en una prueba piloto de un curso de flujo de fluidos que este autor llevó a cabo le permitió destinar aproximadamente 20% del tiempo de dicho curso específicamente al desarrollo de habilidades, sin menoscabo de la enseñanza de los conocimientos fundamentales de la materia.

10º. La anterior estrategia de enseñanza redundó en un avance significativo en los resultados aprobatorios de los exámenes, resolviendo los estudiantes problemas difíciles independientemente del avance en su motivación personal al sentirse más capaces de resolver PROBLEMAS.

##### RECOMENDACIONES

1. Revisar el contenido de los cursos actuales para seleccionar los conocimientos básicos y fundamentales, eliminando lo demasiado particular, informativo o de poca aplicación práctica, siendo más SELECTIVOS los conocimientos impartidos.

2. Recordar que la misión de la universidad es FORMAR y la del medio profesional CAPACITAR (la educación no debe seguir las leyes de la oferta y la demanda).

3. Lo anterior permitiría REDUCIR la carga académica del currículo (Matemáticas, Química, Ingeniería Química, etcétera).

4. APROVECHAR dicha disminución de carga académica para incorporar cursos o "TALLERES" específicamente diseñados para el desarrollo de HABILIDADES (solución de problemas, manejo de información, comunicación, etcétera). Un 15 a 25% de las horas disponibles, se consideran razonables destinadas específicamente para el desarrollo de habilidades.

5. Los EJEMPLOS que se podrían utilizar para desarrollar habilidades específicas deberán, de preferencia, basarse en CASOS PRÁCTICOS DEL MUNDO REAL.

6. HABILITAR AL ALUMNO para que APRENDA, por su cuenta, varios temas seleccionados de los diversos cursos.

7. Procurar disminuir el tiempo que el alumno dedica en clase para la toma de APUNTES, facilitándoselos por parte del MAESTRO, aprovechando recursos INFORMÁTICOS.

8. Aunque la enseñanza de ACTITUDES de trabajo deben emanar de los PRINCIPIOS Y EJEMPLO que el MAESTRO muestre a sus alumnos en todos los CURSOS, se recomienda diseñar algunos SEMINARIOS tendientes a desarrollar al alumno, dichas actitudes (responsabilidad, liderazgo, motivación, etcétera).

9. El proceso EVALUATORIO del alumno deberá comprender los resultados en la adquisición de CONOCIMIENTOS, HABILIDADES y ACTITUDES.

10. Estar alertas al nuevo enfoque que se le deberá dar a la impartición de los CONOCIMIENTOS a la luz de los avances tecnológicos que permitan seleccionar las aplicaciones de los CONCEPTOS FUNDAMENTALES de acuerdo con dichos nuevos enfoques y avances tecnológicos.

11. Promover el proceso de EDUCACIÓN CONTINUA.

#### BIBLIOGRAFÍA

- AICHE, *Problem Solving*, Symposium Series 79, 1983.
- Anaya, A., "Vinculación escuela-industria. Un problema de delimitación de responsabilidades", *Revista IMIQ*, enero 1982, p.p. 5-10.
- Anaya, A., "Desarrollo de estrategias de solución de problemas de ingeniería química", *Revista IMIQ*, marzo-abril 1988, p.p. 45-55.
- Felder, R., "The Future ChE curriculum", *Chem. Eng. Ed.*, Spring 1987, p.p. 74-76.
- Felder, R., "Creativity in Engineering Education", *Chem. Eng. Ed.*, Summer, 1988, p.p. 120-125.
- Rugarcía, A., "Análisis comparativo de planes de estudios. Un ejemplo: ingeniería química", *Revista IMIQ*, julio-agosto 1990, p.p. 21-29.
- Torre, A.J., "La importancia de la formación integral del ingeniero químico", *Revista IMIQ*, marzo-abril 1991, p.p. 25-29.
- Varios autores, *Ponencia IMIQ-1987: Perfil del ingeniero químico en el siglo XXI*, octubre de 1987, XXVII Convención Nacional, Ixtapa, Gro.
- Wei J., "Future Directions in Chemical Engineering Education", *Chem. Eng. Ed.*, Winter, 1988, p.p. 12-16.

## TELARAÑA

# SOLUCIÓN AL CRUCIGRAMA ANTERIOR

Javier Cruz Guardado\*

1	A	2	L	3	O	4	T	R	5	O	6	P	I	7	C	8	A	9	S	10	C	L	11	O	12	A	
13	M	A	S	A					14	C	R				15	A	T	O	M	O				16	R	N	
17	A	N	O						R	O					18	T	O	R						19	I	T	O
20	L	T							21	E	T				A			22	U	R	O			24	U	D	
25	G	A							26	E					L			27	L	O			28	S	E	O	
29	A	N	30	I	31	O	N					32	O	X	I	D	A	C	I	O	N						
34	M	O	L	A	L										Z			35	H			L			36	S	
	A					37	C	A	L					38	S	A	L					40	O	R	O	41	
		42	P	T			C							44	I	D	O			45	L				46	N	A
47	K	E	R	N	E	L								49	O	S	M	O	S	I	S						
		53	R	I						54	T	H	O	R				55	O	M	U	L					