

63  
2ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**



**FACULTAD DE QUÍMICA**



EXAMEN DE GRADUACIÓN PROFESIONALES

**INDUSTRIA QUÍMICA E INDUSTRIALIZACIÓN:  
EVOLUCIÓN HISTÓRICA Y RELACIÓN  
CON EL DESARROLLO DE LA  
INGENIERÍA QUÍMICA EN MÉXICO**

**T E S I S  
MANCOMUNADA**

Que para obtener el título de  
**INGENIERO QUÍMICO**

Presentan:

**Hernández Arellano Raúl  
Juárez Soto Clemente**

México, D.F., 1995

**FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Jurado Asignado:**

**Presidente:** Robert Johnson Bundy  
**Vocal:** Lucila Cecilia Méndez Chávez  
**Secretario:** José Luz González Chávez  
**1er. suplente:** Jaime Medina Oropeza  
**2do. suplente:** Horacio García Fernández

**Sitio donde se desarrolló en tema:** Facultad de Química, UNAM.

### **Asesor:**



Dr. José Luz González Chávez

### **Sustentantes:**



Hernández Arellano Raúl



Juárez Soto Clemente

# Índice

## Introducción

## Primera Parte Industrialización de México

<b>Capítulo 1</b>	Primera etapa de industrialización.....	1
<b>Capítulo 2</b>	La Revolución y su programa industrial.....	25
	2.1 El periodo revolucionario, 1910-1917.....	25
	2.2 La estabilización y la Gran Depresión, 1917-1932.....	28
	2.3 Recuperación y crecimiento, 1933-1940.....	36
<b>Capítulo 3</b>	La sustitución de importaciones, 1940-1970.....	41
	3.1 Primera etapa de la sustitución de importaciones.....	42
	3.2 Segunda etapa de la sustitución de importaciones.....	45
<b>Capítulo 4</b>	El desarrollo industrial de 1970-1994.....	51
	4.1 La revisión parcial del modelo de industrialización.....	53
	4.2 La dependencia petrolera de la economía.....	54
	4.3 Crisis y estancamiento productivo.....	55
	4.4 La política industrial de 1988-1994.....	58

## Segunda Parte La industria química

<b>Capítulo 5</b>	Generalidades respecto a la industria química.....	65
	5.1 Características de la industria química.....	66
	5.2 Clasificación de la industria química.....	71
	5.3 Importancia de la industria química.....	73
<b>Capítulo 6</b>	Desarrollo histórico de la industria química en México.....	77
	6.1 La formación de la protoindustria 1821-1867.....	77
	6.2 La Reforma y la República Restaurada.....	78
	6.3 Las bases de la industria 1916-1938.....	79
	6.4 Inicio de la industria química moderna 1938-1960.....	80
	6.5 El desarrollo de la petroquímica 1960-1973.....	82
	6.6 Los efectos del <i>shock</i> petrolero.....	83
	6.7 La década de los cambios 1980-1990.....	84

<b>Capítulo 7</b>	<b>Expectativas ante la apertura y la globalización.....</b>	<b>91</b>
	7.1 Globalización y estrategias competitivas.....	91
	7.2 Expectativas de la industria química ante el TLC.....	94
<b>Capítulo 8</b>	<b>La industria química en EUA.....</b>	<b>99</b>
	8.1 Desarrollo histórico.....	99
	8.2 La Primera Guerra Mundial.....	102
	8.3 La Segunda Guerra Mundial.....	102
	8.4 Las décadas estables.....	103
	8.5 Periodo turbulento 1966-1981.....	104
	8.6 La época actual 1981-1990.....	104
	8.7 Expectativas de EUA y Canadá ante el TLC.....	105

### **Tercera Parte Evolución de los planes de estudio**

<b>Capítulo 9</b>	<b>Antecedentes de la ingeniería química en la UNAM.....</b>	<b>107</b>
<b>Capítulo 10</b>	<b>Evolución del plan de estudio de ingeniería química en la UNAM..</b>	<b>113</b>
<b>Capítulo 11</b>	<b>La ingeniería química en EUA.....</b>	<b>123</b>

### **Cuarta Parte Análisis y Conclusiones**

<b>Capítulo 12</b>	<b>Análisis de los cambios en los planes de estudio.....</b>	<b>131</b>
<b>Capítulo 13</b>	<b>Conclusiones y propuestas.....</b>	<b>145</b>

### **Bibliografía**

## INTRODUCCION

La industrialización de México ha sido un tema ampliamente discutido en diversos medios. Las cifras indican que el proceso de crecimiento industrial ha sido parcialmente exitoso debido a que el sector industrial siempre creció protegido de la competencia externa; este fue el caso hasta 1986, cuando la apertura fue súbita y rápida. Casi 10 años después, las nuevas políticas comerciales han sido impulsadas definitivamente mediante la firma de un tratado con nuestro principal socio comercial: EUA.

La industria química no ha sido ajena a los diferentes factores que han afectado el proceso de industrialización. Se maneja que este sector industrial no existió como tal sino hasta la década de los cincuentas en este siglo, aunque es un error pensar que surgió de la noche a la mañana. Durante el Porfiriato surgieron algunas industrias eminentemente químicas, por ejemplo: la Jabonera de la Laguna, la cual llegó a ser una de las empresas manufactureras más grandes del mundo. Además, la mayoría de las empresas industriales utilizaban algún proceso químico dentro de sus esquemas de producción: así encontramos a la industria azucarera, vidriera, papelera, cementera, etc.

Dentro de este entorno, surge la primera escuela de química del país: la Escuela Nacional de Ciencias Químicas. Fundada debido al empeño de un hombre que tuvo la suerte a su favor, se convertiría con el paso del tiempo en la más importante del país: la Facultad de Química de la UNAM. Esta escuela, en sus principios, intentó formar un nuevo tipo de profesionistas llamados Químicos Industriales, ellos serían los promotores del desarrollo industrial de México; de ahí el emblema de la institución: *Chemia Alit Industriam* (La química alimenta la industria). Mas no sería sino hasta 1927 cuando se darían los primeros pasos hacia la conformación real de una nueva profesión, la Ingeniería Química.

En 1915, Arthur D. Little creó el concepto de "operaciones unitarias"; a partir de este momento, los procesos químicos que se desarrollaron en los laboratorios pudieron llevarse a la práctica industrial de forma continua (no intermitente o "batch"). Para 1923, se presentó otro hito al publicarse el libro de Walker, Lewis y McAdams: "Principles of Chemical Engineering". Este hecho revistió importancia no sólo para la Ingeniería Química en EUA, sino también para la misma carrera en México. El Ingeniero Estanislao Ramírez formó el primer plan de estudios de Ingeniería Química en 1927 con base en este libro.

Así comenzó una larga trayectoria en la evolución de la Ingeniería Química en la UNAM. El plan de estudios fue modificado cinco veces en los casi 70 años de su existencia ¿Pero, en los diversos planes, se intentó vincular estos cambios a la situación industrial en general, y a la industria química en particular, que prevalecía en esos momentos?

# 1/ PRIMERA ETAPA DE INDUSTRIALIZACIÓN 1870-1910.

## **Introducción.**

A partir de 1870, México se integró de manera real en el mercado mundial. Nuestra economía, segmentada y rudimentaria, comenzaba a transformarse en un versátil sistema capitalista con mercados cada vez más unificados y aceleradas tasas de crecimiento. Evidentemente, estos cambios en la economía aparecieron debido a cambios en la esfera política; la transformación política requería modificaciones en la organización económica del país. Desde la independencia y hasta 1870, el Estado Mexicano había sido débil e ineficaz, sin poder defenderse de los ataques tanto internos como externos y por lo tanto, incapaz de crear (o de preocuparse por tener) un ambiente propicio para invertir en la formación de capital a largo plazo. Con el ascenso al poder de Porfirio Díaz, el Estado se fortaleció, aumentando la autoridad del gobierno central en detrimento del que ostentaban los caciques regionales.

## **El capital extranjero en la transformación económica.**

El factor que impulsó el proceso de transformación económica fue el flujo de capitales provenientes de Europa y Estados Unidos. Después de 1870 empezaron a llegar capitales e inversionistas que drenaron y volvieron a entibar las minas, acelerando el crecimiento de haciendas y financiando la vertiginosa construcción del sistema ferroviario. Para 1910, se estima que los extranjeros habían invertido 2,000 millones de dólares en los ferrocarriles, las minas y otras empresas mexicanas, lo cual representaba entre 67 y 73% del total invertido en el país.

Entre las industrias cuyo crecimiento fue estimulado, la más importante fue la minería. Durante la Colonia, las minas habían sido el "motor" de la economía nacional. En Zacatecas, Guanajuato y San Luis Potosí, las minas de plata no sólo empleaban directamente a miles de trabajadores, sino que también generaban efectos de demanda derivada. Todos los sectores económicos reaccionaron con el fin de satisfacer las necesidades de alimentos, equipo, ropa y los diversos insumos intermedios del sector minero. En la parte norte de México surgieron grandes empresas ganaderas para producir carne, sebo y cuero; las haciendas y pequeñas rancherías del Bajío crecieron para poder alimentar a las poblaciones de los centros mineros; los tejedores locales producían tela para la fuerza de trabajo, y los artesanos construían las herramientas y los artefactos mecánicos necesarios. El floreciente comercio que nació de esta actividad enriqueció a los empresarios mercantiles de la capital, quienes servían como proveedores de las minas y como importantes intermediarios financieros. Debido a lo anterior, durante el periodo colonial la economía funcionó al ritmo del sector minero: con auges periódicos en la producción, el resto de la economía crecía; durante las épocas difíciles de las minas, la economía se estancaba.

A principios del siglo XIX, el sector minero sufrió una grave depresión. Desde la independencia hasta el principio del porfiriato, la mayoría de las minas principales del país se mantuvieron en ruinas. El costo del transporte fue el factor crítico para cualquier industria. Por ejemplo, la compañía Real del Monte tardó casi un año en transportar desde Veracruz hasta sus minas en Hidalgo, el equipo necesario para renovarlas. Los retrasos, no solamente provocaban el aumento del costo del equipo, sino que también creaban mayores riesgos e incertidumbre respecto del cumplimiento de contratos y tiempo de entrega.

Dados los problemas tanto de transporte como de otro tipo que enfrentaba la industria minera, la mayoría de las compañías abandonaron las minas por incosteables. El nivel de producción de plata de 1810 no se alcanzó otra vez sino hasta la década de los 70 en ese siglo. Sin duda, la situación de los metales comunes era aun peor que la de la plata por la falta de transporte barato.

Desde principios de la década de 1880, la combinación del descenso en los costos del transporte, con la disponibilidad de capital para ser invertido en la exploración y explotación, revitalizó al sector minero. En general, la producción de metales preciosos se quintuplicó entre 1877 y 1911, mientras que la producción de metales industriales (cobre, plomo, zinc, etc.) se triplicó entre 1893 y 1911.

El área clave hacia la cual se destinó el capital extranjero fue el sector de los transportes. La falta de ríos navegables y la topografía hacían indispensable que la mayor parte del tránsito se efectuara por tierra.



Durante los siglos XVI y XVII, los españoles construyeron un impresionante sistema de carreteras, diseñado para el tráfico pesado de los carros de dos ruedas para el transporte de la plata y de las manufacturas importadas. En el siglo XIX, este sistema, abandonado desde hacia un siglo y en muy malas condiciones, era la única vía de transporte para el recorrido de grandes distancias. Aunque la industria minera tuvo un renacimiento en el siglo XVIII, no hubo inversión en el sistema carretero ya que era poco el capital del que disponía la Corona española para el mejoramiento o mantenimiento de éste. Por lo cual, a principios del siglo XIX sólo existía un camino adecuado en el país para el tráfico de carretas (de la capital a Chihuahua pasando por Zacatecas y Durango), pero era mayor el número de recuas de mulas que lo usaban que el de carretas.

Después de la independencia, las condiciones de los caminos siguieron deteriorándose. Debido a los constantes conflictos entre el gobierno y los jefes regionales, estos últimos deseosos de mantener su autonomía, destruían los caminos que llegaban a sus dominios. A partir de 1850 el gobierno inició la reparación de las vías terrestres pero se limitaron al mantenimiento de las rutas más concurridas. Este programa continuó y se amplió durante la Intervención francesa y la República restaurada, pero la escasez de recursos paralizó los avances. Para 1876, cuando Porfirio Díaz tomó el poder, la mitad de los caminos sólo podían ser transitados con bestias de carga, mientras que otros eran muy angostos y se encontraban en tan mal estado que sólo servían al paso de peatones.

Los ferrocarriles no se construían por la misma razón que las carreteras no se realizaban. No había fondos federales suficientes para construir un sistema ferroviario. La primera línea, que iba de la capital a Veracruz, no se terminó sino hasta 1873; de hecho, en 1877 México poseía 640 km de vías, de los cuales 114 empleaban mulas y no máquinas de vapor.

Desde 1880, el flujo de capitales modificó esta situación. En este año se otorgaron dos concesiones para la construcción de líneas troncales, de la capital hasta la frontera con Estados Unidos, a grupos competidores de inversionistas estadounidenses. La red ferroviaria comenzó a extenderse con rapidez. En 1873 se tenían 572 km; para 1883 se tenían más de 5 mil, más de 10 mil en 1893 y 16 mil en 1903; en 1910, el sistema ferroviario mexicano se preciaba de contar con más de 19 mil km de vías. Estas cifras incluyen únicamente las concesiones federales; las vías cortas y alimentadoras, objeto de concesiones estatales o municipales, representaban otros 8 mil km.

A pesar de que el sistema se construyó sin un plan central<sup>1</sup>, ya que el gobierno otorgaba casi cualquier concesión, se logró una red ferroviaria bastante bien integrada. El propósito principal era el transporte hacia la costa o a la frontera norte de materias primas. Sin embargo, el número de líneas alimentadoras dió lugar con el tiempo a una red interconectada que

---

<sup>1</sup>Situación que rebasó al gobierno ya que sí existía una política ferroviaria denominada *Ley Limantour*.

comunicaba los mercados internos, al igual que las zonas mineras y los puertos. Para fines de siglo, la mayoría de las principales ciudades estaban comunicadas entre sí por ferrocarril.

El efecto de este auge ferrocarrilero sobre el resto de la economía fue extraordinario. Los costos del transporte disminuyeron precipitadamente, lo que estimuló el renacimiento de la minería, amplió la expansión de la agricultura comercial y unió el mercado interno. En algunos casos, la reducción en los costos fue casi del 100%, por lo que los fabricantes comerciales elevaron su producción para servir a los mercados que ya para entonces se habían desarrollado.

En el terreno de la producción petrolera tuvo lugar un proceso similar. Al igual que en el caso de los ferrocarriles y la minería, la expansión de la industria petrolera fue resultado del flujo de capital extranjero. Debido a la inversión en exploración y explotación, México colocaba cada vez mayores cantidades de petróleo en el mercado mundial. La producción petrolera creció de 5 mil barriles en 1900-1901 a más de 8 millones en 1910-1911. En ningún año de esa década la producción petrolera dejó de incrementarse.

El ingreso de capitales foráneos también alentó el desarrollo del sector agropecuario. La expansión de la agricultura comercial se debió en parte a la de los sectores minero, petrolero y ferrocarrilero: la gran cantidad de trabajadores que laboraban en éstos debían ser alimentados. Así, la demanda de productos agrícolas baratos aumentó a tal grado que rebasó por completo la oferta de la agricultura campesina. Además de esto, el desarrollo de la agricultura de exportación<sup>2</sup> impulsó también la transformación del sector rural. Es de notar, el crecimiento que alcanzó la industria algodonera en la zona de La Laguna, el desarrollo de la industria del henequén en la península de Yucatán y el auge de la industria azucarera en Morelos y Veracruz.

El flujo de capitales externos no sólo trajo consigo cambios estructurales en la economía, también proporcionó los recursos financieros que permitieron la consolidación del gobierno central. Durante el régimen de Díaz se limitó el bandidaje, se controló el poder de los jefes políticos regionales y se puso fin a los incesantes golpes de Estado e insurrecciones que habían azotado al país durante un siglo. En general, el objetivo de Díaz era crear las condiciones políticas y económicas internas que siguieran atrayendo el capital extranjero que modernizaría a México. Sin embargo, bajo el lema "Orden y Progreso" también se eliminó la oposición política, se impidió la organización del sector obrero y los campesinos perdieron sus tierras. El "progreso" provendría de la entrada de capital extranjero en la economía. De la misma forma en que se necesitaba financiamiento para incrementar el poder del gobierno federal, los inversionistas foráneos comprendían que un gobierno fuerte y centralizado que infundiera lealtad popular y mantuviera el "Orden" les sería útil.

---

<sup>2</sup>Producción de materias primas para los países industrializados.

### **La población de México en la época porfirista.**

El requisito principal de la industrialización a gran escala es un mercado capaz de absorber los productos que una planta manufacturera puede generar. No se requiere sólo una producción altamente eficaz, sino también de un mercado con posibilidades de consumir los bienes puestos a su disposición.

A mediados de la década de 1890, este tipo de mercado comenzaba a perfilarse en México. En 1895, el país tenía una población de 12.6 millones de habitantes, de los cuales 4.8 formaban parte de la fuerza de trabajo. Aun descontando a la población dedicada a la agricultura, el número total de consumidores cuyos ingresos eran lo suficientemente altos como para comprar artículos manufacturados era cercana a 5 millones de personas. La expansión de la red ferroviaria había logrado unir a la población para formar un mercado nacional uniforme. Sin embargo, los alcances de éste eran limitados. No se trataba del que disponían Estados Unidos, Gran Bretaña u otros países, sino de un mercado en transición.

En 1910, incluso después de 30 años de crecimiento económico y urbanización relativamente rápidos, más del 70% de la población vivía en comunidades con menos de 2,500 habitantes. Importantes segmentos de la población seguían funcionando fuera de la economía de mercado, produciendo para su subsistencia mediante la agricultura campesina tradicional. Aunque los hubieran incorporado las haciendas, esto no garantizaba que los campesinos fueran trabajadores asalariados. Muchas zonas del país no se habían integrado al sistema de ferrocarriles<sup>3</sup>. México seguía siendo un país fundamentalmente rural.

Es más importante señalar que la gran mayoría de la población era pobre. La variedad de productos manufacturados que podían consumir era muy reducida. De hecho, el salario de los trabajadores era tan bajo que el consumo de telas de algodón variaba considerablemente de acuerdo con las fluctuaciones en el precio del maíz. Como señaló en 1904 León Signoret<sup>4</sup>, en los años en que las cosechas de maíz eran malas, la clase trabajadora no compraba telas de algodón, de manera que la industria textil estaba sujeta a crisis recurrentes<sup>5</sup>. Según un estudio de Wilkie y Wilkins, en 1895 más del 90% de la población era de clase baja y poco menos del 8% pertenecía a clase media; un pequeño grupo, poco más del 1% de la población, controlaban los ingresos y la riqueza nacional. Pero estos últimos, consumían productos extranjeros y casi nada de lo hecho en el país<sup>6</sup>.

---

<sup>3</sup>Grandes regiones del sur y de la costa del Pacífico, entre otras.

<sup>4</sup>Uno de los industriales textiles más prominentes.

<sup>5</sup>Citado en S.H. Haber, 1992, p. 45.

<sup>6</sup>Ibid. p. 45.

El resultado era que en términos del mercado de artículos de consumo, la industria mexicana dependía casi en su totalidad de la clase trabajadora, cuyos ingresos no le permitían consumir más que mercancías baratas y poco durables, bienes de bajo costo. Por consiguiente, la industria tenía un mercado muy inseguro y restringido.

### **La industria manufacturera y sus limitantes.**

Puesto que el motor del desarrollo de la economía era la inversión extranjera directa en el sector de exportaciones de minerales, petróleo y productos agrícolas; también existía demanda para la producción de artículos que pudieran emplearse para el transporte de las exportaciones, desde su sitio de fabricación hacia el exterior. Así, prevalecía un mercado para vías ferroviarias y para cemento, perfiles y estructuras de acero destinados a la construcción de puertos, proyectos mineros y otras actividades relacionadas con la generación de materias primas y el transporte.

El problema de un mercado limitado era más grave para los productores de bienes intermedios, ya que este mercado no estaba articulado con el de los productos de consumo. Sin duda, los talleres artesanales industriales proporcionaban a los empresarios ciertos accesorios. En lo que se refiere a la industria pesada, y salvo en los casos de las industrias periódicas y de botellas de vidrio, la industria de la transformación en México no producía los bienes intermedios necesarios para la industria de bienes de consumo, la que en consecuencia se veía obligada a importar bienes tanto intermedios como de capital de Europa y Estados Unidos. Por consiguiente, el mercado para bienes de producción intermedio era aun más estrecho que el de bienes de consumo, ya que para su sostén dependía de unas cuantas compañías mineras, petroleras y transportistas orientadas a la exportación.

