

# Los libros de texto en Ingeniería Química

*Antonio Valiente-Barderas y Martha González-Cercas\**

## Abstract

Textbooks have been played an important role on engineers' education. This is the case of Chemical Engineering. Certainly the most influential books are those that for some reason changed the way of teaching. In this article we present the results of an investigation over the edition of new chemical engineering textbooks' titles. The research was made in the libraries of the Faculty of Chemistry at the UNAM and the ESIQUE at the Instituto Politécnico Nacional in Mexico City. We also present the result of an inquiry among students of the last semesters to know the titles they used during their studies.

## Resumen

Los libros de texto han desempeñado un papel esencial en la educación de los ingenieros. Desde luego, los libros que más han influido son aquellos que por alguna razón cambiaron el curso de la enseñanza. En este artículo se presenta el resultado de una investigación sobre la aparición de títulos nuevos sobre ingeniería química, efectuada en las bibliotecas de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y de la Escuela Superior de Ingeniería Química y de Industrias Extractivas (ESIQUE) del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Además se presenta el resultado de una encuesta efectuada entre los estudiantes de los últimos semestres de la carrera para determinar los títulos utilizados durante la misma.

Con objeto de examinar el empleo de los libros de texto en el proceso enseñanza-aprendizaje se decidió hacer una investigación inventariando el número de títulos existentes en las bibliotecas principales del área metropolitana de la ciudad de México, ya que esto da una buena idea de los libros disponibles para la enseñanza. Por otro lado, se entrevistó a un total de 119 alumnos de los últimos semestres de

la carrera de ingeniería química mediante un cuestionario en el que indicaban los libros que utilizaron durante la carrera. Según los datos del Anuario Estadístico de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Enseñanza Superior (ANUIES), en 1994 había una población de 5,995 estudiantes en esa carrera en el área metropolitana de la ciudad de México, de los cuales alrededor de 745 están en los dos últimos semestres y fue a los que se dirigieron las entrevistas.

Las hipótesis de partida para este análisis fueron:

1. Hay escasez de títulos disponibles para la enseñanza de la ingeniería química.
2. Los títulos están concentrados en ciertas áreas de interés.
3. La mayoría de los títulos que existen en nuestras bibliotecas son de origen extranjero.
4. La mayoría de los libros existentes están en idiomas diferentes del español.
5. Hay pocos libros de texto mexicanos.
6. La frecuencia de aparición de los títulos de los libros está relacionada con la moda.
7. En las áreas nuevas es donde deben de existir menos libros en español.
8. Los profesores recomiendan libros que tienen más de veinte años de aparecidos.
9. Los libros recomendados son un pequeño porcentaje de los existentes.
10. Los libros recomendados no se apegan en su totalidad a los programas de estudios vigentes en México.

Para comprobar o rechazar estas hipótesis se hizo la revisión de los textos que se encuentran en las bibliotecas mencionadas, las mayores de su tipo en el país. De esas pesquisas se encontró que existen 314 títulos diferentes relacionados con las materias propiamente de ingeniería química (se excluyeron los libros relacionados con las matemáticas, química, física, fisicoquímica, ingeniería económica y otros). Los libros revisados se dividieron en los grupos siguientes:

\* Laboratorio 223 Edificio E. Dpto. de Ingeniería Química. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México C.U., México D.F. Tel. 622 53 64, Fax 550 15 72.  
 Recibido: 23 de enero de 1996.  
 Aceptado: 20 de enero de 1997.

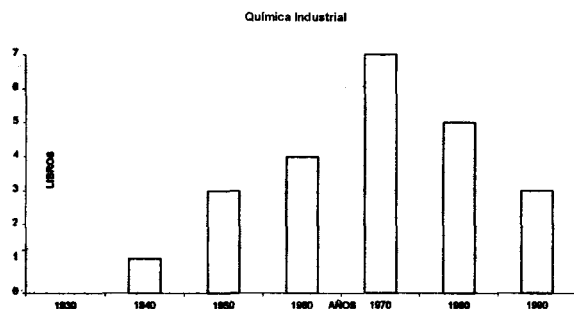


Figura 1. Evolución de la publicación de los libros de Química Industrial. Libros nuevos editados por décadas.

