

Una propuesta original  
para la elaboración de  
libros de texto.

# Diseño de libros de texto para Ingeniería Química

*Antonio Valiente Barderas\**

## Abstract

In Chemical Engineering, as in nearly all fields, the textbooks utilized have had a strong influence on the way in which the field is taught and on the design of the curriculum. Traditionally, the textbooks used in Mexico have almost always been foreign, although in the past few years a variety of Mexican textbooks have appeared which have enriched the teaching of Chemical Engineering through their own unique contributions to the field. Chemical Engineering textbooks commonly contain a lot of mathematical formulas and constructs, as well as lots of problems to be solved by the students. This article presents a model to improve the Chemical Engineering textbooks from a pedagogical and thematic perspective.

## Resumen

Como en casi todas las profesiones, en Ingeniería Química los libros de texto han tenido una influencia decisiva en la enseñanza de esa profesión y en la formación de los currículos. En México los libros de texto empleados han sido casi siempre extranjeros, aunque en los últimos años ha aparecido una serie de libros nacionales que han enriquecido la enseñanza con sus aportaciones originales. Los libros sobre ingeniería química suelen contener gran cantidad de fórmulas y desarrollos matemáticos así como gran cantidad de problemas. En este trabajo se presenta un modelo para que los libros de texto de ingeniería química sean mejores desde el punto de vista pedagógico, temático y formal.

## Introducción

El desarrollo de la ingeniería química ha estado influido notablemente por la enseñanza de esta profesión y la enseñanza, a su vez, ha cambiado con la aparición de nuevas tecnologías y metodologías surgidas de los laboratorios. La influencia de esas nuevas técnicas se hace sentir sobre la enseñanza cuando son puestas en forma de libro de texto; es entonces cuando entran a formar parte de la mayoría de los currículos.

Aún a nivel de estudios universitarios, el libro de texto

—a pesar de las opiniones en contra—, es el medio más eficaz para transmitir los conocimientos, valores y actitudes, pues el resto de los medios tales como la televisión, el cine, las filmas y diapositivas no son sino ayudas en la impartición de clases y no fuentes en donde el alumno a través de la consulta repetida puede obtener la información que requiere. A ese nivel, solamente la consulta de revistas podría competir con la importancia que tiene el libro de texto como educador. Pero ¿es posible dar clases utilizando sólo revistas? ¿Qué cantidad de artículos se deberían manejar? ¿Cómo ordenarlos para que éstos se presenten en forma que los estudiantes puedan asimilarlos tanto por el lenguaje empleado, como por la claridad de los conceptos empleados? ¿Qué nomenclatura emplear? ¿Qué problemas seleccionar? ¿No es ésa la labor de un autor de libros de texto?

Un libro de texto es todo aquel libro planeado sistemáticamente para el aprendizaje de los contenidos de una determinada materia, a un cierto nivel y según la cultura vigente. Un libro de texto tiene un hilo conductor que organiza la secuencia de conocimientos en una forma coherente. Este hilo conductor está permeado de una filosofía o una forma de interpretar el mundo y a la materia de la cual se trata el libro. Ya sea que se trate de los cursos tradicionales presenciales, o de los cursos por universidad abierta o a distancia, siempre es necesaria la presencia de un libro de texto en el que pueda apoyarse la enseñanza del estudiante, al menos durante los cursos básicos, iniciales de la carrera.

La creación de material didáctico, incluyendo los libros de texto, forma parte de la actividad normal de un profesor universitario, por lo que todo docente tiene que efectuar actividades conducentes a su elaboración. Sin embargo, eso sucede poco en nuestro país. En este trabajo se propone una metodología que puede ayudar al profesor que se dé a la tarea de elaborar un libro de texto de ingeniería química.

## *Diferentes tipos de libros de texto*

Un libro de texto en ingeniería química es, por lo general, el resultado del trabajo de uno o varios profesores, los cuales partiendo de su experiencia en los salones de clase y a partir de sus notas o apuntes o de los manuscritos de sus conferencias, las fueron modificando para que pudieran presentarse en forma amena y didáctica a no solamente sus estudiantes o auditorio, sino a un universo más amplio de usuarios, a los cuales, al estar privados de su presencia física, se les debe dar aquella información adicional que el profesor proyecta de

\* Laboratorio 223, Edificio E, Facultad de Química, UNAM. C.U.  
Recibido: 16 de diciembre de 1997; Aceptado: 22 de abril de 1998.

manera natural cuando se presenta ante un público. Un ejemplo de esto es el libro de Thomas K. Sherwood y Robert L. Pigford, *Absorption and extraction*, McGraw Hill, New York, 1952.