Este mercado desigual y limitado tenía que combinarse con una base tecnológica importada. Históricamente, México había importado tecnología de Europa, de manera que jamás había desarrollado una industria propia de ingeniería, herramientas o maquinaria; así, los ferrocarriles mexicanos fueron diseñados y construidos por técnicos extranjeros y con tecnología extranjera. De manera similar, durante el porfiriato las grandes industrias mineras y petroleras operaron con tecnología proveniente de otros países.

En estas condiciones, la tecnología manufacturera hubo de ser importada. La industrialización mexicana se inició apenas en la década de los noventa del siglo pasado, y para entonces padecía ya de un retraso de más de cien años en lo que toca a la tecnología. Desde el punto de vista de los empresarios, carecía de sentido repetir el largo proceso de pruebas, errores y experimentación que habría sido preciso recorrer para el virtual desarrollo de la tecnología; resultaba menos costoso importarla. De esta forma, casi ninguna tecnología entre las empleadas en las industrias acerera, de cemento, cervecera u otras se desarrolló en México.

Los altos hornos y las laminadoras provenían de Estados Unidos; la maquinaria de alta velocidad para la producción de cigarrillos era francesa; la maquinaria para la producción de papel, suiza, y los telares, husos y demás equipos textiles procedían de Inglaterra, Bélgica, Alemania, etc.

Aunque este factor aceleró ciertamente el proceso de industrialización inicial, la tecnología importada no era precisamente la que requería el mercado mexicano, pues había sido diseñada originalmente para satisfacer las necesidades de producción y consumo masivo de Estados Unidos y Europa. Concebida para una producción a gran escala, resultaba demasiado grande para el mercado de México. A fin de acelerar la industrialización, el país tuvo que combinar el aparato de producción de economías de consumo masivo con un mercado incapaz de absorber la cantidad de bienes que se podían producir. El resultado fue un gran exceso de capacidad instalada, lo que propició importantes problemas de diseconomías de escala, al funcionar por debajo de su capacidad total.

Este problema era más grave en la producción de bienes intermedios. Como ejemplo, las tres industrias cementeras más importantes de México, entre 1906 y 1911, utilizaron en promedio, 43% de su capacidad instalada teniendo años en que sólo se usó el 30%. El resultado de esto fueron costos unitarios mucho más altos y problemas especiales de ingeniería. Las plantas cementeras estaban diseñadas para operar 24 horas al día; al calentar y enfriar los hornos los ladrillos refractarios se cuarteaban, y remplazarlos era costoso y difícil.

En la industria acerera, la situación era parecida. Aunque sólo había un gran productor, Fundidora Monterrey, su incapacidad para utilizar todo el equipo que había importado de Estados Unidos era un obstáculo importante para el desarrollo de la industria. Desde 1903, año en que empezó operaciones, hasta 1910, el uso promedio del alto horno fue de 30%. De la misma manera que las plantas de cemento, las fundidoras de acero estaban diseñadas para operar de forma permanente; inclusive el flujo del alto horno a los convertidores Bessemer y a la laminadora debía ser continuo. Al no trabajar la planta en forma permanente ni continua, los lingotes de hierro tenían que ser enfriados y almacenados para posteriormente ser calentados y convertidos en acero, con lo que el costo aumentaba considerablemente.

En lo que respecta a los bienes de consumo, el uso de la capacidad instalada no representaba un problema tan grave. El mercado de bienes de consumo era más amplio que el de productos industriales, y en muchas industrias de bienes de consumo el equipo era divisible; por lo tanto, teóricamente, los productores no se veían obligados a adquirir más capacidad de la necesaria. Sin embargo, tampoco existen indicativos de que hubieran operado a toda su capacidad. Por ejemplo, en torno a la fabricación de telas de algodón, la más importante y desarrollada de las industrias de bienes de consumo durante la época, se presentaron crisis de sobreproducción en 1901-1902 y 1907-1908, durante la revolución (1910-1917) e inclusive en la década posterior. Debe mencionarse que las grandes fábricas textiles comenzaron a utilizar telares automáticos

de alta velocidad a principios de siglo debido a la competencia desatada para controlar el mercado; entonces, parece que el mercado era incapaz de absorber toda la producción posible de estas máquinas.

Como resultado de ello, gran parte de la industria mexicana fue estructuralmente ineficaz desde sus inicios, ésto debido a los bajos niveles de uso de la capacidad instalada; inclusive creó, en algunas industrias, problemas de ingeniería y mantenimiento sumamente costosos. Además de estas complicaciones estructurales, los costos iniciales de la industria eran más altos que en otras economías. Los empresarios tuvieron que pagar maquinaria producida en el extranjero, costos de transporte, seguros de tránsito y el salario del personal técnico extranjero que debía instalar la planta. Todos estos costos debían de recuperarse, de manera que el precio de los productos terminados era aun más alto.

Otro factor que empeoraba una situación de suyo grave era que la productividad de la mano de obra mexicana era más baja que la de los países industrializados. La clase trabajadora de la industria mexicana tenía sus raíces sociales en el campesinado, muchos trabajadores acababan de llegar del campo, y otros iban y venían constantemente de la fábrica al campo. Por consiguiente, laboraban con el ritmo de un campesino, no el de un obrero industrial. Es cierto que existía abundancia de mano de obra y aunque existía un gran número de trabajadores no calificados ansiosos de hallar trabajo, imperaba una gran escasez de trabajadores calificados como tejedores, sopladores de vidrio y obreros para las fundiciones, quienes eran esenciales para la buena marcha de la industria.

En algunos casos, se llegó a contratar trabajadores extranjeros. En la industria de los envases de vidrio, la Fábrica de Vidrios y Cristales, la principal planta del país, ubicada en Monterrey, tuvo que importar a toda su fuerza de trabajo calificada. Sus 54 sopladores de vidrio, sus capataces y demás personal técnico fueron traídos de Alemania. Los conflictos con estos obreros y la desigual calidad de las materias primas, obligaron a la fábrica a cerrar nueve meses después de su inauguración en 1903. El problema de la carencia de trabajadores calificados para esta industria fue superado hasta 1909, cuando se introdujo la maquinaria para la fabricación automática de botellas de vidrio. De igual manera, predominaban trabajadores europeos y estadounidenses en los puestos especializados de las industrias de la dinamita, la acerera, la cervecera y la de textiles de algodón.

Debido a todo lo anterior, los costos de producción de las manufacturas mexicanas eran muy superiores a los de las elaboradas en los países industrializados: los costos iniciales eran mayores, las economías de escala no eran convenientemente aprovechadas y la productividad de la fuerza de trabajo alcanzaba niveles reducidos.

De haber podido exportar, México habría resuelto los problemas que se derivaban de los excedentes que no se consumían en el mercado interno, de la reducida utilización de la

capacidad instalada y se hubieran aprovechado las ventajas de las economías de escala. Los industriales mexicanos intentaron poner en marcha esta estrategia. Sin embargo, al investigar el mercado sudamericano encontraron que sus precios no eran competitivos en el mercado internacional.

En primer lugar, México no poseía una marina mercante y por consiguiente, no podía transportar sus productos a mercados extranjeros sin el intermedio de compañías navieras extranjeras, a las cuales el proyecto no les interesaba particularmente.

En segundo lugar, incluso si México hubiera sido capaz de transportar sus productos hacia los mercados extranjeros, sus costos de transporte interno seguían siendo altos, aun a pesar de que habían disminuido desde el advenimiento del ferrocarril<sup>7</sup>; este fue el motivo por el cual la industria se había desarrollado cerca de los principales centros poblacionales.

En tercer lugar, durante este periodo, la competencia en los mercados internacionales era muy fuerte. Los productores estadounidenses y europeos defendían tenazmente su predominio en el mercado mundial a través de descuentos y prácticas comerciales agresivas<sup>8</sup>.

En cuarto lugar, los exportadores europeos y estadounidenses tenían acceso a un sistema bancario amplio y bien integrado, que les permitía otorgar crédito a largo plazo y en términos muy favorables a sus clientes en otros países. Además, con frecuencia aceptaban materias primas en lugar de efectivo en pago por los intereses y el principal que les debían. Entonces, los posibles exportadores mexicanos se encontraban en gran desventaja, por que las tasas de interés generalmente eran más altas que las de Estados Unidos y Europa; además no podían aceptar materias primas como pago en lugar de dinero en efectivo.

En quinto lugar, era difícil para los industriales mexicanos entrar al mercado de exportación debido a que era poco lo que podían ofrecer de novedoso a otros países latinoamericanos. La tecnología que México había adquirido en Estados Unidos y Europa ya era común también en otras naciones de América Latina.

Finalmente, los industriales de Sudamérica también habían recurrido a tarifas proteccionistas con objeto de excluir a los competidores extranjeros. De la misma manera que los industriales mexicanos protegían sus empresas de los productos extranjeros que eran más baratos, los industriales sudamericanos habían presionado a sus respectivos gobiernos para levantar barreras arancelarias en defensa de sus productos manufacturados.

---

<sup>7</sup>Este hecho motivó que en 1908 el Estado consolidara las propiedades ferrocarrileras de los accionistas extranjeros en una sola empresa, FF. CC. Nacionales de México; en ella el gobierno tenía participación preponderante con el fin de reducir los gastos de explotación y de evitar que las principales líneas de comunicación pasaran a poder de alguno de los sistemas de ferrocarriles de EUA.

<sup>8</sup>Estas prácticas eran, en su mayoría, vender al producto a menor precio del costo de producción. Esto se conoce como *dumping*.

La industria mexicana tuvo que conformarse con abastecer el mercado interno. De esta manera, durante la primera etapa de industrialización, no se pudo ocupar el exceso de capacidad de sus fábricas, de modo que la única solución era que las mayores se dividieran el mercado; sólo así evitarían la ampliación de la competencia y un control más rígido de los precios y la producción.

### **Política industrial en el porfiriato.**

Los industriales mexicanos tenían dificultades para competir en el mercado interno con las manufacturas extranjeras sin la protección y el apoyo del gobierno. Casi todas las industrias principales recibían algún tipo de protección arancelaria o de subsidio federal.

A partir de la década de 1880, los derechos de importación de ciertas manufacturas aumentaron de manera notable. Durante el resto de la época porfirista, los aranceles siguieron en aumento. Además de las tarifas proteccionistas, la mayoría de las principales empresas manufactureras del país operaban bajo algún tipo de concesión federal, que las eximía de pago de impuestos durante periodos de entre 7 y 30 años.

En 1893 el gobierno declaró que todas las nuevas industrias cuyos capitales excedieran los 250 mil pesos estarían exentas de impuestos federales directos y derechos aduanales sobre la maquinaria y otros materiales necesarios para la construcción de sus fábricas. El mínimo de capital requerido bajó en 1898 a 100 mil pesos.

Unas cuantas empresas lograron incluso mejores condiciones en sus negociaciones con el gobierno de Díaz, quien en ciertas ocasiones otorgó el derecho exclusivo de operar bajo concesión federal. Así pues, en estos casos sólo una empresa podía ser eximida de impuestos en esa línea particular de productos, lo cual le daba una ventaja importante sobre sus posibles competidores. En muchas ocasiones, la exención se aplicaba a los impuestos sobre la producción, así como a los derechos de importación de bienes intermedios y de capital. En efecto, con el propósito de fomentar la industrialización en un ambiente demasiado difícil, el gobierno propiciaba la creación de monopolios oficialmente sancionados y subsidiados.

### **Las nuevas industrias manufactureras de México.**

En muchas industrias, la producción oligopólica y monopolítica se convirtió en la regla. Un sector manufacturero, previamente caracterizado por empresas pequeñas y familiares y destinado a los mercados locales y regionales, se distinguió cada vez más por la existencia de grandes compañías intensivas en capital y de integración vertical, que producían para el mercado



nacional. Esta transformación también ocurrió en las líneas de productos y en las diferentes regiones. Desde el cemento hasta el acero, de los textiles a la cerveza, comenzaron a aparecer las grandes corporaciones que ejercían un control monopólico y oligopólico del mercado, haciendo a un lado a los pequeños productores regionales.

En todas las líneas de productos, unas cuantas grandes empresas controlaban la mayor parte del mercado. En la producción del acero, vidrio, jabón, papel y la dinamita, era una sola empresa la que poseía el monopolio o semimonopolio de la industria. La fabricación de cigarros era dominada por dos empresas horizontalmente integradas; en la cerveza y el cemento, tres grandes compañías se dividían el mercado. Incluso en la industria del algodón, generalmente caracterizada por una competencia muy amplia, dos empresas acaparaban prácticamente 20% de la producción nacional total y casi toda la producción de los artículos de alta calidad.

En ninguna otra área de la industria fue tan acentuada la transformación, de pequeños productores regionales en un gran y único productor nacional, como en la industria del acero. Durante el siglo XIX, la producción de hierro y acero fue realizada en pequeñas fundiciones que fabricaban una limitada variedad de artículos terminados y empleaban técnicas muy limitadas. El panorama se modificó radicalmente en 1900, año en que se fundó la Compañía Fundidora de Hierro y Acero de Monterrey, S.A. (Fundidora Monterrey), la cual constituyó desde sus inicios una empresa de gran tamaño. A diferencia de las pequeñas fundiciones que precedieron, Fundidora Monterrey era una operación totalmente integrada que manejaba todos los aspectos de la producción, desde la extracción del mineral hasta el laminado de las mercancías terminadas. Además, el equipo de la Fundidora Monterrey era muy superior a la tecnología utilizada por sus predecesores. Por otra parte, era dueña de propiedades en todo México de donde se extraían minerales y carbón de importante utilidad; también era dueña del 20% de las acciones de la Compañía Explotadora de Concesiones de Múzquiz, empresa explotadora de carbón.

La única empresa acerera de México además de Fundidora Monterrey, era la Consolidated Rolling Mills and Foundries Company, mejor conocida como La Consolidada. Esta era una operación complementaria, compraba lingotes de hierro a la Fundidora y producía aleaciones y vaciados de acero muy específicos, que la empresa regiomontana no estaba en condiciones de elaborar. La Consolidada no era una operación integrada ni competía en las mismas líneas de producción que la Fundidora Monterrey, en esencia ésta acaparaba el mercado de perfiles estructurales y rieles de acero, mientras que competía en la comercialización de lingotes de acero y no participaba en el terreno de la tubería y los productos laminados. Así, los verdaderos competidores eran los productores extranjeros.

La producción de papel también estaba dominada por una sola empresa. La compañía de las Fábricas de Papel de San Rafael y Anexas controlaba toda la fabricación de papel periódico, producto papelerero de mayor mercado en México, y dominaba virtualmente la producción interna

de otras clases de mercancías de papel. Fundada en 1890, San Rafael tenía dos fábricas, ambas en el Estado de México. Era operada de manera totalmente integrada: poseía y manejaba sus propias haciendas en las que se sembraban árboles, administraba su propia planta de pulpa de madera, generaba su propia energía hidroeléctrica y operaba su propio ferrocarril.

La estrategia de la San Rafael, al igual que la de Fundidora Monterrey, era concentrarse en las líneas de productos en las cuales poseía ventajas absolutas frente a los artículos importados. Así se especializaba en papel periódico, cuyo volumen y bajo precio hacía onerosa su importación. En los productos de mayor valor, la ventaja de transporte-costo desaparecía, en tanto que en líneas de productos como el papel fino de escribir y el papel para la impresión de libros, la empresa competía con mercancías importadas de Alemania y Estados Unidos.

Como ocurría con el papel periódico y la producción de acero, la manufactura nacional de vidrio también estaba controlada por un monopolio: la fábrica Vidriera de Monterrey. Fundada en 1909, inició la producción de botellas para la creciente industria cervecera. Con el paso del tiempo abarcó una línea de productos más amplia, que incluía todo tipo de productos de vidrio. La aparición de esta empresa revolucionó la industria vidriera de México; antes de su fundación, los envases de vidrio eran importados o producidos a mano en pequeñas fábricas que incluso empleaban sopladores extranjeros.

Algunas empresas vidrieras más pequeñas sobrevivieron durante algún tiempo a pesar de Vidriera Monterrey. Sin embargo, la maquinaria con la que contaba esta última era automatizada, capaz de producir 40 mil envases diarios; los talleres que producían botellas en forma artesanal simplemente no podían competir con el capital de la empresa.

En la industria jabonera existía una estructura de producción similar, pues una empresa, la Compañía Industrial Jabonera de La Laguna, competía con numerosos talleres artesanales. Fundada en 1896 en Gómez Palacio, Durango, la Jabonera era una de las cuatro fábricas más grandes del mundo; tenía dos plantas productoras de jabón y glicerina. Su capacidad de producción era de 40 millones de kg de jabón por año, y de 2 mil ton anuales de glicerina. Por supuesto, las fábricas artesanales no podían competir; sólo existía una industria que podía hacerlo, la Jabonera La Unión, pero en el mejor de los casos controlaba el 20% del mercado.

La Compañía Nacional Mexicana de Dinamita y Explosivos, filial de la Jabonera de La Laguna, monopolizaba la producción y distribución de dinamita y otros explosivos. Fundada en 1901, esta controlaba todo el mercado de los explosivos, incluyendo la nitroglicerina y los cartuchos para armas de fuego. Debido a una concesión especial del gobierno federal no tuvo competidores extranjeros. No produjo dinamita hasta 1907, pero para 1912 ya era capaz de fabricar 7 millones de kg de explosivos al año. Al igual que con el acero y el papel, Dinamita y explosivos era una operación integrada verticalmente. La empresa también elaboraba los

productos químicos necesarios como ácido sulfúrico, ácido nítrico y algodón pólvora. La glicerina que utilizaba provenía de la Jabonera de La Laguna, la cual poseía la tercera parte de las acciones de Dinamita y Explosivos.

En la producción de cigarros tres empresas dominaban totalmente el mercado, la Compañía Manufacturera El Buen Tono, la Cigarrera Mexicana y La Tabacalera Mexicana. De hecho, El Buen Tono era dueña del 50% de las acciones de la Cigarrera Mexicana, por lo que en realidad solamente había dos líderes en la industria: la combinación El Buen Tono-la Cigarrera Mexicana, que controlaba 50% del mercado (5,000 millones de cigarros por año), y la Tabacalera Mexicana, que controlaba 12% (1,200 millones de cigarros al año). En 1898 la producción total de cigarros era casi 5 millones de kg, para 1908 ésta era casi de 8.7 millones de kg pero más del 40% de las fábricas habían desaparecido. Los dos grandes productores habían logrado expulsar del mercado a muchos pequeños productores.

La industria del cemento también se caracterizó por la existencia de grandes empresas intensivas en capital que operaban en mercados no competitivos. Tres empresas producían todo el cemento del país: Cementos Hidalgo, fundada en 1906; Cementos Cruz Azul, fundada en 1907, y Cementos Tolteca, fundada en 1909. El bajo precio del cemento y la subutilización de la capacidad instalada evitó que cualquiera de ellas controlara la producción para el mercado interno o desplazara al cemento extranjero del mercado nacional. De hecho, aunque estos tres productores poseían la capacidad instalada para satisfacer toda la demanda nacional, la industria cementera mexicana jamás controló más del 47% del mercado durante el porfiriato, pues las importaciones satisfacían la mayor parte de las necesidades.

De modo similar, tres importantes compañías dominaban la industria cervecera, aunque también había pequeños productores regionales. Los dos más grandes, la Cervecería Cuauhtémoc y la Cervecería Moctezuma, fueron fundadas al principio de la década de 1890. El tercero, la Compañía Cervecera de Toluca y México, es una excepción, pues fue establecida en 1865, con notoria anterioridad al porfiriato.

El grado de concentración dado en las industrias del acero, papel y jabón no se dió en la industria cervecera. La naturaleza perecedera del producto, aunada a la falta de un transporte refrigerado, impedía centralizar la producción nacional en una sola cervecería. Sin embargo, las tres grandes comenzaban a expandir sus bases regionales y a presionar a las pequeñas fábricas que operaban a nivel local. En 1901 existían 29 de tales cervecerías, básicamente una en cada ciudad principal.

La Compañía Cervecera de Toluca y México fue fundada en 1865 por el inmigrante suizo Agustín Marende. No se puede determinar en que momento se convirtió en sociedad anónima, pero en 1898 aparecía listada en la Bolsa; tenía una producción anual de aproximadamente 1

millón de litros de cerveza. Esta se localizaba en Toluca y su mercado principal era la Cd. de México aunque también distribuía su producto en todo el centro del país.

Las otras dos cervecerías eran más grandes que la anterior y también competían a escala seminacional. La Cervecería Cuahutémoc fue fundada en 1890 por un grupo de comerciantes regiomontanos importadores de cerveza de Estados Unidos. El capital original de la empresa era "pequeño", pero gradualmente aumentó hasta desplazar a la de Toluca y México como la empresa cervecera más importante. Sus ventas aumentaron de 500 mil litros en 1892 a 13.3 millones en 1910 y en 1902 estableció una oficina de ventas en la Cd. de México, donde empezó a quitarle parte del mercado. El otro gran competidor de la Cuahutémoc, la Cervecería Moctezuma, se localizaba en Orizaba, Veracruz; operaba en la misma escala que la Cuahutémoc.