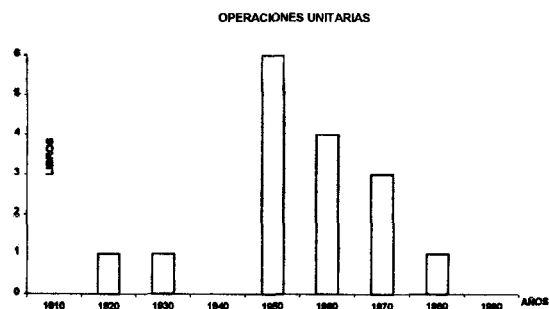


Figura 2. Evolución de los libros de Operaciones Unitarias. Nuevos títulos por décadas.

| Materia                       | Número de libros encontrados |
|-------------------------------|------------------------------|
| Balances de materia y energía | 18                           |
| Fenómenos de transporte       | 11                           |
| Flujo de fluidos              | 30                           |
| Transferencia de calor        | 44                           |
| Ingeniería de reactores       | 43                           |
| Operaciones unitarias         | 16                           |
| Transferencia de masa         | 39                           |
| Ingeniería de proyectos       | 21                           |
| Química industrial            | 23                           |
| Manuales y diccionarios       | 34                           |
| Simulación y optimización     | 12                           |
| Diseño y control de procesos  | 23                           |

A partir de las fichas de los datos obtenidos, se realizó un estudio sobre la aparición, uso y obsolescencia de los libros de texto en el campo de la ingeniería química.

Los primeros libros editados en Estados Unidos sobre ingeniería química fueron los de química industrial, (F.H. Thorp, 1898). En ellos se hace énfasis en los aspectos técnicos y operacionales de ciertos procesos o ramas industriales y se dan recetas sobre la fabricación de ciertos productos. Esos libros, por su aspecto práctico, fueron y siguen siendo muy buscados y se siguen publicando hoy (figura 1). El máximo que se da en los años setenta se debe al gran impulso que se dio a la industrialización mundial en esa época y a que todavía muchas de las naciones trabajaban bajo el patrón de economía cerrada o protegida por el Estado, por lo que era difícil para las transnacionales penetrar en esos mercados y, por ello, estaban dispuestas a vender o a publicar la tecnología que ya no era de punta.

Al evolucionar la carrera de ingeniería química, se desarrolló el concepto de operaciones unitarias, según el cual en vez de estudiar procesos, se estudian las operaciones básicas comunes a todos ellos (véase capítulo III). El primer libro sobre operaciones unitarias *Chemical Engineering Principles* de Walker, Lewis y Mc. Adams se editó en 1923. Desde entonces se han seguido editando, aunque su auge se sitúa en la década de los años cincuenta (figura 2). El decaimiento posterior se debe a la aparición de los fenómenos de transporte, que reemplazaron de cierta manera al paradigma de las operaciones unitarias.

Desde los años treinta a los setenta hubo una notable producción de libros orientados hacia las diferentes operaciones unitarias, tales como flujo de fluidos, transferencia de calor y transferencia de masa (destilación, absorción, extracción, secado, acondicionamiento de aire, etcétera) y hacia el diseño de los aparatos y equipos relacionados con esas operaciones, (figuras 3, 4 y 5). El decaimiento se debe a la aparición del paradigma de los fenómenos de transporte.

Durante aquel periodo de intenso desarrollo de las operaciones unitarias se introdujeron además otras técnicas ingenieriles, tales como los *balances de materia y energía* siendo el libro *Los Principios de los procesos químicos* de Hougen, Watson y Ragatz de 1944, uno de los que se hicieron indispensables en la enseñanza de la ingeniería, así como en el control de la producción. Esos libros han seguido editándose y enriqueciéndose con las nuevas técnicas, tales como las surgidas en el análisis de procesos, la termodinámica y la aplicación de la computación (figura 6). Además son los primeros libros de ingeniería química que leen los estudiantes. Además,