Hay ciertos libros de texto utilizados en Ingeniería Química en los que más que a la teoría de las operaciones y a la resolución de problemas, se orientan a la descripción de los equipos utilizados o a la descripción de los procesos industriales. Tal es el caso del libro de G. Wertwijn *et al.*, *Apparaten voor de Procesindustrie*, Stam Technische Boeken, Culemborg, Holanda, 1976.

Un libro de texto puede ser un **problemario** si está orientado a la presentación

de la resolución de problemas y si la teoría está limitada a un mínimo. Como ejemplo encontramos: E.A. Krasnoschikov y A.S. Sukomiel, *Problemas de termotransferencia*, Editorial Mir, Moscú, 1977.

Un libro de texto puede ser un **cuaderno de trabajo para el maestro** si está dirigido solamente a los profesores y si se usa como complemento del libro de texto ordinario. El libro de R. Byron Bird *et al.*, *Solutions to the class 1 and class 2 problems in Transport Phenomena*, Wiley, New York, 1965, es un ejemplo.

Un libro de texto puede ser de **enseñanza programada** si en su elaboración se utilizaron los principios de ese tipo de enseñanza. Por ejemplo: H. Scott Fogler. *The Elements of Chemical Kinetics and Reactor Calculations. A self-Paced Approach*, Englewood Cliffs, EUA, 1974.

Un libro de texto puede ser de **educación a distancia** si ha sido elaborado mediante módulos pequeños y conforme a los principios que rigen ese tipo de enseñanza y si se utiliza por los alumnos inscritos en alguna institución que imparta la educación a distancia. Éste es el caso del libro de Humberto Cantú Salinas *et al.*, *Matemáticas III. Unidades IX-XII*, Preparatoria Abierta, SEP, México, 1983.

Hay cierto tipo de libros que se utilizan en la enseñanza y que contienen gran cantidad de datos, fórmulas, gráficos y procedimientos de cálculo y se les conoce como *Manuales o Formularios*. Un ejemplo: Crane, *Flow of fluids through valves, fittings and pipe*, Crane Technical paper No. 410, New York, 1963.

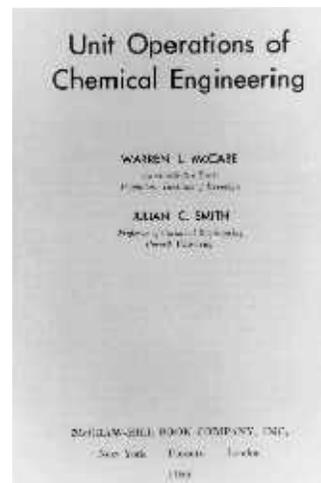
Otros libros llamados **manuales de laboratorio** se emplean como guías para la conducción de prácticas de

laboratorio. Ver E. J. Crosby. *Experimentos sobre fenómenos de transporte*, Editorial Hispanoamericana, Buenos Aires, 1968.

#### Características de los textos clásicos

Tomando en cuenta algunos de los libros más populares en la enseñanza de la ingeniería química en nuestro país, se analizó el formato, la disposición, y el contenido de estos. A partir de este análisis se elaboró la tabla 1.

Se observó que los libros de operaciones unitarias han ido cambiando con los años. En un principio se daba mucha importancia a los equipos y el funcionamiento de éstos, por lo que se requerían muchos diagramas y fotografías para ilustrarlos. Además, se utilizaban muchos algoritmos de cálculo para el diseño de esos equipos; un ejemplo de esto son los libros de operaciones unitarias (Mc. Cabe, 1956; Brown, 1958; Badger, 1955 y Foust, 1960). Luego, con la aparición de los fenómenos de transporte (Bird, 1960) disminuyó el énfasis en los equipos y en su diseño y se aumentó el estudio de los principios fundamentales. Esto hace que no sea necesario el empleo de diagramas y fotografías de equipos, pero sigue siendo necesario el uso de figuras que expliquen la transferencia de momentum, calor y masa. Una constante en los libros de ingeniería es el gran espacio dedicado a la resolución y planteamiento de problemas. Los problemas propuestos están por lo general en una relación de dos a uno con respecto a los resueltos; sin embargo, en los libros analizados no se dan respuestas a los problemas propuestos, aunque los profesores pueden obtener los libros con las soluciones y respuestas. El empleo de planteamientos matemáticos y fórmulas es muy común en los libros de texto de ingeniería, sobre todo si éstos son de fenómenos de transporte; por lo general las fórmulas ocupan un 15% de espacio del texto.