La expansión de la industria cervecera mexicana logró expulsar del mercado a la cerveza extranjera. Las importaciones en 1889-1890 eran de 3 millones de litros, mientras que fueron de 500 mil en 1910-1911. Para 1906, la participación de la cerveza importada en el mercado había caído a aproximadamente 4% de la demanda total. La industria cervecera no sólo sustituía importaciones, sino que también abría un mercado completamente nuevo que nunca se había distribuido a tan gran escala. La demanda aumentaba ya que los gustos de las personas comenzaban a cambiar, la cerveza empezaba a remplazar al pulque como la bebida favorita de la clase trabajadora. Esta alteración se debía, en gran parte, a la publicidad masiva de los principales productores, quienes desde el principio compitieron entre sí con base en las marcas comerciales y la calidad que los consumidores asociaban con éstas.

Aun en la fabricación de telas, la gran empresa comenzaba a dominar la producción. A diferencia de muchas otras industrias en el porfiriato, la fabricación de textiles no era nueva en México. Durante todo el periodo colonial, los talleres no mecanizados, llamados "obrajes", hilaban y tejían manta. Para 1830, la industria textil comenzó a mecanizar sus fábricas, con el apoyo de préstamos y otro tipo de asistencia dada por el Banco de Avío<sup>9</sup>. No obstante, en la década de 1890 la elaboración de telas de algodón dejó de ser una industria integrada por pequeñas empresas que producían para los mercados regionales para convertirse en un conglomerado empresarial cuya producción estaba destinada al mercado nacional.

Uno de los más elocuentes indicadores de este cambio fue el gran crecimiento en las dimensiones de las fábricas. En 1853 había 47 talleres de textiles de algodón, el número promedio de husos por taller era de 2,300; únicamente la fábrica de Cocolapam en Orizaba, Veracruz, tenía más de 10,000 husos. En 1878-1879, el número de fábricas había aumentado a 99, pero el número de husos promedio había disminuido a 2,000. La más grande de estas operaciones había sido construida durante los años del Banco de Avío; las más recientes eran menores en tamaño que sus predecesores y no producían mas que manta.

---

<sup>9</sup>Entidad de fomento industrial fundada por Lucas Alamán cuya existencia sólo fue de 1830 a 1842.

Sin embargo, a fines del porfiriato, la situación había cambiado completamente. No sólo había aumentado el número de fábricas a 148 sino que además el tamaño se había duplicado a un promedio de casi 4,500 husos; además, el número de fábricas con más de 10,000 husos había aumentado a 20. La empresa de este sector más importante del país, la de Río Blanco en Orizaba, tenía 42,568 husos.

De las numerosas compañías que formaban parte de la industria de los textiles de algodón, solamente dos competían a nivel nacional. Ambas controlaban poco más del 20% de la producción nacional y cerca del 100% de la tela fina. La más importante era la Compañía Industrial de Orizaba (CIDOSA) fundada en 1889, cuya capacidad de producción se amplió junto con su capitalización de forma importante. Además era una operación completamente integrada ya que inclusive contaba con sus propias plantas hidroeléctricas. En 1892, la empresa incrementó su capacidad mediante la fundación de la fábrica de Río Blanco, la más grande del país. El número de fábricas pertenecientes a esta compañía aumentó nuevamente en 1899, año en que compró la fábrica de Cocolapam. CIDOSA era no sólo la compañía textil más grande de México, sino también la mayor empresa manufacturera de cualquier tipo, en términos de capitalización como de número de trabajadores. Aunque la fabricación de textiles se caracteriza habitualmente por una competencia muy amplia, en 1912 CIDOSA controlaba 13.5% del mercado, con ventas anuales de cerca de 7 millones de pesos.

Después de CIDOSA se hallaba la Compañía Industrial Veracruzana (CIVSA). Al igual que CIDOSA, CIVSA era una operación integrada que procesaba algodón crudo, lo hilaba y lo tejía y finalmente elaboraba tela estampada con patrones de colores. También generaba su propia energía en una planta hidroeléctrica. Al final del porfiriato, la empresa tenía una participación en el mercado del 6%.

Aparte de éstas, en la industria textil había otras grandes empresas, aunque no estaban tan avanzadas tecnológicamente ni dominaban el mercado en tan alto grado; por lo tanto, tendían a ser productores regionales más que nacionales. Sin embargo, se trataba de operaciones con capitales importantes y plantillas con miles de trabajadores. Estas empresas eran la Compañía Industrial de Atlixco (con 2 mil trabajadores y una participación de 5% en el mercado), la Compañía Industrial de San Antonio Abad (con 1,700 trabajadores y una participación de 4% en el mercado), la Compañía Industrial Manufacturera (1,200 operarios y participación de 3% en el mercado) y la Compañía Industrial de Guadalajara (participación de 2% en el mercado).

La existencia de estas seis grandes empresas no impedía la presencia de productores más modestos. Sin embargo, con el paso del tiempo la tendencia era que se veían obligados a cerrar. En general, las pequeñas fábricas no intervenían en el mercado más lucrativo de la Cd. de México; empero, predominaban en provincia, donde los costos del transporte les daban una

ventaja sobre las grandes; tal es el caso de zonas como Querétaro y Oaxaca, o de regiones donde la industria textil existía desde hacía muchos años como Tlaxcala y Michoacán.

A la larga, por supuesto tuvieron que modernizarse o cerrar. Por ello, a principios del siglo XX muchas de las fábricas textiles de la capital y de Puebla comenzaron a instalar el mismo tipo de maquinaria de alta velocidad que usaban las seis grandes. En 1898, las autoridades fiscales señalaron que los husos viejos (de baja velocidad) eran el doble de los nuevos (de alta velocidad). Para 1907, los husos nuevos se habían impuesto en una proporción de seis a uno, y la nueva maquinaria había remplazado casi totalmente a los telares lentos y anticuados.

### **Características generales de las nuevas industrias.**

Los gigantes industriales que se desarrollaron durante este periodo poseían en común varias características estructurales, la más obvia de las cuales era su enorme tamaño. No solamente empleaban a miles de trabajadores, sino que también contaban con millones de pesos para su operación. Lo que era todavía más sobresaliente era que estos gigantes no se encontraban en el caso de haber sido pequeñas empresas que gracias a décadas de cuidadosa administración y reinversión se hubiesen transformado en grandes corporaciones. Por el contrario, fueron empresas inmensas desde su creación, con capitales iniciales de millones de pesos. Desde el principio se trató de grandes negocios.

Además de sus grandes dimensiones, la peculiaridad de estas empresas radicaba en su estructura de propiedad y control, completamente novedosa en este contexto. Hasta entonces, las empresas manufactureras habían sido de propiedad familiar, y en el mejor de los casos varias familias de comerciantes reunían sus recursos en una sociedad restringida. Sin embargo, dado el tamaño de las nuevas empresas, la nueva estructura dió lugar a corporaciones de acciones (sociedades anónimas) que se comercializaban no sólo en México, sino también en París y Ginebra.

Aun así, las empresas de propiedad familiar subsistieron. En algunas líneas de productos como los artículos de cuero, los puros y el procesamiento de alimentos, las pequeñas empresas siguieron dominando el mercado. Sin embargo, en las industrias en que existían grandes economías de escala o en las que la falta de mano de obra calificada creaba incentivos para la producción mecanizada, las grandes empresas forzaron la desaparición de los pequeños productores. Así, al aumento en el tamaño de las empresas correspondió una creciente concentración del mercado.

Junto con la integración horizontal apareció la integración vertical. Como ya se señaló, la compañía papelera San Rafael estaba completamente integrada verticalmente, al igual que la Fundidora de Monterrey. Sin embargo, en otras industrias la integración vertical era dictada por

el tipo de tecnología empleada. En la producción de textiles, por ejemplo, la introducción de maquinaria eléctrica requería que las empresas construyeran sus propias plantas generadoras.

Existían dos áreas en las cuales las corporaciones manufactureras no se integraban verticalmente: hacia la parte de distribución y hacia la parte de producción de bienes de capital. Los principales fabricantes mexicanos no intentaron ejercer un estricto control sobre la distribución. Más bien, mantenían la estructura informal y no integrada que había prevalecido desde principios del siglo XIX, en la cual los comerciantes al mayoreo y agentes comisionistas eran quienes manejaban la distribución de los productos.

Tampoco existían muchos eslabonamientos hacia la producción de bienes de capital. Aunque algunas empresas comenzaban a avanzar hacia los productos intermedios (como los envases de vidrio), la producción de bienes de capital fue totalmente ignorada. Es decir, a diferencia de Estados Unidos, donde la industria de los textiles de algodón produjo una industria de maquinaria textil, la cual tuvo a su vez como resultado el trabajo avanzado en metales, herramientas e ingeniería, los industriales mexicanos no pasaron de la fabricación de productos terminados. Este hecho fue resultado en gran medida del alto grado de riesgo inherente a la producción de artículos especializados no dirigidos al consumo, cuyo mercado no era amplio ni seguro. Además, la producción de bienes de capital requería de cierto nivel de conocimientos científicos y tecnológicos que no existían en México. Para cuando el país comenzó a industrializarse, estaba demasiado atrasado para tratar de desarrollar su propia industria de bienes de capital. Desde el punto de vista de las empresas privadas, era mucho menos costoso comprar en el extranjero la maquinaria que necesitaban que producirla en México.

De esta manera, durante el periodo comprendido entre 1890 y 1910, la industria mexicana pasó por una etapa de profunda transformación. Las grandes empresas de integración vertical remplazaron a los pequeños talleres artesanales y a los fabricantes que hasta entonces habían producido la mayor parte de los artículos manufacturados del país.

### **Los nuevos industriales mexicanos.**

Sin embargo, este modelo de rápida industrialización tuvo altos costos en términos de desarrollo industrial de largo plazo, pues significó que unas cuantas empresas se repartieran la totalidad del mercado nacional en todas las líneas de fabricación. Así, la producción oligopólica y monopólica caracterizó a la manufactura mexicana moderna desde sus inicios, lo que a su vez se tradujo en que los costos de iniciación fueran extremadamente elevados.

Los costos de entrada al mercado se encarecían en razón de que la tecnología y los bienes de capital que debían ser importados eran de precio, embarque y seguro de tránsito elevados. A menudo debía recurrirse a la contratación de personal extranjero para construir y operar la

fábrica y capacitar a la fuerza de trabajo. Estos gastos incrementaban el costo final de la fábrica de manera sustancial. Por consiguiente, los empresarios tenían que aumentar la capitalización con que iniciaban hasta llegar a los millones de pesos. Sin embargo, el sistema bancario privado no era capaz de servir como fuente de capital financiero para las nuevas industrias en México, pues, dada su escasa antigüedad, su propósito fundamental era facilitar el comercio. Inclusive, legalmente sólo podían otorgar créditos a muy corto plazo, es decir, uno o dos años. Por lo que el financiamiento bancario desempeñó un papel menor en el desarrollo de la industria.

Debido a que los créditos eran casi nulos, la mayor parte del capital de inversión provenía de los comerciantes-financieros más prominentes del país. Este grupo era el único con suficiente riqueza y liquidez como para financiar los altos costos de la planta y del equipo que debía importarse. Dados los enormes requerimientos de capital por parte de las empresas y el evidente riesgo que implicaba echar a andar una compañía industrial, ningún financiero comprometía la totalidad de sus recursos en un solo proyecto; la estrategia que seguían era formar sociedades anónimas. Pero debido a que el número de grandes financieros era pequeño, el efecto general era que un grupo muy estrecho controlaba las empresas manufactureras más importantes del país.

Las dos características más notables de los financieros-industriales eran que en su mayoría procedían del extranjero y no sabían nada acerca de la producción industrial. Gran parte de los principales accionistas de las empresas manufactureras más importantes eran comerciantes nacidos fuera del país y financieros cuyo capital había sido acumulado en México mediante el comercio y el préstamo de dinero. Estos hombres no eran los artesanos mecánicos de la Revolución Industrial Inglesa, ni los ingenieros preocupados por la producción o los administradores de la industria estadounidense. Eran comerciantes-financieros cuya aptitud más desarrollada consistía en excluir del mercado a sus competidores para mantener su posición monopólica y en manipular el aparato económico del Estado para obtener protección contra la competencia extranjera. Por consiguiente, su presencia en los consejos de administración de las principales industrias reforzaba la tendencia a la confabulación más que a la competencia.

Por lo tanto, en el sector manufacturero mexicano se desarrolló una estructura industrial no competitiva por dos razones. En primer término, la escala de tecnología que se tenía era inapropiada para el tamaño del mercado. En segundo, un pequeño grupo de financieros, hábiles en la manipulación tanto del mercado como del Estado, poseía un alto grado de poder económico y político. Como élite, se trataba de un grupo impenetrable cuyos integrantes se asociaban entre sí una y otra vez en nuevas empresas. De manera simultánea, el escaso desarrollo de los mercados de capital impedía que otros grupos desafiaran su control sobre la industria, puesto que el núcleo comercial-financiero era el único grupo lo suficientemente adinerado como para financiar nuevas compañías industriales.



Fue por este motivo que los empresarios buscaron una estrategia de rentabilidad que les permitiera explotar sus ventajas financieras y políticas a fin de restringir la competencia, lo cual quiere decir que en lugar de realizar innovaciones técnicas o de procedimientos fabriles, pretendían limitar la participación en el mercado y obtener ganancias por medio del monopolio. Dado que su experiencia y talento empresarial correspondían al terreno del comercio y el préstamo, no al de la producción, y que la demanda de muchos de sus artículos era poco flexible, esta estrategia resultaba lógica desde el punto de vista de la optimización de las ganancias.

### **Las formas del control del mercado.**

En ciertas líneas de productos no era necesario que los empresarios estructuraran el mercado. En estas industrias, los factores de especificidad de los productos hacían prácticamente imposible la sobrevivencia de más de una o dos compañías. El mejor ejemplo de tal situación era la industria del acero, cuya escala de tecnología era tan grande en comparación con las dimensiones del mercado que sólo aquellos con suficiente capital y relaciones comerciales podrían haber competido con Fundidora Monterrey.

A diferencia de la producción acerera, las industrias del cemento y la cerveza se caracterizaban por los monopolios regionales. La calidad perecedera de la cerveza y el alto volumen-precio del cemento hacían prohibitivos los costos del transporte de tales artículos más allá de los mercados regionales.

Sin embargo, en otras industrias muchas compañías hallaron necesario inhibir a la competencia para obtener ganancias. La manipulación del mercado se efectuaba de diversas maneras, pero casi siempre suponía bloquear el acceso a algún factor importante para la producción, como tecnología, materias primas o protección gubernamental. Cuando esto no era posible, a veces las empresas intentaban impedir el acceso a la distribución y la red de comercialización. Si todo lo anterior fallaba, simplemente compraban a la competencia. A menudo se empleaba una combinación de estas estrategias: las compañías intentaban controlar algún factor vital de la producción y al mismo tiempo compraban a sus competidores. Se servían de cualquier recurso que obstaculizara el ingreso y que mantuviera el dominio del mercado.

Como ejemplo de lo anterior, existieron dos casos relevantes a la industria química de este periodo; pero, en general, todas las grandes empresas tuvieron sus formas particulares de control.

En la fabricación de jabón: la Compañía Industrial Jabonera de La Laguna monopolizó el acceso a la materia prima más importante, el aceite de semillas de algodón, con lo que previno

la creación de otras empresas del ramo. Tiempo después se sirvió de esta misma ventaja para crear un monopolio nacional en la producción de dinamita. Esta empresa se inició en 1883 como fábrica de velas y jabón; se llamaba La Nacional y tenía su sede en Chihuahua. La empresa producía fundamentalmente velas para las minas; el jabón era una línea secundaria de producción. Inicialmente les compraban sebo a los rancheros locales, después utilizaron aceite de semillas de algodón que procesaban en la misma fábrica. Durante la década de 1880, La Nacional operó una de las dos únicas fábricas de su tipo en México; la otra, localizada en Gómez Palacio, Durango, era bastante anticuada. En 1891 un grupo compuesto por comerciantes de Monterrey y financieros estadounidenses compró y reconstruyó esta última, ante lo cual al año siguiente, los dueños de La Nacional propusieron la fusión de ambas empresas; esta sería la primera de una cadena de fusiones en todos los sectores industriales cuyo objeto era evitar la competencia.

La nueva sociedad nacida de esta negociación, La Esperanza, S.A., poseía la capacidad de operar a nivel nacional. La distribución se llevaba a cabo a través de agentes comisionistas, y gracias a que la compañía estaba ubicada en el estratégico enclave ferrocarrilero de Gómez Palacio, su acceso a la red ferroviaria estaba garantizado. Las ventas aumentaron velozmente; en 1893 se comercializaron 1.6 millones de kg de jabón, y en 1896, 3.8. Ante el éxito creciente, La Esperanza dejó de limitarse al mercado nacional e inició operaciones en el internacional. Uno de los subproductos de la trituración de la semilla era el orujo de algodón, que se vendía como alimento para ganado en el mercado británico. Los ingresos obtenidos en esta transacción fueron utilizados para importar de Inglaterra sosa, carbonato de sodio, etc.

La rentabilidad de esta operación monopólica atrajo la atención de otros productores, entre los cuales se encontraban los agricultores de algodón de La Laguna, quienes se dieron cuenta de que podían triturar su propia semilla y fabricar jabón. La consecuencia de ello habría sido que La Esperanza dejaría de tener acceso directo a la semilla de algodón, su principal materia prima, y tal como pretendían los competidores el mercado se dividiría, los precios bajarían y La Esperanza tendría una participación menor en el mercado. Frente a esta amenaza y con el fin de mantener el control sobre la producción jabonera nacional, se ofreció de nueva cuenta un proyecto de fusión, resultado del cual se formó la Compañía Industrial Jabonera de La Laguna en 1898.

Lo más importante es que, según los proyectos, los algodoneros debían firmar contratos por 25 años, lapso durante el cual estarían obligados a entregar a la empresa su producción total, lo que en realidad representaba una integración vertical y aseguraba el control de la materia prima. Muchos agricultores se lamentaron de haber aceptado esta cláusula, ya que los contratos a largo plazo sólo beneficiaron a los propietarios de la fábrica. Los precios que la compañía les otorgó a los agricultores eran excesivamente bajos, ya que pagaban únicamente la tercera parte del valor que las cosechas tuvieran en el mercado libre.

Mediante esta fusión, la Jabonera de La Laguna disfrutó del monopolio casi total en la producción nacional de jabón, aceite de semillas de algodón y glicerina. Aparte de ésta, en este sector sólo existía otra empresa grande, la Compañía Jabonera de La Unión, de Torreón, de la que todo indica que gran parte de su aceite de semillas de algodón lo vendía a la de La Laguna. Por supuesto existían muchas fábricas artesanales de jabón, pero no había ninguna importante que representara una competencia real.

Aparte de la posibilidad de monopolizar algún factor de la producción, las empresas podían recurrir a la manipulación sobre el Estado. Todas las compañías manufactureras de México con capitales superiores a los 100 mil pesos se hacían merecedoras a algún tipo de concesión federal que las eximía del pago de impuestos. La más notoria de estas concesiones pertenecía a la Compañía Nacional Mexicana de Dinamita y Explosivos, la cual se sirvió de sus contactos con el régimen para crear un monopolio tanto en la producción como en la importación de dinamita y otros explosivos.

En 1897 Augusto Genin, uno de los financieros de origen francés más importantes de México, obtuvo una concesión del Ministerio de Fomento para la construcción de una fábrica de explosivos. Tres años después, dos representantes de la Jabonera La Laguna obtuvieron una concesión similar. Aunque ninguno había producido dinamita anteriormente o iniciado la construcción de una planta, ambos concesionarios se asociaron en 1901 y fundaron la Compañía Nacional Mexicana de Dinamita y Explosivos.

Para impedir la eventualidad de verse obligada a absorber nuevos competidores, la recién creada compañía solicitó y obtuvo del gobierno una nueva concesión por un periodo de 14 años. Esta incluía que el gobierno estableciera un impuesto a la importación y otro al consumo de dinamita, y por supuesto que eximiera a la compañía de ambos. La suma de ambas cargas fiscales las convertía en un gravamen de 80% a las importaciones y suponiendo que un competidor nacional hubiera podido producir dinamita al costo de las importaciones, el impuesto al consumo habría elevado 70% el precio final de venta. Los concesionarios habían logrado de hecho que el gobierno les otorgara un monopolio subsidiado para la producción y distribución de dinamita.

El establecimiento y sostenimiento de este monopolio implicó la conservación de relaciones estratégicas por parte de los miembros del consejo de administración de la empresa, entre las que estaban aquellas entabladas con los bancos de París y las mantenidas con figuras claves del gobierno, a las que se invitó a formar parte del consejo (el hijo de Porfirio Díaz, el hermano del ministro de Hacienda, el ministro de Relaciones Exteriores y el viceministro de Hacienda). La fábrica no produjo un solo cartucho de dinamita sino hasta 1907 y nunca satisfizo la demanda nacional.