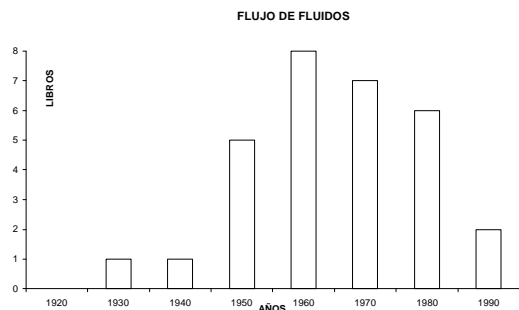


Figura 3. Flujo de Fluidos. Aparición de los nuevos títulos por décadas.



Figura 5. Transferencia de masa. Aparición de nuevos títulos por décadas.

suelen utilizarse para la enseñanza de esos temas en otras carreras, tales como las de alimentos y metalurgia, por lo que el número de lectores es mayor y el mercado es más atractivo.

Con el tiempo se hizo evidente que en las operaciones unitarias existían principios comunes que sentaban las bases científicas de la ingeniería química. El estudio de esos principios dio origen a los *fenómenos de transporte*. El primer libro sobre esta materia fue *Fenómenos de transporte* de Bird, Stewart y Lightfoot, aparecido en 1960, y como en todos los planes de estudio se incorporaron esos estudios han aparecido nuevos libros sobre ese tema, ya sea para el nivel de licenciatura o el de posgrado (figura 7).

El estudio del comportamiento de los reactores químicos se inicia en la década de los cuarenta, pero es ahora cuando se le da la importancia requerida, por considerarse que es el reactor el corazón de la

planta química. Con los nuevos descubrimientos sobre catálisis y los procesos electroquímicos y enzimáticos es muy probable que en la década actual se incremente el número de nuevos títulos (figura 8).

Desde finales de los años setenta, (*Introduction to Chemical Engineering and computer Calculations* de Myers, 1976), el uso intensivo de las computadoras personales en el trabajo, la escuela y la industria hizo que se transformara la ingeniería química mediante el estudio de la simulación, análisis y optimación de procesos. Se espera en esta década un aumento notable de nuevos títulos relacionados con esta área. (figura 9).

Hasta los años cincuenta, la mayoría de los libros utilizados en México eran extranjeros y estaban editados en inglés. A partir de entonces los libros empiezan a traducirse al español y posteriormente comienzan a editarse algunos libros escritos por

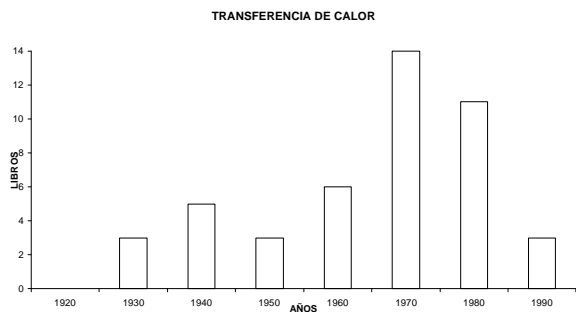


Figura 4. Transferencia de calor. Aparición de nuevos títulos por décadas.

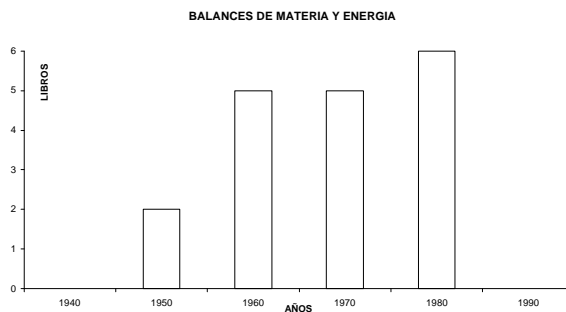


Figura 6. Evolución de los libros de balances de materia. Títulos nuevos aparecidos por décadas.