#### Modelo propuesto para la elaboración de libros de texto

Partiendo de lo antes expuesto y tomando en cuenta las características principales que deben tener los libros de texto utilizados en la enseñanza de la Ingeniería Química, la elaboración de uno de esos libros requiere de un esfuerzo que puede minimizarse mediante el modelo que aquí se propone y que consta de las siguientes etapas (Heredia, 1993):

**Tabla 1.** Análisis de textos de ingeniería química.

Título	páginas	ilustraciones	p. resueltos	p. propuestos	% fórmulas	% texto	% problemas	% ilustraciones
Levenspiel	620	235	53	321	10	55	25	10
Walker	747	227	41	75	6	66	14	8
McCabe	930	481	106	147	7	66	20	17
Foust	580	652	111	405	9	48	25	23
Geankoplis	747	223	163	385	10	40	32	10
King	887	381	77	174	5	45	22	24
Kern	980	419	98	127	12	38	29	15
Bird	764	160	109	300	20	30	30	11
Treybal	858	100	112	136	16	58	24	12
Henley	596	99	165	263	13	37	35	8
Rase	781	89	12	10	6	77	4	6
Ocon	410	81	159	216	8	24	49	10
Smith	394	32	57	68	8	50	35	4
Felder	664	79	130	646	5	44	40	5
Himmelblau	648	104	145	531	3	28	54	8

1. Plan del texto
2. Inventario del contenido
3. Articulación y estructuración del contenido
4. Exposición de los objetivos
5. Análisis del contenido por enseñar
6. Elaboración del contenido
7. Elaboración de los ejercicios
8. Elaboración de los ejercicios de fin del capítulo
9. Corrección de estilo
10. Revisión técnica
11. Pruebas de campo o validación

#### 1. Plan del texto

El plan del texto implica la descripción de las características de la población a la que va dirigido. Para ello se deben especificar los conocimientos previos que debe tener el lector para aprovechar mejor el libro, así como las características de la información que se presenta y los propósitos que se planea alcanzar (Alhambra, 1995; Logman, 1993).

En el plan se deberá establecer la relación entre el texto y los otros textos del área y la materia o curso a que corresponde, de acuerdo con el plan de estudios del ciclo educativo en cuestión.

El plan del texto impone la decisión de si éste va a ser un libro de texto tradicional o si será de enseñanza programada; si será un cuaderno de trabajo (que se destina a

estimular el trabajo reflexivo y creativo del educando, presentando problemas, ejercicios, casos y demás actividades individuales y grupales) o contendrá exclusivamente la materia de estudio sin añadir ejercicios.

En la actualidad, la tendencia es la de fusionar el libro de texto con el cuaderno de trabajo, logrando así un libro completo con un concepto más activo de la educación. Mediante esto, el alumno verá en sus libros, además de una fuente de información, un medio de autoaprendizaje.

El plan del texto da por resultado uno o varios párrafos en donde se expone la importancia del texto.

#### 2. Inventario del contenido

El inventario del contenido se refiere a la descripción sucinta de los temas que se van a desarrollar, lo cual viene generalmente descrito en el programa de la materia. Este inventario dará por resultado una serie de fichas donde se señale brevemente los temas que contendrá el texto. Si es un libro de texto que se apega a un programa oficial, el inventario deberá reflejar lo más fielmente posible el contenido del programa. A veces, esto no es posible porque:

- a) El contenido del programa está formado por una serie de trozos de materias o subtemas que no están o que tienen poca conexión entre sí y que fueron colocados en el programa por que no se sabía en dónde ponerlos.

- b) El libro de texto propuesto cubre bastante más que las necesidades de la materia.
- c) No es posible hacer un libro que se apegue enteramente a la materia, pues si así se hiciera daría por resultado un mal libro.

Como resultado de esta etapa es posible, ya con el inventario, pasar a la siguiente que es la ordenación articulada de esos contenidos.