### Diferencias entre el control en México y EUA.

En suma, los industriales mexicanos emplearon gran variedad de estrategias anticompetitivas para mantener su control sobre el mercado. Al igual que los fabricantes estadounidenses durante el mismo periodo, los empresarios mexicanos se fusionaron con sus rivales y levantaron barreras para evitar que nuevos competidores se introdujeran en sus dominios. Las ventajas comparativas que tenían los mexicanos eran varias, lo que hacía que sus intentos por controlar el mercado fueran más eficaces.

En primer lugar, la falta de un mercado de capital implicaba que un pequeño grupo de familias de comerciantes-financieros fuera el único capaz de capitalizar a empresas rivales. Además se servían de las relaciones sociales y familiares para construir imperios y restringir la entrada al mercado mediante el control del capital. En Estados Unidos las empresas atraídas por los rendimientos monopólicos podían ser financiadas a través de mercados de bonos y acciones.

En segundo lugar, el proceso de fusión de las industrias estadounidenses fue dado en condiciones de igualdad ya que existía una competencia que se había dado durante varios años. En México, generalmente una empresa grande y de reciente creación, poseía una importante ventaja tecnológica, de capital e influencia gubernamental. Entonces, las empresas no pasaban por un proceso de aprendizaje ni de competencia; en realidad, desde sus inicios dominaron el mercado.

La tercera ventaja era la influencia que los empresarios mexicanos tenían sobre el gobierno, ya que éste consideraba las estrategias anticompetitivas, un instrumento necesario para superar los obstáculos que se interponían en el desarrollo de las incipientes industrias del país.

Finalmente, la naturaleza del mercado de ambos países. El mercado en México no tenía la suficiente fuerza como para permitir la existencia de más de una empresa. La tecnología que utilizaban se había desarrollado en un escenario extranjero con mercados maduros y en consecuencia, el nivel de producción se ajustaba a éstos.

A pesar de todo lo anterior, la rentabilidad de las industrias mexicanas era muy baja. Las empresas siguieron las estrategias descritas y el mercado se organizó de esa manera porque los problemas relacionados con la industrialización de una economía como la mexicana provocaban que las ganancias fueran bajas e inciertas en muchas líneas de las manufacturas.

La rentabilidad de las nuevas industrias mexicanas.

Observando a las empresas que cotizaban en la Bolsa de Valores se tiene que muchas de ellas no distribuían utilidades en muchos años. El caso más notable en este sentido fue el de

Fundidora Monterrey, la cual no repartió utilidades durante todo el porfiriato. Entre las empresas que se hallaban en una situación igualmente lamentable podemos citar a tres de los más importantes productores de telas en el país: las compañías industriales de Atlixco, San Ildefonso y San Antonio Abad. Entre 1901 y 1910, Atlixco pagó utilidades en 1906, 1907 y 1908 y San Ildefonso en siete de los 15 años comprendidos entre 1896 y 1910. San Antonio Abad lo hacía de manera igualmente errática, pues dio utilidades a sus accionistas en sólo ocho años entre 1895 y 1910. La San Rafael y la Cigarrera Mexicana también repartían utilidades de manera irregular. Entre 1901 y 1910 San Rafael no las distribuyó en 1901, 1905 y 1909, mientras que la Cigarrera Mexicana entre 1902 y 1910, no lo hizo en 1905, 1906 y 1908. Las empresas que sí distribuyeron dividendos fueron El Buen Tono, CIDOSA, CIVSA, la Jabonera de La Laguna, la Cervecería de Toluca y México y la Cervecería Moctezuma. Aun así, los rendimientos de las empresas que pagaban dividendos cada año eran muy bajos ya que las sociedades accionarias recibían ganancias limitadas.

Esto es contradictorio con lo que suele pensarse de las empresas del México porfiriano; además, resultaría incoherente tomando en cuenta las cuantiosas inversiones que se hicieron durante este periodo. Sin embargo, esta perspectiva cambia, si las inversiones en la industria formaban parte de una estrategia general de rentabilidad: las pérdidas en ciertos sectores se compensaban con ganancias extraordinariamente altas en otros. En consecuencia, los inversionistas controlaban las nuevas y más prometedoras áreas de la actividad económica, como la industria, sin perder su dominio sobre las antiguas y altamente redituables, como el comercio y la especulación en bienes raíces.

En esta estrategia estaba implícito el supuesto de que la economía mexicana seguiría creciendo ya que todo indicaba que México se estaba convirtiendo en un país "moderno", a cuya vanguardia la clase privilegiada debía ubicarse. Es indudable que los financieros mexicanos se percataban que a corto plazo sus empresas no serían particularmente lucrativas y de que México no estaba preparado para garantizar la inmediata prosperidad de algunas fábricas. Sin embargo, en el largo plazo sus propietarios se encontrarían en una posición que les permitiría controlar las empresas más grandes e importantes del sector industrial de un país en continua expansión.

## **2/ LA REVOLUCIÓN Y SU PROGRAMA INDUSTRIAL 1910-1940.**

### **2.1 El periodo revolucionario, 1910-1917.**

Los "Científicos" y la comunidad financiera pensaban que la edificación de una economía vibrante, plena de ferrocarriles, acereras y agricultura comercial a gran escala, introduciría a México al mundo moderno. A pesar de que algunos sectores de la sociedad indudablemente sufrirían en el camino, una vez que el proceso terminara, México sería un país desarrollado.

Los grupos en el poder tenían una interpretación equivocada de la realidad. Por una parte, el proceso de crecimiento económico generó grupos marginados que para poder defender su nivel de vida, cada vez más deprimido, finalmente se movilizaron con el fin de defender sus intereses de clase. Entre esos grupos estaban los campesinos del centro-sur del país, quienes habían sido despojados de sus tierras por los terratenientes porfirianos, así como las clases trabajadoras urbanas y rurales que perseguían mejorar sus condiciones de trabajo, la desaparición de las tiendas de raya, salarios más altos y el derecho a organizarse en sindicatos. Por otra parte, el proceso de desarrollo económico también dio lugar al surgimiento de grupos capitalistas que se oponían al régimen de Díaz. El gobierno fue derrocado y le siguieron años de una cruenta guerra civil.

Un supuesto común de la historia mexicana es que, entre 1910 y 1917, se destruyó completamente el orden porfiriano y se creó una base productiva nueva y más eficaz. Ideológicamente, la revolución aniquiló el aparato productivo del porfiriato y los viejos monopolistas se vieron obligados a huir del país. Sin embargo, la mayor parte de la planta manufacturera quedó intacta después de la lucha. Los industriales de México no abandonaron el país de manera permanente y no hubo una nueva oleada de comportamiento empresarial, dando lugar a una base industrial nueva y más eficaz. Si algo ocurrió, fue que las empresas

tuvieron una inversión negativa en los años posteriores a la revolución. De manera similar, ésta no acabó con los monopolios y oligopolios que dominaban a la manufactura; la organización básica de la industria no cambió.

Hasta fines de 1913, tres años después de que Francisco I. Madero se levantó en armas, la revolución había tenido poco efecto sobre la economía. El tráfico comercial y los ingresos por ferrocarriles, no se redujeron por los conflictos que ocurrían en diversas regiones, sino que aumentaron ligeramente. La producción manufacturera seguía esta tendencia. Por ejemplo, en la industria textil de algodón la producción anual en los años 1910-1913 fue sólo ligeramente menor a la del periodo 1905-1910. La industria cervecera tuvo una reacción similar durante los primeros años de la revolución.

Aunque los primeros años de la revolución parecen no haber interferido significativamente en la producción y distribución de bienes de consumo como la cerveza y los tejidos, la inestabilidad política sí tuvo efectos negativos en las industrias de bienes intermedios. En la industria del acero la producción de lingotes de acero cayó un 85%. La industria del cemento resultó igualmente afectada ya que su porcentaje de utilización bajó hasta tener un porcentaje de sólo el 6%. Sin embargo, lo sorprendente es que las plantas no cerraron completamente después de 1910. Todo indica que al menos hasta mediados de 1913 algunas de las empresas funcionaban en forma muy semejante al periodo anterior.

Sin embargo, a la caída de Madero en 1913, la situación cambió cualitativamente; para fines de ese año, los fabricantes de manufacturas se encontraron en medio de una guerra civil, y la producción, las ventas y las ganancias disminuyeron. Los industriales mexicanos enfrentaban ahora dos grandes problemas: la ocupación de los ejércitos revolucionarios y la alteración del sistema nacional de comunicaciones y transportes.

Una de las necesidades fundamentales de cualquier ejército son sus fuentes de financiamiento. La movilización de miles de hombres en una lucha prolongada resulta sumamente costosa. Por ello no había motivo para que los ejércitos revolucionarios destruyeran las fábricas que ocupaban. En lugar de ser un blanco de destrucción, las plantas manufactureras de México eran vistas como bienes estratégicos que serían utilizados para generar ingresos en favor de los ejércitos que las controlaban. Lo que a menudo ocurrió en las zonas ocupadas fue que el ejército tomaba las fábricas locales y las hacía producir en su beneficio, o amenazaba con hacerlo a menos de que se le pagaran préstamos obligados.

Debido a estas consideraciones financieras, la mayoría de las plantas industriales salió de la revolución relativamente intacta. Aquí y allá algunas fábricas fueron destruidas, pero por lo común se trató de plantas pequeñas.

Más grave que la amenaza de ocupación por los ejércitos revolucionarios fue la interrupción de las comunicaciones y transporte. El auge manufacturero del porfiriato se había sustentado en la unificación del mercado conseguida por los ferrocarriles. El principal efecto económico de la revolución fue que limitó este sistema de transporte, con lo que se restringió el mercado y muchas plantas manufactureras dejaron de ser rentables. Además les impidió obtener las materias primas y las refacciones que necesitaban para seguir operando.

Con el estallido del conflicto armado a fines de 1913, el sistema de comunicación del país quedó deshecho. El control de los ferrocarriles fue de importancia estratégica; por lo que dejó de disponerse de ellos para fines comerciales, lo mismo en el caso de las líneas telegráficas. Durante casi todo el año de 1914, el transporte ferroviario entre el norte y la Cd. de México quedó cancelado, tal como ocurrió también con la línea que unía a la capital con el puerto de Veracruz. La situación del puerto se volvió aun más crítica al ser ocupado por tropas estadounidenses. Fue por estos motivos que entre 1910 y 1920 el uso de burros y mulas se acrecentó, con las consecuentes desventajas.

Los problemas de distribución derivados de la interrupción de las comunicaciones y el transporte se agudizaron con el desplome del sistema nacional de cambios y divisas. Durante el periodo revolucionario dejaron de circular las monedas de oro y plata, que fueron remplazadas por los billetes que emitía cada una de las facciones en la pugna. Estos no tenían otro respaldo que la confianza en que el ejército en cuestión siguiera controlando una zona en particular. La inflación fue galopante y las diferentes divisas no eran fácilmente intercambiables. Debido a esto el funcionamiento del mercado se vio aun más dañado.

La imposibilidad de obtener insumos y de canalizar productos al mercado obligó a las fábricas de todo el país a interrumpir sus operaciones. En la industria textil cerraron fábricas y las restantes solicitaron algún tipo de intervención que les permitiera obtener materias primas y refacciones que precisaban para seguir produciendo. Otras industrias de bienes de consumo también resultaron muy afectadas, entre ellas la cervecera. El principal productor del país, la Cervecería Cuahutémoc, redujo su producción en más de 80%.

En las industrias de los bienes intermedios la situación era aun peor que en las de bienes de consumo. Dado el estado caótico del mercado, la imposibilidad de transportar bienes en los ferrocarriles, el total cese de proyectos de infraestructura gubernamental y la interrupción de las construcciones privadas, este sector dejó de operar entre 1914 y 1916 en forma casi total. Por ejemplo, durante estos tres años no se produjo un lingote de hierro en la Fundidora Monterrey. De los tres principales productores de cemento, sólo Cementos Tolteca continuó sus operaciones con un calendario limitado; Cementos Hidalgo cerró en 1911 y Cementos Cruz Azul intentó seguir produciendo, pero tuvo pérdidas considerables y con el tiempo pasó a manos de Banco Nacional de México. En lo que se refiere a la industria papelera, la planta de



San Rafael en el Estado de México, la de mayor capacidad, fue tomada por los zapatistas, lo que implicó que sólo hubiera producción en las otras plantas.

De esta manera, la crisis comercial de 1914-1916, así como los problemas de la ocupación de diversas plantas, causaron un descenso relevante en la producción industrial. La revolución provocó condiciones muy desfavorables para el sector manufacturero en general. Sin embargo, aun en medio de estas condiciones adversas, algunas empresas siguieron en operación. En realidad, varias compañías obtuvieron ganancias y repartieron utilidades: CIDOSA, La Tabacalera Mexicana, El Buen Tono, citando algunas.

Uno de los elementos en común de las empresas rentables era que producían bienes de consumo perecederos de bajo precio. Aunque el país logró salir adelante sin papel periódico ni acero, demandaba permanentemente artículos de primera necesidad. Los productores de bienes intermedios cerraron sus fábricas durante la revolución, pero las empresas que producían artículos de consumo masivo continuaron en funciones, obtuvieron ganancias y pagaron dividendos a sus accionistas.

## **2.2 La estabilización y la Gran Depresión, 1917-1932.**

Lo más importante de este desigual panorama es que el sector industrial se recuperó en general rápidamente. Debido a que muy pocas de las principales empresas manufactureras sufrieron graves daños materiales durante las hostilidades, en 1917 la fabricación de bienes tanto intermedios como de consumo empezó a aumentar con celeridad, de manera que en pocos años la producción industrial recuperó el nivel que había tenido antes de la revolución. En la industria textil de algodón todo señala una recuperación más bien súbita ya que para 1919 la producción ya había alcanzado los niveles de 1905. En la industria cervecera, tomando como referencia a la Cervecería Cuahutémoc, 1920 fue el segundo mejor año en la historia de la empresa. En 1920, las ganancias de los productores de bienes de consumo ya se acercaban a sus niveles del porfiriato y las compañías nuevamente pagaban dividendos a sus accionistas.

En el sector de bienes intermedios la recuperación luego del desastre de 1914-1916 fue casi igualmente rápida. En la industria cementera la producción anual en 1918-1920 fue parecida a la alcanzada antes de la revolución. Aunque el restablecimiento de la producción de acero tomó un poco más de tiempo, Fundidora Monterrey operaba nuevamente en 1917 y finalmente comenzó a obtener ganancias entre 1918 y 1920.

El nuevo impulso del aparato productivo industrial trajo aparejada la renovación de la actividad política de los empresarios manufactureros del país. En noviembre de 1917 los industriales convocaron a una conferencia nacional, con el fin de defender sus intereses frente a un Estado que empezaba a modificar las reglas del juego. En esa reunión elaboraron un programa que

incluía tres cuestiones básicas. La primera era la necesidad de presionar al gobierno posrevolucionario para que mantuviera las prácticas de protección arancelaria; la segunda, manifestar al gobierno que los industriales se oponían a los artículos 27 y 123 de la nueva Constitución. Finalmente la convención propuso el establecimiento de cámaras industriales regionales, mismas que podrían servir para ejercer presión sobre el gobierno a fin de proteger los intereses de los manufactureros, específicamente los monopolios y las tarifas proteccionistas.

Por consiguiente, los industriales del porfiriato no fueron expulsados del país en 1910. Lo cierto es que quien encabezó la conferencia de 1917 fue Adolfo Prieto<sup>1</sup>, el financiero asturiano que se había convertido en uno de los principales industriales de la época porfirista. Los demás dirigentes de la convención eran, igual que Prieto, grandes industriales del periodo porfiriano. No se trataba de una nueva "burguesía nacional", formada por pequeños industriales de origen mexicano. De hecho, una de las primeras decisiones de la dirección de la conferencia fue disminuir el poder de los pequeños productores, a los que se les impidió participar como grupo en la organización y sólo se les consideró bajo el rubro de "industrias diversas". En fin, los industriales no sólo se quedaron en México durante la revolución, sino que antes incluso de que la lucha cesara ya intentaban influir en las políticas gubernamentales.

En un sentido estrictamente material, la Revolución Mexicana tuvo escasas consecuencias sobre el sector manufacturero. Las principales compañías industriales quedaron prácticamente intactas, y los empresarios que las habían controlado durante el porfiriato siguieron haciéndolo luego de la conflagración armada. Además, las ganancias que los industriales obtuvieron después de la revolución fueron más cuantiosas que nunca. Los beneficios reales aumentaron de manera notable durante el periodo de 1918-1925, las utilidades casi se duplicaron en comparación con las del porfiriato; simultáneamente, aumentaron también la producción y la utilización de la capacidad instalada.

Sin embargo, la revolución tuvo un importante efecto en los industriales que a mediano plazo resultó dañino al sector manufacturero. Aunque la guerra causó pocos daños materiales a la planta industrial, generó una crisis de confianza entre los inversionistas. El grupo que accedió al poder tuvo que pactar con los obreros organizados y con los campesinos. Por consiguiente, el nuevo gobierno tuvo que preocuparse por los intereses no sólo de los capitalistas que lo habían apoyado, sino también de la clase trabajadora y el campesinado. Resultado de esta compleja serie de alianzas fue la Constitución de 1917, en donde se restaban privilegios a la "vieja élite terrateniente". Así, aunque seguían existiendo los antiguos industriales del porfiriato y sus empresas, ya no tenían en sus manos el poder político. La clase obrera desempeñaba ahora un papel más importante en el Estado, lo cual tuvo un profundo impacto sobre las perspectivas de los inversionistas.

---

<sup>1</sup>Principal accionista y presidente de Fundidora Monterrey.

Una de las características de esta crisis fue la desaceleración de la inversión en nuevas plantas y equipo, desde principios de los veinte se gestaba un proceso de desinversión. Las principales empresas frenaron el gasto de capital y el valor de sus plantas físicas disminuía paulatinamente. En la industria de los textiles de algodón este hecho no se concretó a unas cuantas empresas, el valor promedio del capital por fábrica activa disminuyó.

Al tiempo que muchas de las industrias más antiguas se descapitalizaban, algunas nuevas empezaban a establecerse. Estas nuevas inversiones no eran de la misma magnitud que las de finales del porfiriato, pero tampoco fueron insignificantes. Parte de estas nuevas inversiones pueden atribuirse a compañías manufactureras estadounidenses que establecieron plantas en México, entre las que se encontraban Ford (1925), General Popo (1924), Du Pont (1925) y Palmolive (1925). Algunas de estas empresas iniciaron nuevas líneas de actividad, como es el caso de Ford, pero inclusive en escala reducida. La planta de Ford era casi una bodega donde algunos mecánicos manejaban modestos equipos de ensamblaje. Otras inversiones estadounidenses en la manufactura remplazaron a compañías ya existentes, como ocurrió con la adquisición de la Compañía Nacional Mexicana de Dinamita y Explosivos por Du Pont.

En este momento también comenzaban a crearse nuevas empresas de capital nacional. No obstante, a diferencia de las corporaciones extranjeras, casi siempre competían en las mismas líneas de actividad que las compañías porfirianas más antiguas, conservando así la alta concentración del mercado. En la industria del cemento, poco después de su fundación Cementos Monterrey se fusionó con la vieja empresa de Cementos Hidalgo, para crear Cementos Mexicanos. En la industria cervecera, la Cervecería Modelo inició sus operaciones. Localizada en la capital, expulsó del mercado a la Cervecería de Toluca y México, a la que en realidad absorbió. En un caso, el de las cigarreras, el mercado se volvió efectivamente más competitivo. En 1924 se fundó El Águila S.A, subsidiaria de una empresa angloestadounidense, que inicialmente estableció una planta en la Cd. de México y otra en Irapuato. Con una maquinaria nueva y más eficaz que la de sus competidores porfirianos, pronto comenzó a dominar el mercado y amenazó con sacar de éste a El Buen Tono, la Cigarrera Mexicana y La Tabacalera Mexicana.

Otra manifestación de la crisis de confianza en la comunidad inversionista fue el comportamiento del mercado de valores. Tanto los rendimientos de acciones como las ganancias financieras para los inversionistas aumentaron marcadamente después de la revolución. sin embargo, este incremento no se debió a un aumento en los dividendos, que en realidad fueron menores entre 1919-1925 a los del periodo 1902-1910. El aumento tanto en utilidades como en rendimientos financieros fue producto de la subvaluación de las acciones a raíz de la incertidumbre creada por la revolución. Entre 1912 y 1918 los valores reales de las acciones disminuyeron en un 75%. Aunque los precios de las acciones se elevaron después de 1918, en 1925 seguían vendiéndose a la mitad de su valor de 1912. Los inversionistas pensaban que el mercado se había vuelto extremadamente riesgoso, entonces los

rendimientos de las acciones debían ser altos, exigían una prima de riesgo para mantener en México su dinero.