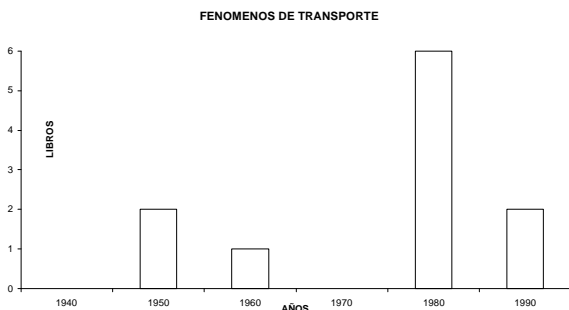


Figura 7. Evolución de los libros de fenómenos de transporte. Títulos nuevos por décadas.

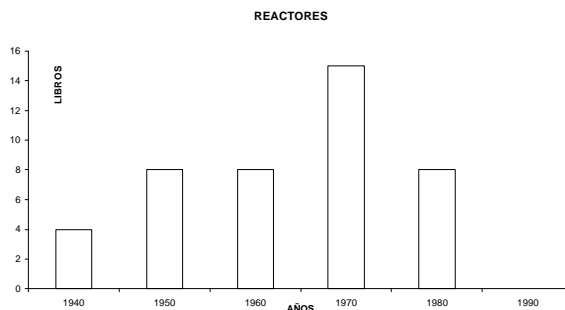


Figura 8. Evolución de los libros sobre diseño de reactores.

autores españoles (*Problemas de la ingeniería química*, de Ocón y Tojo, 1967). Los libros mexicanos sobre ingeniería química comienzan a aparecer por los años setenta y han seguido haciéndolo aunque lentamente (*Análisis ingenieril de los procesos químicos*, de la Peña, 1979) (figura 10).

De los libros de ingeniería química encontrados en las bibliotecas, solamente 35 proceden de autores de habla castellana —cerca del 10%— y existen áreas tales como la de control y simulación en la que no se encuentra uno solo de ellos (figura 10 y la tabla siguiente). De los libros en español, 18 son de autores mexicanos (50%).

| Libros escritos por autores de habla castellana |   | %  |
|---|---|----|
| Balances de materia                             | 6 | 17 |
| Fenómenos de transporte                         | 2 | 6  |
| Flujo de fluidos                                | 3 | 8  |
| Transferencia de calor                          | 3 | 8  |
| Transferencia de masa                           | 2 | 6  |
| Ingeniería de proyectos                         | 1 | 3  |
| Química industrial                              | 7 | 20 |
| Manuales y diccionarios                         | 5 | 14 |
| Simulación y optimización                       | 0 | 0  |
| Diseño y control de procesos                    | 0 | 0  |
| Ingeniería de retores                           | 3 | 8  |
| Operaciones unitarias                           | 3 | 8  |

En resumen, después de la investigación podemos concluir que:

*Hipótesis 1*

Hay escasez de títulos disponibles para la enseñanza de la ingeniería química.

*Hipótesis no confirmada.* En realidad existe en cada área de la ingeniería química un buen número de textos disponibles (más de diez), aunque existen pocos de autores de habla castellana y menos de mexicanos.

*Hipótesis 2*

Los libros que existen están concentrados en ciertas áreas preferidas tales como las operaciones unitarias.

*Hipótesis no confirmada.* Existe un número adecuado de títulos en cada área (más de diez) quizá con un número mayor en transferencia de masa y de calor, pero allí debe indicarse que se encuentran dos tipos de libros: los antiguos (antes de los setenta) enfocados al diseño de equipos y a la filosofía de las operaciones unitarias y los nuevos, enfocados hacia los fenómenos de transporte.

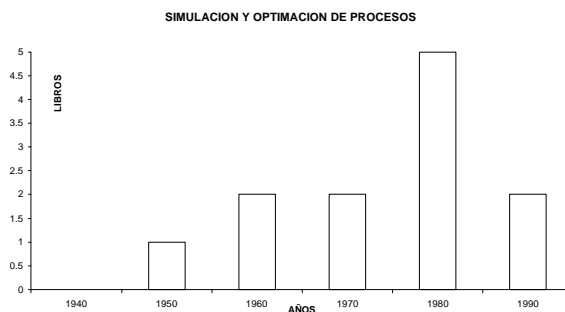


Figura 9. Evolución de los libros sobre Simulación y Optimización de procesos.