### 3. Articulación y estructuración del contenido

La estructuración del contenido se relaciona con la organización del contenido en estructuras significativas que faciliten el aprendizaje y la transferencia de lo aprendido. Esto debe producir una estructura que muestre todos los elementos o temas del texto y las relaciones que existan entre ellos (Heredia, 1993). Los contenidos deben organizarse de manera armónica, coherente e integrada, para que se facilite el aprendizaje y la transferencia de conocimientos, entendiendo por esta, la posibilidad de aplicar los conocimientos y destrezas adquiridos ante situaciones diferentes de aquellas en las que se realizó el aprendizaje original. Esta articulación se puede hacer siguiendo un procedimiento análogo al de las "rutas críticas" o mediante el empleo de matrices o de gráficas (Morganov, 1996). En general, el empleo de las técnicas anteriores se justifica más en el diseño de un plan de estudios que en la articulación de una materia, por lo que basta un poco de reflexión y de sentido común para articular de manera coherente el contenido de un libro.

### 4. Exposición de los objetivos

La determinación de los objetivos implica que después de realizar el inventario sobre la información que se desee tratar y de establecer el orden en que se va a presentar, se deberán especificar los objetivos que logrará el estudiante como consecuencia de la lectura del texto.

Entre los objetivos que se pueden presentar en la enseñanza están: los objetivos generales, los especiales, los de carrera, los particulares, los de temas y los conductuales.

"Un objetivo de aprendizaje es un enunciado relativamente amplio del tipo aprendizaje que el estudiante debe llevar a cabo en relación con una materia o campo del saber" (Bloom, 1964). En esa definición se entiende como aprendizaje el cambio duradero en el conocimiento, la comprensión, las habilidades, actitudes y valores que se lleva a cabo a través del estudio o la experiencia. Se ha dicho que el aprendizaje es la modificación de algún aspecto de la conducta; la especificación de los objetivos determina el comportamiento que el proceso de enseñanza-aprendizaje se propone obtener o desarrollar en los alumnos.

El profesor y los alumnos pueden proponerse el logro

de ciertos objetivos, como por ejemplo la adquisición de conocimientos e informaciones, de hábitos, habilidades y actitudes y destrezas. El alumno actúa como un todo, de tal manera que los productos del aprendizaje no se dan aisladamente. Si bien es cierto que preferentemente se logra un objetivo de aprendizaje en un área determinada, colateralmente se pueden modificar otras áreas.

### 5. Análisis del contenido por enseñar

Este paso se refiere a la identificación de los *conceptos*, *procesos* y *procedimientos* que implica el contenido que se va a enseñar y la determinación de los componentes de estos elementos (Castañeda, 1980).

Los *conceptos* constituyen el material teórico, lo que el lector deberá saber. Al aprender conceptos, se transforman los conocimientos subjetivos, vagos y difícilmente enunciables en conocimiento teórico más elevado que permite señalar con claridad las propiedades de los conceptos, su dominio de aplicación y sus relaciones con otros conceptos (Huerta, 1985).

Para que se domine un concepto es necesario que:

- a) Se pueda definir el concepto.
- b) Se indiquen los elementos que condicionan su significado.
- c) Se den otros términos que expresen el mismo concepto.
- d) Se ubique el concepto en una estructura cognoscitiva.
- e) Se indique el dominio de aplicación del concepto.
- f) Se mencione la notación visual o gráfica del mismo.

Los *procesos* constituyen un conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno. Para aprenderlos hay que:

- a) Definirlos.
- b) Dar sinónimos.
- c) Ubicar el contexto.
- d) Indicar su utilidad.
- e) Ubicar su posición jerárquica.
- f) Establecer sus conexiones.
- g) Describirlos.
- h) Presentar su representación esquemática.

Los *procedimientos* constituyen aquello que el lector deberá saber hacer después de haber aprendido algo.

Para ello se deberán:

1. Establecer los requisitos, conocimientos o conductas previas antes de que se enseñe un procedimiento.
2. Determinar las condiciones y el campo de aplicación.
3. Descomponer la secuencia de operaciones.
4. Identificar las rutas alternativas.
5. Localizar las rutas erróneas o fuentes de error más comunes.

### 6. Elaboración del contenido

La elaboración del contenido implica la elaboración del

texto, el desarrollo de los argumentos, la definición de los conceptos y la descripción de los procedimientos.

Los autores deberán elaborar el contenido del texto de preferencia con arreglo a los planes y programas de estudio vigentes en la institución, si el texto es de apoyo a la institución.

El marco conceptual de la asignatura deberá representar los puntos de vista teóricos del departamento correspondiente; los autores deberán, además, tener experiencia docente y preferentemente experiencia en la redacción de escritos. En ciertos casos se requiere de un asesor técnico.