Las ganancias se incrementaron después de la revolución pero no eran reinvertidas en forma de capitalización de las empresas ya existentes. Esto hace suponer que estas ganancias salían del país. Un informe del Comité Internacional de Banqueros (creado para supervisar el pago de la deuda externa de México) señala que: "el bajo nivel de depósitos en los bancos mexicanos se debía en gran medida a la tendencia de muchas empresas a mantener cuentas en el extranjero, debido a las fluctuaciones en las divisas y las tasas de cambio y al temor de que ocurran en México acontecimientos adversos de variados tipos"<sup>2</sup>.

Los acontecimientos del segundo lustro de los años veinte justificaron el pesimismo de aquellos empresarios que desde los inicios de esta década se resistieron a invertir. Durante el periodo comprendido entre 1926 y 1932, la demanda y la producción disminuyeron, las ganancias desaparecieron y las nuevas inversiones descendieron notablemente. Esta contracción económica general tuvo consecuencias adversas para el sector industrial. La demanda ya era de suyo muy baja y representaba un cuello de botella en el desarrollo de un mercado sólido para los productos manufacturados, situación que vino a agravarse aun más con la depresión económica. Las empresas tuvieron que reducir su producción, despedir trabajadores y sufrir considerables pérdidas. Algunas se vieron forzadas a reestructurarse financieramente, en tanto que las menos importantes padecieron innumerables problemas.

Eran varias las fuerzas que convergían en la contracción económica, algunas eran internas, mientras que otras afectaban al mundo entero y escapaban por tanto al control de México. En lo que se refiere a las causas internas, el conflicto político, contribuyó a reducir aun más la confianza de los inversionistas, que de esta manera reforzaban su convicción de que no resultaba conveniente que arriesgaran sus capitales en nuevos desarrollos manufactureros. Respecto del panorama internacional, el sector de las exportaciones comenzó a retraerse bajo el peso combinado de la caída en los precios internacionales y la salida de territorio mexicano de las compañías extranjeras que hasta entonces habían imperado en la industria petrolera.

Al interior del país, los cambios producidos por la revolución entraron en un proceso crítico: los inversionistas extranjeros desconfiaban de las modificaciones en general, y en particular de las nuevas leyes que normaban los derechos de propiedad sobre el subsuelo; el campesinado profundizó sus demandas en favor de una auténtica reforma agraria, y la antigua disputa entre los liberales en el Estado y la Iglesia Católica recrudeció hasta el punto que hubo un conflicto armado, conocido como la Guerra Cristera (1926-1929). Al mismo tiempo la clase obrera siguió organizándose, de manera que en 1928 los trabajadores sindicalizados sumaban más de un millón; la consecuencia lógica fue que los salarios se elevaron.

---

<sup>2</sup>Citado en S. H. Haber, 1992, p. 186.

No obstante, ninguno de estos conflictos afectó gravemente el ritmo de crecimiento económico. Aunque cada vez más organizada, la fuerza de trabajo seguía sometida al gobierno, a través de la Confederación Regional Obrera Mexicana (CROM) la cual no constituía una amenaza real a los inversionistas. En el campo prevalecía una situación similar, la reestructuración a gran escala de la tenencia de la tierra no ocurriría sino hasta mediados de la década de los treinta. Asimismo, la rebelión cristera jamás rebasó los límites de la zona colindante con los estados de Jalisco, Colima y Michoacán, de manera que no alteró significativamente el funcionamiento de la economía nacional.

Así pues, el principal efecto de los acontecimientos internos durante la década de los veinte fue la creciente inquietud y falta de confianza que había prevalecido entre los industriales desde 1917. El gobierno no conseguía aun una relativa estabilidad que le permitiera ser aceptado como legítimo y mediar de manera eficaz en las demandas opuestas de industriales y trabajadores, terratenientes y campesinos. No era del todo clara la dirección que seguiría el país, ni se sabía a ciencia cierta si habría una nueva revolución.

En cambio, el debate en torno de la propiedad de la riqueza minera y petrolera del país tuvo mucho que ver con la salida del país de las compañías petroleras. El debate se centraba en si estos recursos eran parte del patrimonio nacional, como lo señalaba la Constitución de 1917, o pertenecían a las compañías privadas, en su mayoría extranjeras, según la interpretación del código minero decretado durante el porfiriato. Sin embargo, no deben desestimarse nuevos factores que surgieron en el mercado petrolero internacional: el descubrimiento de nuevos yacimientos en Venezuela de fácil explotación y el aumento de los costos de producción en México. El resultado final fue que la producción petrolera mexicana disminuyó considerablemente durante la década de los veinte: de un punto máximo en 1922 de 182 millones de barriles, en 1928 era de 50 y para 1932 eran tan sólo 33.

La contracción del sector de las exportaciones no se limitó sólo a la industria petrolera, pues también los ingresos provenientes de la plata y otros metales disminuyeron cuantiosamente. A partir de 1925, en todo el mundo, los productores de bienes primarios fueron testigos de un cambio negativo en términos comerciales; ahora tenían que satisfacer las necesidades de un mercado muy competido. Los precios de los productos agrícolas y minerales comenzaron a bajar, cuando la producción europea, renovada después de la Primera Guerra Mundial, se añadió a la producción mundial. A partir de 1926, los precios de las principales exportaciones mineras del país: plata, cobre, plomo y zinc empezaron a disminuir precipitadamente.

La caída tanto de los precios como de la producción del petróleo y minerales dio lugar a una gran contracción en los ingresos por conceptos de exportaciones, puesto que estos dos bienes representaban el 70% del volumen de las mercancías exportables del país. En 1926, México exportó bienes por un valor de 334 millones de dólares, fueron bajando paulatinamente: en

1929 fueron por 275 millones de dólares y en 1932, el momento culminante de la crisis, fueron de sólo 97 millones de dólares.

Es difícil estimar hasta que punto la contracción del sector de exportaciones afectó la situación de empleo; pero, en general, el número de desempleados se triplicó entre 1930 y 1932. El aumento en el desempleo causado por el impacto externo fue agravado por la deportación masiva de trabajadores mexicanos en Estados Unidos. Una de las reacciones de este país ante la depresión económica fue culpar a los trabajadores extranjeros de los altos niveles de desempleo<sup>3</sup>. La respuesta del gobierno de Hoover fue expulsar de su territorio a más de 310 mil trabajadores mexicanos entre 1930 y 1933, quienes vinieron a engrosar las filas de una fuerza de trabajo de por sí subempleada.

La brusca reducción en el sector de las exportaciones también tuvo significativos efectos fiscales. A principios de la década de los veinte, casi la tercera parte de los ingresos totales del gobierno provino de los impuestos a la producción y exportación de petróleo. Con la contracción de la producción petrolera, los ingresos fiscales por este concepto disminuyeron hasta representar sólo un 7% del total.

La reacción del gobierno ante estas pérdidas agudizó la crisis. Al igual que todos los gobiernos en ese momento, la Secretaría de Hacienda se esmeraba por mantener un presupuesto equilibrado; así, los gastos gubernamentales disminuyeron en razón del descenso de los ingresos fiscales. Un presupuesto equilibrado implicaba la reducción de los gastos y el aumento de impuestos. El país no estaba en condiciones de atraer nuevos préstamos del extranjero, los acreedores internacionales comenzaban a presionar al gobierno para que pagara los anteriores, y no era posible hacer emisiones adicionales de moneda debido a que el público no aceptaba los billetes del Banco de México. Así, a la caída de los ingresos las autoridades respondieron con un aumento en los impuestos, la reducción salarial a los trabajadores del gobierno y el despido de empleados públicos, medidas que sólo agravaron la contracción de la economía. Lo ocurrido en política monetaria fue muy similar, ya que la meta del gobierno era mantener fija la tasa de cambios. Cada vez que la balanza de pagos resultaba desfavorable, el oro fluía hacia el exterior, lo que daba como resultado inmediato un descenso en las reservas. La consecuencia natural era que el peso se depreciaba y que el sistema de tasa de cambios debía responder de manera flexible, no obstante las autoridades hacendarias prefirieron reducir tanto la acuñación de moneda como la oferta de dinero. Esta disposición no hizo otra cosa que reducir los medios de pago.

La consecuencia general de este retraimiento en los ingresos por exportaciones, en el gasto gubernamental y en la base monetaria fue una depresión económica bastante grave. El impacto de esta contracción económica general sobre el sector manufacturero fue múltiple. En general, ocurrió lo contrario a lo acontecido durante la revolución: los productores de bienes de consumo

---

<sup>3</sup>Situación recurrente y que no ha cambiado mucho.

fueron los más afectados, mientras que los de bienes de producción salieron relativamente bien librados. Este hecho se debía a tres razones. En primer lugar, salvo el caso de la industria de papel periódico y envases de vidrio, los productores de bienes intermedios no estaban bien articulados con las industrias de bienes de consumo; además de que no existía una industria de bienes de capital. De esta manera, la desaceleración restringió las órdenes de compra de nuevas plantas y equipo lo cual tuvo un efecto adverso sobre las compañías que contaban con maquinaria extranjera y no sobre otras empresas mexicanas. En segundo lugar, el gasto gubernamental en la renovación del sistema ferroviario porfiriano y en la construcción de un sistema de carreteras elevó la demanda de materiales de construcción, principalmente de acero y cemento. Finalmente, los productores de bienes de consumo fueron duramente golpeados por la crisis en la medida en que los ingresos y el empleo disminuyeron junto con el resto de la economía.

La industria textil fue la más afectada, pues con la crisis cayó el poder adquisitivo de la clase trabajadora para adquirir telas y ropa. Así, las ventas, la producción y las ganancias descendieron precipitadamente. Es interesante señalar que durante los primeros años de la crisis, la caída en los ingresos por ventas no estuvo acompañada de una disminución considerable de la producción. Esto fue porque las fábricas sólo podían cerrar si la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo se lo permitía. Desde 1926, algunos textileros solicitaron el permiso, pero el gobierno se los negó y no les dejó otra opción que mantener las operaciones o indemnizar con tres meses de salario a los trabajadores despedidos. Para marzo de 1928, las empresas textiles tenían en sus bodegas una reserva de mercancías equivalente a nueve meses de trabajo, de manera que empezaron a venderlas a precios que estaban muy por debajo de sus costos de producción.

A mediados de 1931 se había hecho insostenible obligar a las fábricas a seguir funcionando, de modo que sus propietarios amenazaron con disolver sus empresas y declararse en quiebra a menos que los trabajadores aceptaran una reducción de salarios y de horarios laborales. En esta situación se vio incluso una compañía tan grande como CIDOSA, la cual convocó en 1931 a una asamblea extraordinaria para decidir si, dada la crisis imperante, se decretaba la disolución de la empresa. Finalmente, los trabajadores admitieron la reducción de sus salarios, el cierre de las fábricas por determinados periodos de tiempo y una reducción en la planta laboral.

En la industria cigarrera la situación era similar. Hubo reducciones importantes en el número de empleados. La situación financiera de las tres grandes del porfirato señalaban una caída aun más pronunciada. Las pérdidas de El Buen Tono, la Cigarrera Mexicana y La Tabacalera Mexicana fueron muy grandes. Esto se debió no sólo a la situación imperante, es más, en gran medida fue debido al ingreso de la Compañía El Águila. Fundada en 1924 con un capital de 12.8 millones de pesos y con maquinaria más moderna, empujó de tal modo a sus competidores, que para 1932 era el líder indiscutible del mercado con 64% de participación.

Aun así, el mercado no era suficientemente grande, pues sólo usaba el 60% de su capacidad y durante los peores años de la crisis no usó más del 37%.

La industria cervecera también padeció problemas durante los últimos años de la crisis. La caída de los ingresos en la población produjo un grave descenso en la demanda. La industria se reorganizó de modo similar que en la industria cigarrera. En el mercado de la Cd. de México entraron 2 nuevos competidores: la Cervecería Modelo y la Cervecería Central, esta última subsidiaria de la Cuahutémoc. La empresa cervecera más antigua de México, la Compañía Cervecera de Toluca y México dejó de reportar ganancias para sus accionistas y finalmente fue comprada por la Cervecería Modelo en 1935.

En tanto que la industria de bienes de consumo sobrevivió a duras penas durante la crisis económica, el sector de bienes de producción funcionó bastante bien, como consecuencia de que el gobierno mexicano empezó a poner más énfasis en proyectos de obras públicas financiadas con fondos federales, motivo por el cual demandó grandes cantidades de cemento y acero, las dos industrias de bienes intermedios más importantes del país. De hecho, los productores de acero como de cemento impusieron récords de producción, rentabilidad y utilización de la capacidad instalada en plena depresión económica. En varias industrias inclusive hubo una oleada de inversión en nuevas plantas y equipo, por ejemplo, en la industria cementera se abrieron nuevas plantas; asimismo, La Consolidada estableció una laminadora de alambón en 1928 y dos compañías mexicanas instalaron máquinas de trefilería en el mismo año.

En resumen, la experiencia de los efectos de la Gran Depresión en México fueron una fuerte contracción económica. La rápida declinación de las exportaciones, aunado a una disminución en el gasto gubernamental y un retraimiento de la base monetaria deprimió considerablemente la demanda en el mercado, lo que provocó un descenso en la producción manufacturera, el empleo y las ganancias. Sin embargo, se realizaron nuevas inversiones tanto nacionales como extranjeras: se abrieron fábricas subsidiarias de Simmons (1927) y Sherwin Williams (1929), Vidriera Monterrey inauguró en 1929 una planta de vidrio para ventanas. Esto se explica porque el mercado, aun en recesión, seguía ampliándose. En 1930, había 17.5 millones de habitantes de los cuales 6.5 eran población urbana y 11 eran población rural; cuando en 1910, había 15.5 millones de habitantes de los cuales 3.5 eran población urbana y 12 eran población rural. Además, el gasto gubernamental en proyectos de infraestructura conservó en alto la demanda de materiales de construcción, de forma que los fabricantes de bienes de producción operaron a niveles nunca antes vistos.

Cabe señalar que en México la crisis económica comenzó antes y terminó antes que en Estados Unidos y Europa. La economía había comenzado a contraerse en 1926 y continuó agravándose hasta 1932, año después del cual empezó a recuperarse paulatinamente.



### **2.3 Recuperación y crecimiento, 1933-1940.**

Después de que la crisis económica tocó fondo, la industria se desarrolló con rapidez. Luego de 1932 no sólo hubo una notable recuperación de la producción y las ganancias, sino también de la inversión. A mediados de la década de los treinta se vivió un periodo de intensa inversión industrial, que por primera vez en la historia de México colocó a la producción manufacturera a la vanguardia de la economía. En este lapso se instalaron una ensambladora de la General Motors, la Hulera Good Year Oxo, Nestlé, Productos de Maíz Bacardi, RCA Victor Mexicana y un poco después, Chrysler.

Varios fueron los factores que permitieron la rápida recuperación después de la crisis económica, el primero de los cuales tuvo que ver con la estructura social y económica del país. Debido a que gran parte de la población residía aun en pequeñas comunidades y producía fundamentalmente para su subsistencia, México contaba con un amortiguador que lo protegía de los impactos externos. El segundo factor fue que los precios de los bienes que se comerciaban en el mercado internacional comenzaron a subir a mediados de los treinta, lo que incrementó la demanda de la misma forma que se había reducido como consecuencia del descenso generalizado de precios. En este renglón, los precios de los dos productos principales de exportación, el petróleo y la plata, se recuperaron más rápidamente que los de la mayoría de los demás bienes. Por último, los cambios en las políticas gubernamentales también desempeñaron un papel de importancia; el gobierno abandonó las políticas monetaria y fiscal que históricamente habían agudizado los problemas económicos de la nación.

El desarrollo de una economía nacional en la cual predominaran las relaciones de producción e intercambio capitalistas, iniciado durante el porfiriato, todavía estaba en proceso de ampliarse durante la década de los treinta. El México de los treinta seguía siendo en gran proporción rural, y una parte importante de este sector no se había integrado a la economía nacional. La mayor parte de la población agrícola seguía viviendo como un campesinado tradicional, pues habitaba en pequeños poblados y producía esencialmente para su subsistencia. En 1930, 66.5% de la población vivía en comunidades de menos de 2,500 habitantes, con la consecuente falta de servicios, educación e integración al mercado.

El país salió favorecido de la depresión gracias a que se contaba con una relativamente diversificada gama de productos de exportación, como cultivos básicos, frutas tropicales, café, materias primas industriales, metales preciosos y petróleo. Además, lo cual resulta de primera importancia, la demanda internacional de dos de las principales materias de exportación, plata y petróleo, era relativamente fija. Esto en contraste con naciones como Chile o Colombia, los cuales dependían de un sólo producto de exportación cuyo precio continuó en un nivel bajo toda la década de los treinta.

En 1934, el valor y volumen de las exportaciones mexicanas comenzó a aumentar de nuevo. En ese año, los ingresos por exportaciones se elevaron 73%, incremento cuya mayor parte correspondió a petróleo, oro y plata. La posición hasta cierto punto privilegiada de México por su plata y petróleo permitió acelerar la recuperación aumentando la demanda y la capacidad de importación y permitiendo con ello la compra de materias primas extranjeras, las cuales hicieron posible, junto con la capacidad ociosa existente, la rápida reanudación de la producción.

Finalmente, la política gubernamental también desempeñó un papel en la recuperación de la economía mexicana. Desde principios de la década de los treinta, y luego aceleradamente con el gobierno de Lázaro Cárdenas, las autoridades fiscales y monetarias del país siguieron políticas más expansionistas. Se trató de decisiones deliberadas, el gobierno intentó poner en marcha políticas de pleno empleo en lugar de buscar el equilibrio del presupuesto y la estabilidad del peso.

En términos de política monetaria, a partir de marzo de 1932, en lugar de defender el tipo de cambio contrayendo la reserva de dinero, como lo había hecho anteriormente, permitió la flotación del peso. Mediante una combinación, al aumentar la acuñación de plata y la emisión de papel moneda, la reserva monetaria aumentó. Esto tuvo como consecuencia la disminución de las tasas de interés además de que alentó el consumo a aumentar la base monetaria. Estas políticas expansionistas continuaron a lo largo de la década y se aceleraron particularmente en 1936.

Junto con la expansión de la reserva monetaria se tomó la decisión de no defender más al peso, que en consecuencia flotó libremente de marzo de 1932 a noviembre de 1933. Este movimiento tuvo como resultado una depreciación de 35% en relación con el dólar, lo que a su vez impulsó la producción interna al incrementar el precio en pesos de los productos extranjeros y creó por consiguiente un impuesto implícito a la importación.

También la política fiscal del gobierno mexicano fue expansionista. En lugar de contraer el gasto para mantenerse a la par con la disminución de los ingresos fiscales, de 1936 a 1938 tuvo un déficit que mantuvo alto el nivel de la demanda agregada. Sin embargo, más importante que el monto de los déficit fue el cambio en la manera en que el gobierno mexicano distribuyó sus gastos a fines de la década de los treinta. El régimen de Cárdenas redistribuyó radicalmente el presupuesto federal para aumentar las cantidades asignadas a obras de infraestructura económica y programas sociales.

En general, Cárdenas redistribuyó el ingreso alejándose de gastos administrativos e invirtiendo en gastos económicos y sociales. Las derogaciones en rubros como escuelas rurales y agua potable, así como carreteras, instalaciones de irrigación, ferrocarriles y electrificación se duplicaron. Los nuevos programas tuvieron un efecto sustancial sobre la economía, pues las

carreteras unieron a los mercados, la irrigación elevó los rendimientos agrícolas y el mejoramiento de la salud y educación pública incrementó la productividad de la fuerza de trabajo. Como ejemplo, en 1930 el total nacional de carreteras era de 1,426 km, para el final del régimen de Lázaro Cárdenas, en 1940, la cifra alcanzaba 9,929 km.

La combinación del efecto amortiguante del sector rural, el aumento en los precios de las mercancías de exportación y el cambio en las políticas gubernamentales dieron curso a la recuperación económica, que se inició en 1933. En ese año, el PIB real *per capita* se incrementó 9.4%, y siguió creciendo en más de 5% anual hasta 1937 y 1938, cuando una recesión menor provocó un descenso en el desarrollo de la economía. El "motor" de esta recuperación fue el sector industrial, el cual creció en promedio al 6.1% anual de 1932 a 1940. De hecho, la producción manufacturera se convirtió en el sector de más rápido desarrollo durante la década de los treinta.

Al frente de la recuperación estuvieron las industrias de bienes de producción. Las fábricas de acero y cemento, así como otras industrias relacionadas con la construcción, tuvieron auge bajo la influencia del gasto gubernamental en infraestructura. Por ejemplo, la industria del cemento trabajaba ahora al 60 u 80% de su capacidad. Estas tasas de uso de capacidad son aun más impresionantes si consideramos que tal capacidad había aumentado en 100% desde los últimos años de la década de los veinte. De esta manera, para fines de los treinta México demandaba cemento en cantidades sin precedente. En la industria acerera las tendencias fueron muy parecidas. Fundidora Monterrey pudo finalmente aprovechar las ventajas de la capacidad que había instalado desde 1903, la tasa de uso de la capacidad instalada fue de entre 54 y 80%.