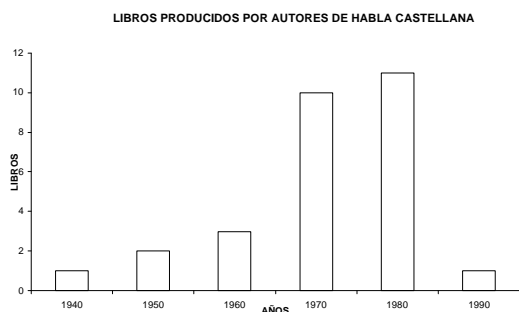


Figura 10. Evolución de los libros escritos por autores de habla castellana. Número de nuevos títulos aparecidos por décadas.

**Hipótesis 3**

La mayoría de los libros que existen en nuestras bibliotecas son de origen extranjero.

*Hipótesis confirmada.* Más del 90% de los títulos son extranjeros.

**Hipótesis 4**

La mayoría de los libros están escritos en idiomas diferentes al español.

*Hipótesis confirmada.* El 70% de los títulos están en inglés. Un 2% en francés y el resto en español. El relativo alto porcentaje de libros escritos en español (87 libros, 28%) se debe a la proliferación de la traducciones. Prácticamente todo libro exitoso ha sido traducido.

**Hipótesis 5**

Hay pocos libros de texto mexicanos.

*Hipótesis confirmada.* Hay sólo 18 libros de autores mexicanos (el 6%) contra 296 extranjeros.

**Hipótesis 6**

La frecuencia de aparición de los títulos está relacionada con la moda.

*Hipótesis confirmada.* El auge y decaimiento de ciertas materias está relacionada con la moda, aunque hay área que parecen estar siempre de moda tal como la de balances de materia y energía.

**Hipótesis 7**

En las áreas nuevas es donde deben existir menos libros en español.

*Hipótesis confirmada.* Hay campos del conocimiento tales como los de simulación y control de

procesos en los que no existe ningún libro de autores de habla española.

Con relación al sondeo entre estudiantes de los últimos semestres, se encontró que los títulos más empleados eran (se indica el apellido del autor y el año de la primera edición):

*Balances de materia y energía*

|                   |     |
|-------------------|-----|
| Felder (1978)     | 26% |
| Valiente (1990)   | 23% |
| Himmelblau (1962) | 37% |
| Otros             | 14% |

*Flujo de fluidos*

|                 |     |
|-----------------|-----|
| Crane (1968)    | 33% |
| Valiente (1988) | 19% |
| Foust (1960)    | 26% |
| Otros           | 22% |

*Fenómenos de transporte*

|              |     |
|--------------|-----|
| Bird (1963)  | 75% |
| Welty (1969) | 17% |
| Otros        | 8%  |

*Transferencia de calor*

|                |     |
|----------------|-----|
| Kern (1950)    | 55% |
| Hollman (1963) | 22% |
| Otros          | 23% |

*Transferencia de masa*

|                |     |
|----------------|-----|
| Treybal (1955) | 27% |
| Foust (1960)   | 15% |
| King (1975)    | 15% |
| Henley (1981)  | 20% |
| Otros          | 23% |

*Ingeniería de reactores*

|                   |     |
|-------------------|-----|
| Smith (1957)      | 49% |
| Levenspiel (1962) | 37% |
| Otros             | 14% |

*Simulación y optimización*

|                   |     |
|-------------------|-----|
| Henley (1981)     | 43% |
| Wallas (1990)     | 14% |
| King (1975)       | 14% |
| Himmelblau (1968) | 29% |

*Ingeniería de proyectos*

|              |     |
|--------------|-----|
| Raise (1957) | 83% |
| Otros        | 17% |

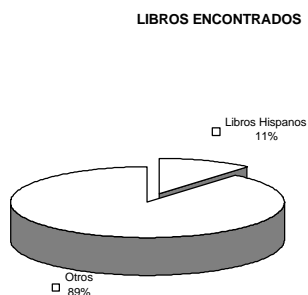


Figura 11. La cantidad de libros escritos por autores de habla castellana es muy pobre en comparación con la de los que se edita en inglés.