Un libro de texto debe: estar actualizado, utilizar un lenguaje científico accesible a los alumnos, ofrecer resúmenes, lecturas, problemas e indicaciones bibliográficas. Debe contener elementos que ayuden a la integración y refuercen lo aprendido; proporcionar estímulos para la creatividad, la reflexión y la aplicación de conocimientos; ofrecer más temas de reflexión y de trabajo fomentando la actividad de los alumnos, que conocimientos elaborados y acabados, definiciones, principios, reglas, etcétera (Aguilar, 1988).

En síntesis, la utilización de la palabra como medio de enseñanza aspirará más a estimular el pensamiento, a plantear problemas, a despertar el interés en el estudio y la comprensión de la realidad, que a transmitir un conocimiento ya formado y expresado en definiciones y principios formales (Aguirre, 1978).

Aunque el hombre aprende a través de todo su ser, existe el predominio de ciertas áreas: motriz, cognoscitiva y afectiva. Para la elaboración de los libros de texto es importante tener en cuenta todas estas formas de aprendizaje para lograr un aprendizaje integral y efectivo y no sólo pretender desarrollar en el educando el aprendizaje intelectual.

Los libros de texto, como otros recursos didácticos, deben sujetarse a ciertos principios o normas en su elaboración:

- a) Partir de lo cercano a lo lejano.
- b) Ir de lo concreto a lo abstracto y de lo conocido a lo desconocido.
- c) Definir de una manera clara y precisa los objetivos a alcanzar.
- d) Llevar una secuencia adecuada y ordenada en cada una de las partes de un todo para facilitar la comprensión y la asimilación.
- e) Adaptar las ideas, actividades y propósitos a las posibilidades y necesidades de los educandos y de la sociedad.
- f) Ofrecer al educando situaciones problemáticas que le exijan esfuerzos graduales para su solución y lo coloquen en posibilidades de éxito.
- g) Tomar las experiencias anteriores del alumno o de su contacto directo con el hecho que se estudia.

h) Articular los contenidos con la realidad que circunda al educando.

i) Transferir las nociones estudiadas a situaciones de la vida real.

j) Conducir al educando a que descubra por sí mismo los hechos, las causas, las relaciones y los conocimientos. Más que contenidos el alumno aprenderá los procedimientos para llegar a ellos.

k) Guiar al alumno para que por sí mismo identifique sus errores y los corrija.

l) Apoyar el tema en distintas disciplinas para su mejor comprensión. Y una vez comprendido el tema de un área de conocimientos, correlacionarlo con otras.

La introducción a cada tema debe hacerse haciendo referencia a sus beneficios y utilidades prácticas. Al finalizar el tema se debe efectuar un resumen o un cuadro sinóptico en el que se sintetizan los puntos más importantes. Además sería conveniente incluir un cuestionario de autoevaluación, elaborando preguntas cuya respuesta se encuentre en el libro, permitiendo así que el estudiante siga un proceso autocorrectivo. Se recomienda, también, incluir una bibliografía vigente en donde encuentre el alumno lecturas complementarias.

### 7. Elaboración de los ejercicios

A pesar de todo el interés por la resolución de problemas —que se manifiesta por la gran cantidad de publicaciones y cursos que se ofrecen sobre el particular en diferentes universidades—, existen pocos libros de texto en los cuales se aplican las técnicas descritas por los expertos en la resolución de problemas (Polya, 1957; Rugarcía, 1988; Valiente, 1991).

Lo anterior se debe a que las técnicas descritas se pueden emplear con éxito en el salón de clase, con un profesor que alienta y dirige y un estudiante que tantea y explora. En el caso del libro, el espacio de discusión y tanteo se reduce por razones de tamaño y costo del libro, por lo que se deben utilizar técnicas que permitan el fácil seguimiento de los procedimientos empleados en la resolución y que acostumbren al alumno a una disciplina.

Además, debe tenerse en cuenta que en un libro más que problemas se presentan ejercicios en donde el alumno, aplica conocimientos, analiza, sintetiza o evalúa. Desde luego, además de incidir en el área cognoscitiva, los ejercicios inciden también en el área psicomotriz al mejorar la destreza para calcular, consultar tablas, gráficas y realizar trazos y esquemas. La incidencia sobre el área afectiva se efectúa a través de la pertinencia que tengan los ejemplos y ejercicios con su entorno social y con los ejercicios de fin de capítulo en los que el alumno comprueba su destreza para resolver los ejercicios sin ayuda externa, con lo que aumenta su autoafirmación y la valoración hacia la materia.