La revitalización de la economía también llegó a los productores de bienes de consumo, aunque los efectos en este sector no fueron tan uniformes. En general, algunas industrias funcionaron relativamente bien en comparación con su trayectoria durante la década de los veinte, pero en cambio otras líneas de producción se quedaron a la zaga. Como ejemplo de esta situación, podemos citar a la industria textil, en donde mientras algunas empresas habían crecido y volvían a ser rentables otras seguían en crisis. Esto se debió al ingreso al mercado de empresas pequeñas que desafiaban exitosamente a las grandes.

Así, el periodo comprendido entre 1933 y 1938 fue relativamente bueno para la industria y los industriales mexicanos. La producción, la productividad y las ganancias se incrementaron, por esto se obtuvieron rendimientos financieros reales sobre las inversiones.

El aumento en los rendimientos se asoció con una nueva oleada de inversiones. A partir de 1935, los inversionistas comenzaron a inyectar recursos a las empresas manufactureras. Este hecho se dio tanto en las empresas más antiguas como en las que se habían fundado en los años veinte. Asimismo, nuevas inversiones se dieron por un grupo de pequeños industriales

llegados a México poco tiempo antes, que se concentraron en nuevas industrias como telas de rayón y tejidos.

La aparición de nuevas empresas tuvo el mismo significado que la renovación del programa de inversiones. Las nuevas compañías no entraron en competencia con los gigantes establecidos, en cuyo poder dejaron la producción de cerveza, acero y papel, así como otras operaciones intensivas en capital y de integración vertical. Las empresas de reciente creación eran básicamente pequeñas operaciones que se concentraron en actividades como el tejido de algodón y rayón, y en la producción de telas de seda y algodón de alta calidad.

Estas empresas tenían dos características interesantes. La primera era su dimensión financiera: casi ninguna tenía un capital superior a 100 mil pesos, y la mayor parte contaba con menos de 10 mil; su supervivencia se debió a que en los productos que manufacturaban no había economías de escala significativas. La segunda característica es que eran predominantemente judíos, libaneses y sirios, los cuales habían llegado a México en la década de los veinte. Estos mismos industriales serían los que en la década de los cincuenta integrarían la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación.

En los años posteriores a la Segunda Guerra Mundial, serían estos industriales quienes desempeñarían un papel clave en la manufactura, ya que ellos fueron los que iniciaron en los treinta lo que después se denominaría sustitución de importaciones.

Así, Aun con la creciente organización de la clase obrera y los diversos conflictos entre algunos elementos del sector privado y el Estado, los industriales mexicanos no vieron en Cárdenas una amenaza a sus intereses. La nacionalización de la industria petrolera y otras acciones emprendidas como la expropiación de Cementos Cruz Azul fue entendida no como un ataque a la empresa privada, sino como políticas en contra de compañías extranjeras que se habían colocado por encima del Estado. Lázaro Cárdenas era un nacionalista en asuntos económicos y un hombre inteligente en cuestiones políticas. La reforma agraria dio fin a la incertidumbre generada por la Constitución de 1917 y garantizó la paz social. Los cuantiosos fondos que el gobierno invirtió en programas de infraestructura y que integraron Aun más el mercado interno representaron medidas que beneficiaron a la industria.

Por esto, a finales del gobierno cardenista, los industriales mexicanos ya no tenían motivos para temer a las medidas de un sistema político inestable. Por consiguiente, decidieron reinvertir sus ganancias en nuevas plantas y equipo, confiando que sus inversiones serían rentables.

### 3/LA SUSTITUCIÓN DE IMPORTACIONES 1940-1970.<sup>1</sup>

#### **Introducción.**

La sustitución de importaciones (SI) fue un proceso eficaz, más no eficiente, para promover la industrialización y el crecimiento económico. Durante el periodo de 1940-1970 la economía creció a una tasa promedio del PIB<sup>2</sup> de 6.5% anual y de 3% en términos *per capita*. La producción manufacturera se incrementó a un promedio de 8% anual, mientras que la producción agrícola lo hizo a una tasa similar en la década de los cuarenta y al 4% en las últimas dos décadas (1950-1970).

El proceso de industrialización fue ineficiente por el carácter excesivo, discriminatorio y permanente de la estructura proteccionista. Así, el arancel, al actuar conjuntamente con los permisos de importación, generó una protección excesiva y creó un mercado cautivo, en donde las empresas pudieron operar ineficientemente sin preocuparse por la utilización total de la capacidad instalada y de tecnologías adecuadas. De esta manera se produjeron altos costos y precios lo que frenó la exportación de manufacturas.

Además de lo anterior, los términos de intercambio entre la agricultura y la industria favorecieron desmedidamente al sector industrial, asimismo los intercambios entre el mismo sector industrial favorecieron a unas cuantas empresas debido a la protección discriminatoria.

---

<sup>1</sup>Todas las cifras y datos, excepto donde se indique, provienen de R. Villareal, 1988.

<sup>2</sup> Se utilizará el crecimiento del PIB para señalar el crecimiento económico por ser el indicador más común.

Por otra parte, cuando las industrias "nacientes" dejaron de serlo, el carácter permanente de la protección les permitió tener rentas monopólicas<sup>3</sup>. El caso más paradójico lo presentaron las empresas multinacionales como la Ford, la General Electric, etc., las cuales llegaron al país con un producto y una línea de producción completamente estandarizado y se les consideró como industrias nacientes, y por lo tanto recibieron la misma protección que cualquier nueva industria.

Dentro del periodo estudiado existieron dos etapas con características diferentes: la primera (1939-1958), en donde el crecimiento económico fue acompañado por alzas en los precios, y donde, prácticamente, se alcanzó la sustitución de importaciones de bienes de consumo; y la segunda (1959-1970), donde el crecimiento económico se dio con estabilidad de precios y la sustitución de importaciones ocurrió en el sector de bienes intermedios y con menor grado en el de bienes de capital.

### **3.1 Primera Etapa de la Sustitución de Importaciones.**

Durante el periodo de 1939 a 1958, la economía mexicana creció a un promedio anual del PIB de 5.8%<sup>4</sup>, acompañada de un proceso inflacionario en el que los precios crecieron 10.6% anual y de un continuo desequilibrio en la balanza de pagos<sup>5</sup> debido al déficit en la cuenta corriente<sup>6</sup>. Este desequilibrio ocasionó que se utilizara la devaluación en dos ocasiones (1948-1949 y 1954) como un mecanismo de ajuste al déficit. El "motor" del crecimiento vino dado por el crecimiento industrial (6.4% promedio anual).

En el periodo de 1939-1958, el proceso de sustitución de importaciones de bienes de consumo terminó y se llevó a cabo con menor intensidad en la de bienes intermedios y de capital. Dentro del sector de bienes de consumo, en la década de los cuarenta, la participación de las importaciones en la oferta total decreció de forma importante (en 70%), mientras que el de bienes intermedios y el de bienes de capital lo hizo parcialmente (25 y 20% respectivamente)<sup>7</sup>. Sin embargo, entre 1950 y 1958 el proceso de SI entró en un periodo de relativo estancamiento ya que la participación de las importaciones en la oferta total permaneció constante en este periodo. Debe de señalarse que en el periodo 1950-1958 en donde se "estancó" la SI, esto se debió a la expansión del mercado interno con su consecuente aumento en la demanda de productos.

<sup>3</sup> El concepto de renta monopólica se refiere a la ganancia que obtiene una empresa al poder fijar los precios en un mercado sin competencia.

<sup>4</sup> Todas las cifras son aproximadas.

<sup>5</sup> La balanza de pagos es una relación del valor de todas las transacciones que proporcionan y cuestan divisas a un país. Se distinguen las siguientes subcuentas en la cuenta total: la balanza comercial (exportación e importación de bienes), la balanza de servicios (exportación e importación de servicios), la cuenta de capitales (préstamos a corto o largo plazo recibidos de extranjeros ya sea al gobierno o a particulares).

<sup>6</sup> Por cuenta corriente se debe entender como la suma de la balanza comercial más la balanza de servicios; cualquier déficit es financiado por movimientos de capital.

<sup>7</sup> Dentro de la industria química, la participación de las importaciones a la oferta total decrece en 13%.

La estructura y el crecimiento del valor agregado<sup>8</sup> e importaciones reflejó el avance de la industrialización vía la SI en su primera etapa. Entre 1939 y 1958 los bienes de consumo participaron con un alto porcentaje (64%) del incremento al valor agregado total del sector manufacturero; esto es, la mayor parte de las empresas creadas en este periodo, se dedicaron a producir bienes de consumo. Por otro lado, mientras que en 1939 las compras al exterior de bienes de capital representaron la mitad de las importaciones totales, los bienes de consumo e intermedios comprendieron cada uno, un cuarto del porcentaje total. Para 1958 las importaciones de bienes de consumo representaron un 10% del total de productos manufacturados importados ; en cambio, se elevó, en porcentaje, la participación de las compras de bienes intermedios y de capital (33 y 59% respectivamente).

De esta manera, los niveles de SI en 1958, señalaron el final de la etapa de sustitución de bienes de consumo; la participación de las importaciones a la oferta total para este tipo de bienes era ya menor del 6%; para bienes intermedios y de capital era 40 y 70% respectivamente, lo que indicaba, por otro lado, que todavía estaba por realizarse la etapa avanzada de SI (sustitución de bienes intermedios y de capital).

### **La Política Proteccionista y el Estado Promotor.**

La reducción en las importaciones de productos manufacturados durante la Segunda Guerra Mundial<sup>9</sup> garantizó automáticamente la protección necesaria para impulsar a las industrias nacientes. Estas centraron sus esfuerzos para abastecer el mercado interno, con lo que se satisfizo, en una primera instancia, la demanda interna de bienes de consumo manufacturados. Posteriormente fue necesario reorientar la política comercial e industrial para proteger a las nuevas empresas de la competencia externa. Estas conjuntamente con la acción directa del Estado como inversionista en obras de infraestructura y sectores estratégicos, permitió que la economía mexicana avanzara en su proceso de industrialización.

Los instrumentos de política comercial como fueron la tasa de cambio, las tarifas arancelarias y las licencias de importación, fueron manejados de forma que, indirecta o directamente, se tuviera una estructura proteccionista de la industria.

Las devaluaciones de 1948-1949 (de 4.85 a 8.65 pesos por dólar) y 1954 (de 8.65 a 12.50 pesos por dólar) representaron un aumento de 158% en el precio nominal del dólar respecto a

---

<sup>8</sup>El valor agregado se refiere a una medida que señala el valor de las cantidades empleadas de los diferentes recursos propios en la producción de un bien o servicio; éstos, en general, serían salarios, rentas y pagos al capital propio o prestado, no se toman en cuenta las materias primas o servicios comprados a otras empresas o particulares.

<sup>9</sup>Debida a la reorientación de las empresas estadounidenses, hacia satisfacer las necesidades de una economía de guerra y por la consecuente desaparición de las importaciones procedentes de Europa.

1945, lo que caracterizó a la tasa de cambio como uno de los instrumentos proteccionistas más importantes durante la primera etapa de SI.

En la posguerra, México utilizó tarifas arancelarias específicas; y en menor grado, controles a las importaciones ya que existían dificultades para generalizar el uso de estos instrumentos. El principal obstáculo era el Acuerdo de Comercio entre México y EUA firmado en 1943. Este obligaba a mantener los niveles existentes de impuestos para los principales bienes, además de que reducía una gran cantidad de tarifas existentes hasta la firma de éste. A pesar de que el Acuerdo desapareció hasta 1950, en 1946 se realizó una negociación para duplicar el nivel de impuestos en 340 fracciones arancelarias. Sin embargo, respetando el Acuerdo, en 1946 sólo el 10% de las importaciones estuvieron sujetas a licencias. Es hasta 1947, cuando se creó el Comité Nacional para el Control de Importaciones, que el sistema de licencias empezó a ser un instrumento proteccionista significativo.

En 1947, se presentó otro importante cambio en los instrumentos proteccionistas. Aunque el Acuerdo Comercial se respetó, 5 mil fracciones elevaron su impuesto de importación, introduciéndose por primera vez tarifas *ad valorem*<sup>10</sup> y el concepto de "precio oficial"<sup>11</sup>, sobre el cual el impuesto debería cargarse. De esta manera la tarifa *ad valorem* venía a compensar el papel escasamente proteccionista de los impuestos específicos.

En febrero de 1954 se estableció un incremento general en la tarifa del 25%, el cual se redujo para más de mil fracciones después de la devaluación del peso en abril de 1954. Por otro lado, el control cuantitativo comenzó a ser utilizado más extensivamente al final de este periodo; mientras que en 1953-1954 sólo 520 fracciones de la tarifa estuvieron sujetas a permiso previo, para 1958 se controlaron 1,600 fracciones, lo que representó 35% del total de las mismas.

Además de las medidas de política comercial mencionadas, se emitieron otros dos instrumentos que fomentaron la inversión industrial y promovieron la SI: la Ley de Industria Nuevas y Necesarias y la Regla XIV de la Tarifa General de Importación.

Bajo la nueva Ley, las empresas "nuevas y necesarias" disfrutaron de amplias exenciones fiscales de: impuestos a la importación, a rentas, utilidades, timbre y contribución federal a gravámenes locales. Estas concesiones podían ser por diez, siete o cinco años según fueran clasificadas como "fundamentales", de "importancia económica" y "otras" respectivamente, existiendo la posibilidad de obtener prórrogas por cinco años o más.

Por otro lado, mediante la expedición de la Regla XIV se eliminaron total o parcialmente, los impuestos a la importación para maquinaria y equipo del exterior que fomentaran el desarrollo industrial del país. Así, la tarifa de 1947 observó este criterio y para 1948, en que ya entró en

<sup>10</sup>Lo cual significa que el arancel se establece como un porcentaje del valor del producto.

<sup>11</sup>Este "precio" era el único reconocido para poder determinar el valor y aplicar la tarifa.



vigor el arancel *ad valorem*, se estableció un impuesto a la importación de sólo 2% para maquinaria y equipo. El efecto real de estas dos medidas fue: permitir que las empresas pudieran importar bienes de capital para la producción interna de bienes de consumo, prácticamente libres de gravamen; y a su vez elevar la rentabilidad de estas industrias en perjuicio de las de capital.

El papel del Estado como inversionista en obras de infraestructura también desempeñó un papel primordial en el desarrollo industrial. El gobierno invirtió durante este periodo aproximadamente 40% de la inversión total anual.

La inversión en empresas públicas como las de electricidad, petróleo, gas, etc., en 1939 representó 12% del total de la inversión pública. En 1950 alcanzó 30% y para 1958 fue del 40%. Esto refleja el interés que tuvo el Estado en desarrollar los sectores que consideraba estratégicos e imprescindibles para el crecimiento económico. Debido a esto, la producción de petróleo se incrementó de 43 millones de barriles en 1939 a 100 millones de barriles en 1958; la capacidad instalada para la generación de electricidad casi se cuadruplicó de 680 MW en 1939 a 2,560 MW en 1958 y la red nacional de caminos alcanzó 32 mil km en 1958 cuando en 1939 tenía 9 mil km.

Por otro lado, la inversión en el sector agrícola se incrementó a un promedio de 16% anual en el periodo 1939-1958 siendo aún mayor en la década de los cuarenta donde crece a un promedio de 27% anual. Dicha inversión correspondía principalmente a obras de riego, de almacenamiento y distribución. Estas contribuciones permitieron que el sector agrícola diera un apoyo efectivo al proceso de desarrollo industrial con materias primas, alimentos a los sectores obreros y divisas por medio de exportaciones. Esto evitó el estrangulamiento que frenó el desarrollo industrial en otras naciones latinoamericanas.

### **3.2 Segunda Etapa de la Sustitución de Importaciones.**

Durante esta etapa, de 1959 a 1970, la economía mexicana creció a un promedio anual del PIB de 7.1%, con estabilidad de precios (crecimiento promedio de 2.9% anual), pero con un continuo y creciente desequilibrio externo<sup>12</sup>. El déficit en la balanza en cuenta corriente, creció a una tasa promedio de 20% anual y de representar un valor de 152 millones de dólares en 1959 alcanzó 1,115 en 1970. Nuevamente el "motor" del desarrollo fue el sector industrial, el cual aumentó en promedio 8.6% anual, dando lugar a la etapa avanzada de SI presentándose así la sustitución de bienes intermedios y de capital.

La participación de las importaciones de bienes de consumo en la oferta total del mercado permaneció casi constante durante todo este periodo. Sin embargo la participación de bienes

<sup>12</sup>El desequilibrio externo se refiere al sufrido en la balanza de pagos por el déficit en la cuenta corriente.

intermedios y de capital disminuyó: la participación de las importaciones a la oferta total de bienes intermedios decreció un 44% (la industria química teniendo un decremento del 47%) y la de bienes de capital del 27%.

Por otro lado, en el crecimiento y la estructura del valor agregado del sector manufacturero se observa el avance de la SI en la sustitución de bienes intermedios y de capital. Mientras que en 1958 estos bienes representaron 34% del valor agregado total del sector manufacturero (la industria química siendo la que mayor valor tenía con el 8%), en 1969 estos bienes representaron 48% (siguiendo la industria química con la mayor participación, 13%). La participación de las importaciones a la oferta total para bienes de consumo fue de 5% (siendo de 7% en 1950), 22% en bienes intermedios (41% en 1950) y para bienes de capital de 50% (74% en 1950).

### **La Política Proteccionista y el Estado Promotor**

Durante esta etapa la política comercial siguió siendo proteccionista, pero cambió la importancia relativa de sus instrumentos. Por un lado, la tasa de cambio se mantuvo fija desde 1954 y bajo libre convertibilidad todo el tiempo<sup>13</sup>; por otro lado, los aranceles y sobre todo, el control por medio de permisos y licencias fueron los instrumentos proteccionistas más ampliamente utilizados.

Las tarifas tuvieron cambios de importancia en 1958 y de menor significación en 1961-1962. En 1958, al 60% de las fracciones<sup>14</sup>, se les aumentó un impuesto que en promedio fue del 5.6%. De nuevo, en 1961, más de 600 fracciones de la tarifa fueron revisadas con el objeto de limitar las importaciones, de acuerdo con las condiciones internas y de balanza de pagos. El cambio, a su vez, desglosó las fracciones genéricas en componentes específicos. En 1962, una tarifa adicional del 10% se aplicó a un grupo de bienes de importación, supuestamente para destinar la recaudación fiscal a promover exportaciones.

El control fue el instrumento proteccionista más utilizado en este periodo. En 1956 sólo el 25% (en valor) de las importaciones totales estaban controladas, mientras que en 1970 este representaba el 68% (en valor). En este año, del total de fracciones arancelarias (14 mil) entre el 65 y 70% estaban sujetas a licencias de importación.

Entre los criterios bajo los cuales la Secretaría de Industria y Comercio juzgó la procedencia o improcedencia de las solicitudes de importación, se encontraban los siguientes argumentos:

---

<sup>13</sup>Siendo una medida desproteccionista por la sobrevaluación de la misma. Esta sobrevaluación causa que los precios de los productos importados tengan un precio más bajo del que deberían, con el consecuente detrimento de los productos nacionales con precios normales.

<sup>14</sup>Que representaban el 75% de las importaciones realizadas.

bienes que se producían en el país, producción nacional insuficiente, existencia de escasez temporal de la oferta y que las mercancías de origen nacional no sustituyeran a las extranjeras, en términos de precios, calidad y oportunidad de entrega. El estudio de las solicitudes lo realizaban 80 comités especializados en diferentes ramos de la producción. Se recibían hasta 5 mil solicitudes por semana, lo que indicaba que cada comité revisaba hasta 65 solicitudes a la semana; lo que implicó la imposibilidad de realizar estudios profundos o completos.

Durante este periodo, se siguió aplicando la Regla XIV y la Ley de Industrias Nuevas y Necesarias bajo la misma estructura de la etapa anterior, siendo significativo el uso intensivo de la Regla XIV; ya que bajo este régimen se ampararon más del 90% de las importaciones totales de bienes de capital.

De esta manera, la combinación específica de los diferentes instrumentos vino a configurar una estructura de protección que se caracterizó por ser discriminatoria, excesiva y permanente.

Durante mucho tiempo se dijo que México contaba con aranceles bajos gracias a los controles a la importación, inclusive se llegó a plantear que la estructura de los impuestos a las importaciones se encontraba constituida de la siguiente forma: 5% a las materias primas y combustibles, del 10 al 15% a los bienes de capital, 5% a los bienes de consumo y 100% o más a los bienes de consumo suntuario. Esto no es válido, ya que por una parte no se tomó en cuenta los efectos de los permisos de importación y precios oficiales, y por otra parte deja fuera del cálculo de la protección del producto, la protección que sus insumos reciben.