Al examinar la bibliografía, se descubre que casi ninguno de los libros recomendados sigue por entero el programa de estudios. Además, la mayoría de los libros han sido escritos por extranjeros, que no los escribieron en el idioma español, por lo que debe usarse el texto en el idioma original o utilizar una traducción, casi siempre deficiente (ya que las traducciones las hacen frecuentemente no especialistas en la materia). Por otro lado, los ejemplos y las aplicaciones que vienen incluidas en esos libros de texto fueron pensadas para otros países y otros estudiantes y no son reflejo de la realidad nacional, ya que los profesores, al preparar sus clases, sólo tienden a traducir los temas de la materia que imparten (López R. Adrián, 1979).

Por último, es de notar que varios de los libros recomendados por los profesores tienen más de treinta años de publicados y en algunos casos mucho más, por lo que se puede decir que éstos no utilizan una bibliografía ni variada ni actualizada, quizá la misma que ellos utilizaron como estudiantes; ya en un estudio (López R., Adrián) efectuado en 1979 y en otro (Valiente B., Antonio) de 1980 se señalaba que el 69 % de los textos utilizados por los profesores tenían más de diez años de antigüedad.

Nuestra sociedad posee una gran inercia que impide cambios y que contribuye a mantener el uso de textos convencionales (Estrada, L., 1988). Por eso, una explicación plausible sobre la persistencia de los libros de texto es que en muchas escuelas los cambios son muy difíciles de aceptar y la actualización de los estudios se hace por adición, creándose en el mejor de los casos materias nuevas que los alumnos deben cursar. Aunque pudiera esperarse que ese mecanismo generara textos para las nuevas materias, el resultado no es apreciable; en algunos casos sólo se publican traducciones de textos extranjeros y en

otros se fotocopian partes de libros, también extranjeros, y a veces manuales que se usan como textos.

La información —según el Profesor A. Büttlenklepper, un experto en información bibliográfica— ha sido y es utilizada solamente por una élite. Sin embargo, esto no significa que se debería dejar de comprar libros en las bibliotecas, sino por el contrario. Es necesario sostener los gastos a pesar del uso restringido, ya que del empleo que hacen los pocos maestros e investigadores interesados afloran los nuevos conocimientos y aportaciones que cambian la historia.

En general, la queja más generalizada acerca de los libros de texto empleados es que no se ajustan al plan de estudios, lo que obliga a utilizar varios libros, práctica que en sí es buena, pero que molesta a profesores y a alumnos. Esto lleva a la utilización de apuntes de clase, ya sea los proporcionados por el profesor o los elaborados a partir de las notas de clase que toma algún estudiante, muy apreciadas por el alumnado y objeto de más de la mitad de las fotocopias que se hacen en las escuelas. La presencia de un libro de texto base da confianza al alumno y le permite estudiar gastando menos dinero, ya que casi siempre el texto base se encuentra en la biblioteca. Si el maestro no utiliza un libro base, sino apuntes, el alumno tendrá que gastar más en fotocopias.

Hasta donde sabemos este estudio no ha sido realizado en nuestro país en los años recientes. Un estudio bibliográfico en el Centro de Información Científica y Humanística de la UNAM sobre publicaciones hispanoamericanas mostró que no hay trabajos similares, por lo que creemos que los resultados aquí presentados, así como los que publicaremos en un artículo próximo basado en encuestas efectuadas entre el estudiantado y el profesorado de ingeniería química, contribuirán para un mejor entendimiento de la problemática del proceso de enseñanza-aprendizaje de la ingeniería química.

### Bibliografía

- Estrada, L., *Acerca de la edición de libros científicos*, Biblioteca del autor, UNAM, México, 1988.
- López R., A. y Marun, E., *Estudio sobre el ejercicio docente y los textos en la carrera de ingeniería química*. Tesis, Facultad de Química-UNAM, México, 1979.
- Valiente Barderas, A., *Estudio socioeconómico sobre los ingenieros químicos*, Tesis, Fac. de Química, UNAM, México, 1980.