### 8. Elaboración de los

#### *ejercicios de fin de capítulo*

Esta etapa se refiere a la preparación de los problemas que el lector tendrá que resolver para profundizar y poner a prueba lo aprendido en el texto. Esto implica la selección de los problemas, su resolución y la escritura de los mismos, así como su respuesta.

Estos ejercicios son una especie de autoevaluación en la que se compara el rendimiento personal con el establecido en el objetivo. En

estos ejercicios el estudiante deberá emplear la o las metodologías empleadas para la resolución de los ejercicios presentados en el texto.

Los ejercicios propuestos se presentan a veces con indicaciones del orden de complejidad que presentan; también puede indicarse si son ejercicios para evaluar comprensión, aplicación, análisis, síntesis o evaluación.

### 9 y 10. Corrección de estilo y revisión técnica

Estas tareas son ejercidas por el personal especializado de producción en las compañías editoriales. Entre las actividades principales se encuentran:

La revisión de estilo, el diseño del formato del libro, el diseño de las cubiertas, la elaboración de las galeras, la lectura y corrección de galeras, la formación de planas, la lectura de planas, las correcciones finales, las pruebas finas, la negativación, la impresión y la encuadernación.

### 11. Pruebas de campo o validación

La *validación* se realiza utilizando el manuscrito entre la población a la que va dirigido, a fin de determinar si se enseña lo que se pretende. Cuando el texto se imprime y distribuye para su estudio, el autor deberá investigar en una muestra de la población cuáles son las fallas que presenta así como las erratas que tenga a fin de que en una segunda edición se corrijan. La validación se realiza utilizando el manuscrito entre la población a la que va dirigida a fin de determinar si se lograron los objetivos que se tenían en mente al diseñar el libro.

## Conclusiones

Este trabajo presenta una metodología que, de seguirse, proporcionará una ayuda eficaz al profesor que se embarque en la tarea de escribir un libro. El escribir un libro es una oportunidad de ganar conocimientos y profundizar en un área determinada, y es también una manera de prestar un servicio a la comunidad que incluye a los profesores, profesionales y estudiantes. ■

## Referencias

- Aguilar, Javier, *Guía didáctica de elaboración de textos*, SEP, ANUIES, CONPES, México, 1988.
- Aguirre Lora, Ma. Esther, *Manual de didáctica general*, ANUIES, México, 1978.
- Alhambra, *Cuestionario para el autor*, Editorial Alhambra Mexicana, México, 1995.
- Badger, Walter y Banchemo Julius, *Introduction to Chemical Engineering*, Mc Graw Hill, New York, 1955.
- Bird, Byron y colaboradores, *Transport Phenomena*, John Wiley, New York, 1960.
- Bloom, Benjamin, *Taxonomy of educational objectives, Handbook I; Cognitive Domain*, David Mc Kay Co., New York, 1964.
- Brown, George y colaboradores, *Unit Operations*, John Wiley, New York, 1958.
- Castañeda, Margarita, *El análisis del aprendizaje de conceptos y procedimientos*, Trillas, México, 1980.
- Foust, Alan y colaboradores, *Principles of Unit Operations*, John Wiley, Tokyo, 1960.
- Heredia Ancona, Bertha, *Manual para la elaboración de material didáctico*, Trillas, México, 1993.
- Huerta Ibarra, José, *Organización lógica de las experiencias de aprendizaje*, Ed. Trillas, México, 1985.
- Longman, *Manual del autor*, Logman de México, México, 1993.
- McCabe, Warren, *Unit operations of Chemical Engineering*, McGraw Hill, New York, 1956.
- Morganov, Y. B., *L'utilisation des graphes dans l'elaboration des programmes*, Revue d'Enseignement programmée, 1, Francia, 1966.
- Polya, G., *How to solve it*, Doubleday Anchor, New York, 1957.
- Rugarcía, Armando, *Manual de problemas para el desarrollo de habilidades para la ingeniería química*, UIA, México, 1988.
- Rugarcía, Armando, La resolución de problemas en ingeniería química, *Revista del IMIQ*, julio 1983, p. 32.
- Valiente Barderas, Antonio y Stivalet, R.P., *Problemas de balances de materia y energía*, Ed. Alhambra, México, 1991.