Cálculos efectuados por Balassa<sup>15</sup> señalan que la protección a la industria nacional resultó ser en términos generales más bien alta. La protección nominal arancelaria para el sector manufacturero fue en promedio del 33%, existiendo diferencias considerables dentro de las ramas del mismo sector. Por ejemplo: los bienes de consumo no duradero tenían una protección nominal del 64%, los bienes intermedios entre 24 y 34%, etc. Lo anterior señala que los aranceles reales, tomando en cuenta lo señalado en el párrafo anterior, fueron en realidad mucho mayores.

Durante este periodo (1959-1970) el Estado, tanto a través de acciones directas como inversionista como de forma indirecta, a través de su política económica, tuvo un papel importante para impulsar y caracterizar el crecimiento de la industria mexicana.

El ciclo de devaluación-inflación que caracterizó a la primera etapa de SI influyó en las autoridades responsables de la política económica para reorientar el modelo de crecimiento en el corto plazo. La estrategia que se siguió fue "acelerar selectivamente el gasto y tomar

---

<sup>15</sup>B. Balassa, citado en R. Villareal, 1988, p.88.

simultáneamente medidas apropiadas para encauzar los efectos estabilizadores del crecimiento" según palabras del Secretario de Hacienda<sup>16</sup>.

La política económica para el logro del objetivo del equilibrio en la balanza de pagos se basó en las decisiones de no devaluar, en contraer créditos externos de largo plazo para complementar los recursos que antes provenían de las exportaciones y, finalmente, en la inversión extranjera. Por lo tanto, no se usó la tasa de cambio como mecanismo de ajuste al desequilibrio externo y fue el capital extranjero el que financió el déficit en la balanza de pagos. En efecto, el déficit acumulado entre 1959 y 1970 fue de 5,544 millones de dólares, de los cuales 3,460 millones se financiaron con préstamos externos.

Las políticas fiscal y monetaria se reorientaron principalmente al objetivo de aumentar el ahorro interno<sup>17</sup>. La política fiscal a través de subsidios, exenciones y tarifas congeladas de bienes y servicios públicos, fue un instrumento de fomento al ahorro interno. La tributación se enfocó a propiciar la reinversión de utilidades y a dar incentivos a las inversiones más productivas por medio de subsidios y exenciones; a su vez las empresas públicas redujeron los precios de sus productos y servicios teniendo un efecto de subsidio al sector industrial.

Por otro lado, se mantuvo la tasa de interés real lo suficientemente atractiva, tanto para fomentar el ahorro interno, como atraer fondos extranjeros, que ayudaran al equilibrio de la balanza de pagos. Esto no significó que las tasas de interés eran altas, sino que se eximían de impuestos a los rendimientos de valores de renta fija hasta un cierto límite y se gravaban con tasas progresivas hasta con un 10% los rendimientos derivados de intereses más altos.

El mecanismo de fomentar el ahorro interno del sector privado de la economía por medio de subsidios y exenciones fiscales, determinó que el Estado tuviese que financiar su creciente gasto y déficit a través del endeudamiento interno y externo; mientras que en 1958 la deuda pública representó el 10% del PIB, en 1967 se elevó al 21% del cual casi la mitad era endeudamiento externo.

La dependencia del capital extranjero originó que para la mitad de la década de los sesenta, la inversión extranjera en México controlara una tercera parte de la producción manufacturera, con menos del 1% de empresas extranjeras en este sector.

La protección, como se puede observar, aunque estimuló la actividad industrial, tuvo altos costos económicos y significó el fortalecimiento de grupos empresariales que se beneficiaron con esta política y que presionaban para que se mantuviera indefinidamente.

<sup>16</sup>A. Ortiz Mena, *El desarrollo estabilizador*, 1969, p. 505.

<sup>17</sup>Lo que implicaría intibir el consumo y fomentaría la formación de capital.

Los estímulos fiscales tales como la Regla XIV y la Ley de Industrias Nuevas y Necesarias, sí fueron eficaces en la primera etapa de SI, pero en la segunda etapa modificaron artificialmente los precios de los factores de producción en favor del capital. Esto permitió las rentas monopólicas a las grandes empresas sin tener que preocuparse por la eficiencia y estimulando, además, la concentración del ingreso.

La sustitución de importaciones fue necesaria para realizar la diversificación de las industrias; sin embargo, cuando se favoreció este modelo de industrialización en el largo plazo se presentaron desequilibrios en la balanza de pagos por déficit en la cuenta corriente. Esto condicionó la estructura de la economía y fomentó la dependencia de las fuentes de financiamiento externo.

## 4/ EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE 1970-1994.

### **Introducción.**

Es interesante destacar que en este periodo se observaron situaciones económicas con características muy diferentes. A esto se debe que se les estudie según un hecho particular: por sexenio.

Al tomar posesión como Presidente de la República, Luis Echeverría dijo: "...subsisten graves carencias e injusticias que pueden poner en peligro nuestras conquistas: la excesiva concentración del ingreso y la marginación de grandes grupos humanos amenazan la continuidad económica del desarrollo. No podemos confiar exclusivamente al equilibrio de las instituciones y al incremento de la riqueza la solución de nuestros problemas. Alentar las tendencias conservadoras que han surgido de un largo periodo de estabilidad, equivaldría a negar la mejor herencia de nuestro pasado..."

Sin embargo, el objetivo de mejorar la distribución del ingreso fracasó, no se diseñó ningún instrumento mediante el cual se pudiera llevar a cabo dicha tarea. Se intentó utilizar el gasto público, pero no se ejecutó una reforma en la política comercial que impidiera la creciente dependencia del financiamiento externo. Al no adoptar oportunamente un ajuste al tipo de cambio se tuvo una crisis económica que no tardó en convertirse una crisis de confianza.

Al dar comienzo el sexenio de 1976-1982 existía una situación de desconfianza en la política económica, reflejada por la fuga de capitales y la escasa intermediación financiera que existía. La economía se encontraba en contracción y existía inflación.

El gobierno trató de modificar esta situación en el corto plazo con el apoyo del FMI, apoyo formalizado mediante un acuerdo por tres años. Se instrumentó una política contraccionista, se

volvió a devaluar el peso y se procuró restablecer la confianza en el sistema financiero. Se inició una reforma administrativa en el sector público, y se tomaron diversas medidas en materia industrial, fiscal y comercial que permitirían una reducción en el déficit público, la nivelación de la balanza de pagos y una menor inflación.

Pero, el descubrimiento de amplios yacimientos de petróleo, le dio capacidad al gobierno para abandonar los esquemas del FMI. Los primeros cinco años de esta administración se caracterizaron por un vigoroso programa de inversiones públicas dirigidas a expandir el sector petrolero y el de la petroquímica. Esta inversión representó un aumento importante en la demanda e influyó en el gasto privado. El rápido incremento de la exportación petrolera y los altos ingresos que se dieron debido a los elevados precios del petróleo crearon falsas expectativas de que se podía sobrevalorar permanentemente el tipo de cambio y que se podría financiar inversiones y adquisiciones con créditos externos. Consecuentemente, la economía se hizo extremadamente vulnerable a situaciones provenientes del resto del mundo, y se hizo menos eficiente para generar divisas en sectores distintos al petrolero.

La conjugación de los elementos de carácter interno con otros de naturaleza externa, como la caída de los precios del petróleo y el alza de las tasas de interés en los mercados de capitales, condujeron a la crisis de la deuda externa de 1982. Siguió la estatización de la banca y la implantación del control de cambios, dando paso a una etapa de ajuste en casi todas las actividades productivas.

Después de cuatro décadas, en las cuales el PIB alcanzó un rápido y sostenido crecimiento, sobrevino un abrupto y prolongado periodo de estancamiento entre 1982 y 1988, el de más bajo crecimiento que se tenía desde la Gran Depresión; además de una importante declinación en el ingreso y los salarios reales. Este fenómeno de estancamiento estuvo determinado por los profundos desequilibrios macroeconómicos, el elevado pago por servicio de la deuda externa, la ausencia de créditos externos y la falta de credibilidad respecto de la habilidad del gobierno para administrar y superar la crisis.

La crisis condujo a la reorientación de la estrategia de desarrollo seguida hasta entonces, razón por la cual el ajuste se orientó a eliminar los desequilibrios macroeconómicos; al mismo tiempo, se cambió la estrategia seguida en una economía con un alto grado de regulación estatal, por otra de desregulación. Se empezó a cambiar el intervencionismo gubernamental por un modelo orientado por la globalización de los procesos productivos, en donde la competitividad internacional era la conductora de los esfuerzos del sector privado. Sin embargo, el proceso ha sido difícil y costoso.

#### 4.1 La Revisión Parcial del Modelo de Industrialización.

Durante el sexenio de Luis Echeverría la economía mexicana se caracterizó por un crecimiento relativamente lento e inflacionario con respecto al periodo anterior, sin embargo el déficit externo seguía existiendo e inclusive alcanzó niveles altos. La economía creció a un PIB promedio de 5.7% anual; sin embargo para 1975 el crecimiento disminuyó al 4%. Por otra parte, debido al rápido crecimiento de la población, el producto *per capita* creció sólo al 1.8% promedio anual. Al mismo tiempo, se presentó un proceso inflacionario en el que los precios al consumidor crecieron a un promedio del 12% anual. En cuanto al déficit externo, éste se acentuó drásticamente al crecer a una tasa promedio de 27% anual, y aumentar de 1,115 millones de dólares en 1970 a 3,643 millones de dólares en 1975.

Durante este gobierno se plantearon los costos del proyecto de industrialización y crecimiento seguidos hasta entonces. Estos fueron señalados como: el desempleo, la concentración del ingreso, la dependencia del capital extranjero, el endeudamiento y la baja capacidad de autofinanciamiento del sector público. Para solucionar estos problemas se realizaron cambios significativos a las políticas de sustitución de importaciones.

Los cambios más importantes se hicieron a las políticas de crecimiento económico. En primer lugar, se cambió la política de fomento al ahorro privado a costa del público, aumentando la tributación (reformas fiscales de 1971, 1973 y 1974) y los precios y tarifas de los servicios públicos. Las reformas fiscales implicaron entre otras cosas gravar los ingresos de valores de renta fija (entre 12 y 16%) que prácticamente se encontraban exentos de impuestos. En los servicios públicos, principalmente los combustibles y la electricidad, se aumentaron los precios con el objetivo de autofinanciar las expansiones en dichos sectores.

Sin embargo, no fue sino hasta 1975 que se cambió la estructura proteccionista de SI<sup>1</sup>. En enero de 1975, la modificación de la política arancelaria tuvo por objeto eliminar el carácter excesivo y discriminatoria que tenía anteriormente. Las fracciones de la tarifa se redujeron de 12,887 en 1974 a 7,275 en 1975, adoptándose nuevos criterios para gravar los productos según fuera el grado de su elaboración. Se hicieron más uniformes las tarifas con tres valores del arancel por cada capítulo y según la importancia de los mismos para el desarrollo.

Los impuestos específicos desaparecieron y se estableció que los precios oficiales deberían fijarse sólo en función de los que prevalecieran para el producto de referencia en el mercado internacional. De la misma forma, se derogaron la Regla XIV y en diciembre de 1975, la Ley de Industrias Nuevas y Necesarias.

Con estas medidas se intentaba reducir las deficiencias de la política fiscal, pero se continuaba sobre el modelo de SI y no se intentaba subsanar las deficiencias en la política comercial.

---

<sup>1</sup>Sin intentar cambiar el modelo de industrialización.



Debido a esto, las presiones sobre la balanza de pagos ocasionaron que, en agosto de 1975, todas las importaciones quedaran sujetas a permiso previo y que se aumentara el valor a 80% de las tarifas.

La situación, a pesar de los esfuerzos gubernamentales, siguió siendo parecida al periodo anterior. Se continuó garantizando los mercados cautivos, además de que hubo una mayor rentabilidad en la inversión para el abasto del mercado interno con respecto a la realizada en el sector exportador. Las empresas, asimismo, no se preocuparon por la eficiencia en precio y calidad. Las exportaciones siguieron teniendo obstáculos como la sobrevaluación de la tasa de cambio, las materias primas con altos costos y subsidios poco eficientes.

#### **4.2 La Dependencia Petrolera de la Economía.**

Durante la primera mitad de la década de los setenta, la sobrevaluación del tipo de cambio y las políticas de la estrategia tradicional de industrialización, habían hecho insostenible el desequilibrio externo. A mediados de 1976, éste era de 4,500 millones de dólares; mientras que la deuda pública era de 20 mil millones de dólares. El 31 de agosto de 1976 se anuncia el cambio de paridad y la libre flotación del peso, terminando con 22 años de tasa fija (el cambio fue de 12.50 a 19.70 pesos por dólar).

Después de la devaluación, ya en el sexenio de José López Portillo, México suscribió un convenio con el FMI, que tendría vigencia de 1976 a 1978. Se instauraron políticas de ajuste al desequilibrio externo. Sin embargo, estas medidas no se aplicaron debido a que México surgió como un país con una gran capacidad de producción petrolera. Los nuevos ingresos por exportaciones de crudo y los créditos externos daban una mayor autonomía en las decisiones de política económica; así, en lugar de una apertura comercial se inició la racionalización gradual de la protección y se aceleró la inversión, tanto del sector público como del privado.

El crecimiento del sector petrolero fue determinante para que la producción global y el mercado de bienes y servicios tuviera mayor dinamismo. No obstante, los hidrocarburos se utilizaron como un instrumento de ajuste, no de desarrollo, por lo que el desequilibrio externo siguió aumentando restringiendo el crecimiento.

El periodo 1977-1981 fue una etapa de transición, se cambió la política de SI, a una basada en la consolidación del sector petrolero como exportador. Esto condujo al país a una dependencia de las ventas externas del petróleo: exportación, ingresos fiscales y dependencia financiera de un sólo producto e incremento en las importaciones de todo tipo de bienes<sup>2</sup>. De esta forma, el Banco Mundial informaba en 1978 que México podría convertirse en exportador neto de capitales a partir del excedente generado por el petróleo.

---

<sup>2</sup> En contraposición al anterior modelo de industrialización.

Debido a esto, las presiones sobre la balanza de pagos ocasionaron que, en agosto de 1975, todas las importaciones quedaran sujetas a permiso previo y que se aumentara el valor a 80% de las tarifas.

La situación, a pesar de los esfuerzos gubernamentales, siguió siendo parecida al periodo anterior. Se continuó garantizando los mercados cautivos, además de que hubo una mayor rentabilidad en la inversión para el abasto del mercado interno con respecto a la realizada en el sector exportador. Las empresas, asimismo, no se preocuparon por la eficiencia en precio y calidad. Las exportaciones siguieron teniendo obstáculos como la sobrevaluación de la tasa de cambio, las materias primas con altos costos y subsidios poco eficientes.

## **4.2 La Dependencia Petrolera de la Economía.**

Durante la primera mitad de la década de los setenta, la sobrevaluación del tipo de cambio y las políticas de la estrategia tradicional de industrialización, habían hecho insostenible el desequilibrio externo. A mediados de 1976, éste era de 4,500 millones de dólares; mientras que la deuda pública era de 20 mil millones de dólares. El 31 de agosto de 1976 se anuncia el cambio de paridad y la libre flotación del peso, terminando con 22 años de tasa fija (el cambio fue de 12.50 a 19.70 pesos por dólar).

Después de la devaluación, ya en el sexenio de José López Portillo, México suscribió un convenio con el FMI, que tendría vigencia de 1976 a 1978. Se instauraron políticas de ajuste al desequilibrio externo. Sin embargo, estas medidas no se aplicaron debido a que México surgió como un país con una gran capacidad de producción petrolera. Los nuevos ingresos por exportaciones de crudo y los créditos externos daban una mayor autonomía en las decisiones de política económica; así, en lugar de una apertura comercial se inició la racionalización gradual de la protección y se aceleró la inversión, tanto del sector público como del privado.

El crecimiento del sector petrolero fue determinante para que la producción global y el mercado de bienes y servicios tuviera mayor dinamismo. No obstante, los hidrocarburos se utilizaron como un instrumento de ajuste, no de desarrollo, por lo que el desequilibrio externo siguió aumentando restringiendo el crecimiento.

El periodo 1977-1981 fue una etapa de transición, se cambió la política de SI, a una basada en la consolidación del sector petrolero como exportador. Esto condujo al país a una dependencia de las ventas externas del petróleo: exportación, ingresos fiscales y dependencia financiera de un sólo producto e incremento en las importaciones de todo tipo de bienes<sup>2</sup>. De esta forma, el Banco Mundial informaba en 1978 que México podría convertirse en exportador neto de capitales a partir del excedente generado por el petróleo.

<sup>2</sup>En contraposición al anterior modelo de industrialización.

En 1977 se consideró que la política de protección debía incrementar la eficiencia y competitividad de la planta nacional. Además de abatir el alza de precios, se quería al mismo tiempo evitar la disminución de la producción y el empleo. Por estas razones se inició el remplazo de los permisos previos por un arancel que otorgara la misma protección implícita. Esta política se ejecutó y para 1979 se habían liberado 72% de las fracciones cuyo valor ascendía a 40% del total de las compras al exterior. Para 1981, el proceso de racionalización avanzó de acuerdo con políticas establecidas por sectores industriales específicos y la tasa arancelaria se modificó en función del nivel de elaboración del producto y de su necesidad para la producción industrial. En cuanto a las exportaciones se redujeron los impuestos y se eximieron del permiso previo algunos sectores.

Entre 1976 y 1981 la participación de las importaciones del sector manufacturero en la oferta total se elevaron de 21 a 28%. Esto fue causado por el elevado crecimiento de la demanda<sup>3</sup> y un tipo de cambio sobrevaluado. Es importante hacer notar, que el aumento en la participación de las importaciones no implicó una desindustrialización. En la década de los 70, la industria tuvo una fase de crecimiento de las más altas en toda su historia (creció 97%). La demanda obligó a la utilización plena de la capacidad y la oferta excedente sólo se podía satisfacer incrementando las importaciones. En 1976, el déficit en el sector manufacturero era de 4 mil millones de dólares; en 1981, este déficit alcanzó los 17 mil millones de dólares.

Como efecto, durante el periodo de 1979-1981, el PIB tuvo un crecimiento real superior al 8%, el mercado interno tuvo un mayor dinamismo, la inversión fija y las exportaciones totales crecieron, ésta última 17%. Sin embargo, se agudizó el desequilibrio externo. Para 1981 alcanza la cifra récord de un déficit en cuenta corriente por 16 mil millones de dólares. La fuga de capitales era de 13 mil millones de dólares, por lo que la economía presentó un déficit de 29 mil millones de dólares. La fuga de capitales fue causada por una situación de incertidumbre y desconfianza que culmina con la nacionalización de la banca.

Los recursos con los que se financia este déficit fueron: los ingresos petroleros y una deuda externa por 20 mil millones de dólares, principalmente; además de las reservas del Banco de México e inversión extranjera directa. Con respecto al tipo de cambio, después de la devaluación de 1976, se tomaron medidas para que se coordinara la flotación del peso con las tasas de interés y con la política fiscal. Sin embargo, de 1979 a 1982, los ajustes del tipo de cambio se retrasaron, no tomando en cuenta los costos de posponer el ajuste cambiario.

#### **4.3 Crisis y Estancamiento Productivo.**

El año de 1982 se caracterizó por la agudización de los desajustes económicos y financieros generados a finales del periodo de alto crecimiento económico, una notable espiral inflacionaria

---

<sup>3</sup>Expansión del mercado interno a un promedio de 10.2% anual.

y serias dificultades en los mercados cambiario y financiero. La interacción de estos elementos determinaron la aparición de una crisis económica que no es comparable a ninguna sufrida en la historia de México.

La situación de 1982 fue el efecto del ajuste a los desequilibrios de 1981. Recapitulando, entre las principales causas de la crisis fueron: el gran crecimiento de la demanda agregada, la sobrevaluación del tipo de cambio, el aumento del déficit fiscal, la baja de los precios internacionales del petróleo, el incremento de las tasas de interés internacionales y finalmente, causas denominadas "estructurales". Las causas "estructurales" fueron las estrategias y políticas de industrialización y comercio que condujeron a esquemas con un alto grado de protección. Esto trajo consigo una preferencia al abasto interno sobre la exportación y a una ausencia de integración intraindustrial e intersectorial. La situación no mejoró al realizarse una apertura externa que priorizó la exportación de petróleo y donde se incrementaron de manera importante las importaciones.

Los efectos de la crisis fueron: estancamiento, inflación, déficit, fuga de capitales, perspectivas de moratoria de la deuda externa y una devaluación del 500% del tipo de cambio (de 25 a 150 pesos por dólar). Dado que el tipo de cambio se devaluó en grado considerable, se redujeron el gasto y los créditos; la escasez de divisas originó el control de cambios y de la totalidad de las tarifas de importación<sup>4</sup>. De esta manera, el año de 1982 se caracterizó por un recrudecimiento de los desajustes económicos y financieros.

En respuesta a la crisis de 1981-1982 se da una etapa de ajuste prolongado y recesivo de 1983 hasta que culmina en un programa de estabilización denominado Pacto de Solidaridad Económica en diciembre de 1987. En este periodo se da la transición a un modelo de industrialización denominado como de sustitución de exportaciones. Este cambio se presentó cuando las exportaciones manufactureras sustituyeron la preponderancia de las de petróleo y productos primarios en el conjunto total de las mismas. Además de que, aparentemente, se dio una sustitución de importaciones.

A partir de 1982 se inicia la transición, la cual termina hasta 1988 cuando las exportaciones petroleras dejan de ser la principal fuente de divisas. Mientras que en 1982 la exportación de productos no petroleros constituía el 22% del total exportado (las exportaciones manufactureras representaban el 14%), para 1987 habían aumentado su participación hasta alcanzar el 58% del total siendo las exportaciones manufactureras el 44%.

El incremento en la participación total de las exportaciones se dio antes de lo esperado. La caída de los precios del petróleo en 1986 implicó una pérdida en los ingresos por 8 mil millones de dólares. En términos de valor, para 1987 las exportaciones manufactureras eran 10% superiores al de las exportaciones petroleras y superaron en un 60% el valor de las divisas que,

---

<sup>4</sup>Tomando en cuenta que en julio de 1982 se controlaba el 27% de las mismas.

en suma, generaron el turismo, las maquiladoras, el sector agropecuario y las industrias extractivas.

El crecimiento de la industria de exportación se debió a diversas medidas de política económica y a las condiciones macroeconómicas existentes. La década de los 80 se caracterizó por la apertura de la economía mexicana a la competencia externa. Se disminuyó la protección eliminando permisos de importación, descendieron los aranceles y se mantuvo un tipo de cambio. Estos elementos de política comercial tuvieron como marco normativo, el Plan Nacional de Desarrollo, el Programa Nacional de Fomento y Comercio Exterior y el Programa Integral de Fomento a las Exportaciones en donde se rechazaba la liberalización a ultranza del comercio exterior, como el proteccionismo absoluto.

La primera etapa de la política de racionalización de la protección fue a través de la sustitución del permiso previo por el arancel en 1983. En 1986 se redujeron los niveles arancelarios de 16 a 5, que oscilaron entre 0 y 20%, eliminando los precios oficiales en 1987. Los resultados fueron que se liberaron del requisito de permiso previo 8 mil fracciones y el arancel ponderado se estableció en 13%.

Además de estas medidas, la política comercial reorientó a la economía hacia el exterior, mediante la formalización de acuerdos comerciales que facilitaron el acceso de los productos nacionales a nuevos mercados. Se contó así con la firma del protocolo de adhesión al GATT en 1986.

La apertura, los acuerdos y el manejo de un tipo de cambio favorable, actuaron como medios para estimular las exportaciones, aunque las mayores ventas también reflejaron la caída de la demanda interna. La capacidad ociosa debida a la contracción de la demanda se orientó al exterior, entonces no se generaron nuevas inversiones para exportar; además, las empresas exportadoras contaron con el beneficio de una caída en los salarios reales<sup>5</sup>. Sin embargo, la producción manufacturera decreció a una tasa promedio anual de 1%. Para finales de este periodo, más de la mitad de las empresas del sector de bienes de capital habían cerrado o quebrado. El PIB de esta industria decreció significativamente, en casi mil millones de dólares y las importaciones de la rama<sup>6</sup> eran en 1986 de más de 11 mil millones de dólares.<sup>7</sup>

Sin embargo, el sector exportador tenía una gran concentración. En una encuesta industrial realizada en 1987<sup>8</sup>, más del 55% del valor total de las exportaciones de la muestra y casi la tercera parte de las ventas totales correspondieron a la General Motors, Chrysler y Ford. Otra fuente señala que 49% de las exportaciones manufactureras estuvieron concentradas en 10

<sup>5</sup>Para enero de 1988, el salario mensual promedio en México era 22 veces inferior al de EUA.

<sup>6</sup>Productos metálicos, maquinaria y equipo, que incluyen el sector automotor.

<sup>7</sup>L. A. Pérez A. e I. Echavarría V., *Comercio Exterior* 39(8), pp. 698-709.

<sup>8</sup>M. Mortimore y T. Huss, *Comercio Exterior* 41(7), pp. 694-703.

artículos, siendo la industria automotriz en su conjunto la que mayor porcentaje tenía con casi el 50% de las ventas de manufacturas, además de la presencia de transnacionales en el comercio de manufacturas (50%) y la concentración de las exportaciones en el mercado de EUA<sup>9</sup>.

Durante el periodo 1982-1988, la crisis y las diversas políticas de ajuste dieron como resultado costos económicos y sociales. Entre los costos económicos estuvieron la pérdida de la producción y el freno al crecimiento de la capacidad productiva. Los costos sociales fueron: poca generación de empleo, pérdida del poder adquisitivo del salario real, entre otros.

#### **4.4 LA POLÍTICA INDUSTRIAL DE 1988-1994.**

##### **Las bases de la nueva política industrial.**

La política industrial de este periodo se originó como respuesta a la crisis que enfrentó la economía mexicana durante la primera mitad de la década de los 80. Esta política partió de una concepción diferente de la que siguieron los políticos en sexenios anteriores acerca del papel del gobierno, de los empresarios y de los mercados en el proceso de desarrollo económico.

La nueva política se fundamentó en el postulado de que la economía de mercado es el camino más efectivo para promover el desarrollo económico del país. Este postulado conlleva ciertas premisas como serían: el funcionamiento eficiente de mercados competitivos permite que los empresarios tomen decisiones de inversión, de producción y de empleo en condiciones que redundarán en la asignación más eficiente de los escasos recursos con que cuenta la economía; asimismo, estas condiciones de mercado son las más propicias para fomentar el proceso ahorro-inversión y por ende, el crecimiento económico.

Por lo tanto, el papel del gobierno era promover la creación de un entorno económico que condujera a la operación eficiente de mercados competitivos para que motivara a la inversión de los particulares y la generación de empleos productivos. Debido a esto, se promulga el Programa Nacional de Modernización Industrial y del Comercio Exterior (PRONAMICE) 1990-1994 cuya premisa fundamental fue la estabilidad macroeconómica a través del combate a la inflación y en el perfeccionamiento de la apertura.

La estabilidad era fundamental para poder desarrollar mercados eficientes. Los principales instrumentos mediante los cuales se buscó la estabilización fueron los "pactos" entre los diferentes sectores de la sociedad. Estos han dado resultados positivos ya que la inflación se redujo de casi 200% en 1987 a cerca de 10% en 1993 y se mantuvo un crecimiento del PIB excepto en 1993.

---

<sup>9</sup>Héctor Hernández C. citado en R. Villarreal, 1988, p.302.

La apertura y la desregulación comenzaron en 1986 con la adhesión de México al GATT; se estimularon con el Pacto de Solidaridad Económica, iniciado en 1987, continuado a través de sus diferentes versiones; y se consolidaron con los tratados de libre comercio que México ha firmado con varias naciones.

La liberalización económica se llevó a cabo conjunta y coordinada con el programa de estabilización. Esto tenía por objeto que al abrir la economía se propiciara la estabilidad de precios puesto que los productores nacionales tendrían que competir con los del exterior<sup>10</sup>; además de que se propiciaba la competitividad.

Simultáneamente a la liberación comercial se introdujeron medidas de desregulación con el objeto de facilitar el proceso de aumento de la competitividad de la industria. Estas medidas se pueden dividir en: liberalización de programas y eliminación de estímulos fiscales sectoriales, acciones de desregulación, flexibilización de los controles de precios y actualización del marco regulatorio en materia de tecnología e inversión extranjera.

Los programas sectoriales se eliminaron rápidamente y se suspendieron los subsidios especiales a los precios de los energéticos y de los productos petroquímicos básicos. Además se anularon los estímulos fiscales a la inversión y a la adquisición de tecnología. Así, se programó la supresión de los programas que apoyaban a las industrias de: bienes de capital, farmacéutica, computación, entre otras. Sólo en el caso de la industria automotriz se sostuvo un esquema que todavía mantiene restricciones cuantitativas a la importación.

La desregulación planteó varios problemas ya que existían inercias y reticencias al cambio dentro del propio sector público. El propio Subsecretario de Industria señala que "el problema de impulsar la desregulación radica en que los afectados generalmente son pocos y están bien organizados, mientras que los favorecidos son muchos y están dispersos."<sup>11</sup>

El cambio en la política de precios fue un elemento clave en la implementación de la política industrial. En la primera etapa del pacto se utilizaron los controles generalizados de precios sólo de manera transitoria para acabar con la inercia inflacionaria. Una vez logrado esto, se relajó gradualmente el control, desarrollándose una concertación en la política de precios.

La liberación del régimen regulatorio en materia de inversión extranjera se presentó mediante la publicación de un reglamento de la Ley de Inversiones Extranjeras, en mayo de 1989, el cual señalaba las condiciones y los sectores a los que podía acudir mayoritariamente la inversión extranjera, eliminaba la discrecionalidad de la autoridad para permitir las o vetarlas y fijaba el mecanismo que incentivaba a los extranjeros para acudir al mercado mexicano de valores. El nuevo reglamento también establecía un Programa de Promoción a la Inversión Extranjera.

<sup>10</sup>Este efecto se reforzó al bajar los niveles arancelarios a un máximo de 20%.

<sup>11</sup>F. Sánchez Ugarte, et al, *La política industrial ante la apertura*, 1994, pp. 56.

La apertura y la desregulación comenzaron en 1986 con la adhesión de México al GATT; se estimularon con el Pacto de Solidaridad Económica, iniciado en 1987, continuado a través de sus diferentes versiones; y se consolidaron con los tratados de libre comercio que México ha firmado con varias naciones.

La liberalización económica se llevó a cabo conjunta y coordinada con el programa de estabilización. Esto tenía por objeto que al abrir la economía se propiciara la estabilidad de precios puesto que los productores nacionales tendrían que competir con los del exterior<sup>10</sup>; además de que se propiciaba la competitividad.

Simultáneamente a la liberación comercial se introdujeron medidas de desregulación con el objeto de facilitar el proceso de aumento de la competitividad de la industria. Estas medidas se pueden dividir en: liberalización de programas y eliminación de estímulos fiscales sectoriales, acciones de desregulación, flexibilización de los controles de precios y actualización del marco regulatorio en materia de tecnología e inversión extranjera.

Los programas sectoriales se eliminaron rápidamente y se suspendieron los subsidios especiales a los precios de los energéticos y de los productos petroquímicos básicos. Además se anularon los estímulos fiscales a la inversión y a la adquisición de tecnología. Así, se programó la supresión de los programas que apoyaban a las industrias de: bienes de capital, farmacéutica, computación, entre otras. Sólo en el caso de la industria automotriz se sostuvo un esquema que todavía mantiene restricciones cuantitativas a la importación.

La desregulación planteó varios problemas ya que existían inercias y reticencias al cambio dentro del propio sector público. El propio Subsecretario de Industria señala que "el problema de impulsar la desregulación radica en que los afectados generalmente son pocos y están bien organizados, mientras que los favorecidos son muchos y están dispersos."<sup>11</sup>

El cambio en la política de precios fue un elemento clave en la implementación de la política industrial. En la primera etapa del pacto se utilizaron los controles generalizados de precios sólo de manera transitoria para acabar con la inercia inflacionaria. Una vez logrado esto, se relajó gradualmente el control, desarrollándose una concertación en la política de precios.

La liberación del régimen regulatorio en materia de inversión extranjera se presentó mediante la publicación de un reglamento de la Ley de Inversiones Extranjeras, en mayo de 1989, el cual señalaba las condiciones y los sectores a los que podía acudir mayoritariamente la inversión extranjera, eliminaba la discrecionalidad de la autoridad para permitir las o vetarlas y fijaba el mecanismo que incentivaba a los extranjeros para acudir al mercado mexicano de valores. El nuevo reglamento también establecía un Programa de Promoción a la Inversión Extranjera.

<sup>10</sup>Este efecto se reforzó al bajar los niveles arancelarios a un máximo de 20%.

<sup>11</sup>F. Sánchez Ugarte, et al, *La política industrial ante la apertura*, 1994, pp. 56.



Dentro de estos programas, pactos y reglamentos se planteaba que si México quería ser competitivo, no bastaba simplemente con disponer de mano de obra abundante y barata o de una amplia dotación de recursos. Tampoco resultaba suficiente contar con un mercado amplio, joven y con gran potencial o estar bien localizado geográficamente. Si el país quería mantener una posición competitiva necesitaba replantear su estrategia y negociar un acceso preferencial a los mercados vecinos.

La negociación de tratados de libre comercio resultó fundamental para la política industrial por distintas razones: abrió nuevos mercados a productos mexicanos, se establecieron las condiciones para que actividades intensivas en mano de obra se localizaran en México, los consumidores nacionales se beneficiaron al adquirir bienes y servicios a precios más competitivos, se crearon mejores perspectivas para la inversión tanto nacional como extranjera y, finalmente, con los tratados se establecían esquemas de largo plazo que facilitaban la planeación de las empresas.

Con estos esquemas, el papel del sector privado era activo y el Estado asumía la obligación de crear un entorno favorable y promover la competitividad. En este nuevo marco las cámaras y asociaciones empresariales desempeñaban un papel preponderante. Anteriormente, estas instituciones servían como agencias de gestoría para resolver los problemas que los particulares enfrentaban con el gobierno. Con el nuevo modelo, éstas debían convertirse en agentes de promoción industrial y reorientar su labor hacia las necesidades que se presentaban con la entrada en vigor de los tratados comerciales y la apertura hacia el exterior.

### **Los instrumentos de la nueva política industrial.**

Las inversiones y las exportaciones fueron los factores que impulsaron el modelo de crecimiento económico e industrial de México en el periodo reciente. Por esta razón fue esencial (y lo es todavía) el promoverlos activamente dentro y fuera del país mediante un sistema impositivo internacionalmente competitivo, la modificación de normas aplicables a la inversión nacional y extranjera, los programas de apoyo a las empresas exportadoras y el esfuerzo para inducir a los inversionistas nacionales y extranjeros a orientar sus recursos de capital hacia nuestro país.

Dentro del sistema impositivo se evitaron costos fiscales elevados incompatibles con el objeto de sanear las finanzas públicas. De esta forma, se racionalizó la política tributaria, donde se enfatizó su obligatoriedad y donde se aplicaron las estructuras y deducciones que son típicas de los países industrializados.

Dentro de estos programas, pactos y reglamentos se planteaba que si México quería ser competitivo, no bastaba simplemente con disponer de mano de obra abundante y barata o de una amplia dotación de recursos. Tampoco resultaba suficiente contar con un mercado amplio, joven y con gran potencial o estar bien localizado geográficamente. Si el país quería mantener una posición competitiva necesitaba replantear su estrategia y negociar un acceso preferencial a los mercados vecinos.

La negociación de tratados de libre comercio resultó fundamental para la política industrial por distintas razones: abrió nuevos mercados a productos mexicanos, se establecieron las condiciones para que actividades intensivas en mano de obra se localizaran en México, los consumidores nacionales se beneficiaron al adquirir bienes y servicios a precios más competitivos, se crearon mejores perspectivas para la inversión tanto nacional como extranjera y, finalmente, con los tratados se establecían esquemas de largo plazo que facilitaban la planeación de las empresas.

Con estos esquemas, el papel del sector privado era activo y el Estado asumía la obligación de crear un entorno favorable y promover la competitividad. En este nuevo marco las cámaras y asociaciones empresariales desempeñaban un papel preponderante. Anteriormente, estas instituciones servían como agencias de gestoría para resolver los problemas que los particulares enfrentaban con el gobierno. Con el nuevo modelo, éstas debían convertirse en agentes de promoción industrial y reorientar su labor hacia las necesidades que se presentaban con la entrada en vigor de los tratados comerciales y la apertura hacia el exterior.

### **Los instrumentos de la nueva política industrial.**

Las inversiones y las exportaciones fueron los factores que impulsaron el modelo de crecimiento económico e industrial de México en el periodo reciente. Por esta razón fue esencial (y lo es todavía) el promoverlos activamente dentro y fuera del país mediante un sistema impositivo internacionalmente competitivo, la modificación de normas aplicables a la inversión nacional y extranjera, los programas de apoyo a las empresas exportadoras y el esfuerzo para inducir a los inversionistas nacionales y extranjeros a orientar sus recursos de capital hacia nuestro país.

Dentro del sistema impositivo se evitaron costos fiscales elevados incompatibles con el objeto de sanear las finanzas públicas. De esta forma, se racionalizó la política tributaria, donde se enfatizó su obligatoriedad y donde se aplicaron las estructuras y deducciones que son típicas de los países industrializados.

La promoción de las ventas en el exterior por medio de instrumentos de fomento interno se ha realizado por los programas Altex, Ecex, Pitex y *Draw Back*, los cuales apoyan y estimulan la competitividad de acuerdo con las necesidades de cada una.

El programa de empresas altamente exportadoras (Altex) estuvo constituido por 630 empresas, las cuales exportan más de dos millones de dólares o el equivalente a 40% de sus ventas. Durante 1993 se otorgaron 82 nuevas constancias que proyectaban exportaciones anuales por 340 millones de dólares. Las empresas de comercio exterior (Ecex) aglutinan la oferta exportable de productores pequeños que sumaban hasta 1993, 104.

Se continuó la operación del programa de importación temporal para producir artículos de exportación (Pitex) iniciado en el sexenio de 1982-1988. Este permite la importación de bienes que se utilizan en artículos de exportación sin pago de aranceles. Así, este programa benefició a 1,651 empresas entre 1989 y 1993.

Finalmente, con el programa de devolución de impuestos de importación para exportadores (*Draw Back*), se atendieron 2,975 solicitudes, que ampararon exportaciones del orden de los 250 millones de dólares en 1993.

Además de la operación de estos programas, el gobierno y los exportadores crearon la Comisión Mixta para la Promoción de las Exportaciones (Compex) con el propósito de resolver problemas operativos, diseñar medidas que agilicen la actividad exportadora y apoyar iniciativas de ventas al exterior. Desde su creación recogió 2,374 problemas de los cuales ha solucionado el 97%.

En la actualidad la normalización constituye un poderoso instrumento de política industrial. En el pasado, la política de normalización se usaban como un instrumento proteccionista. Sin embargo, a últimas fechas se les dio una importancia decisiva en el nuevo esquema industrial.

La nueva política de normalización se definió por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización promulgada en junio de 1992. En esta ley se establecieron procedimientos para fijar las normas<sup>12</sup> equiparables con los métodos que son utilizados en los países de la OCDE. Además, confirió a los particulares un papel protagónico en la formulación de normas como en el proceso de verificación y certificación. La ley establece dos tipos de normas: la norma oficial mexicana (NOM) que tiene carácter obligatorio; y la norma mexicana (NMX) cuyo carácter es voluntario.

---

<sup>12</sup>Las normas son estándares de referencia que sirven para determinar la calidad y el desempeño de los productos y servicios que se comercializan en el país; en este contexto, la calidad de un producto corresponde a la capacidad de satisfacer las necesidades del consumidor en condiciones ambientales, culturales y tecnológicas específicas.

Por otro lado, el fomento de la competitividad de la industria fue otro de los objetivos importantes. Con este fin, se crearon instituciones que apoyaran a las empresas en tres áreas específicas: metrología y propiedad industrial, calidad y certificación y promoción de la innovación tecnológica.

Dentro de la primera área se realizó la constitución del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) y de una legislación adecuada para la protección de las marcas y patentes; dentro de la metrología se creó el Centro Nacional de Metrología (Cenam). Dentro de la segunda y tercera área se creó la Fundación Mexicana para la Innovación y Transferencia de Tecnología (Funtec) cuyo propósito fue desarrollar una cultura tecnológica para pequeñas y medianas empresas.

### **Conclusiones.**

Como se puede observar, la mayor parte, sino es que todos, los instrumentos de política industrial son de carácter pasivo, determinado por las premisas señaladas al principio de esta sección: la obligación del Estado es crear un entorno favorable y promover la competitividad. Sin embargo, todos los instrumentos señalados entraron en funcionamiento a partir de 1990, la mayoría siendo de 1992. Esto obliga a suponer que la transición de una economía de exportación de petróleo a una donde se realiza una sustitución de exportaciones continuó en buena parte de este periodo.

Es por esta razón, que no se realizará una evaluación de la industrialización del periodo 1988-1994. De las situaciones y cifras a examinar se encuentran argumentos contradictorios que no permiten un análisis crítico; además de que no se puede determinar si el proceso iniciado en 1986 se ha terminado o continúa vigente.

Con el fin de tener una visión más completa de la situación de la industria se señalarán a continuación algunas de las propuestas que la Confederación de Cámaras Industriales (Concamin) dio a conocer en 1994 para la recuperación industrial<sup>13</sup>: desarrollar una nueva ley aduanera, sin excepción aplicar las NOM's en todas las aduanas del país, elaboración de mecanismos para verificar el cumplimiento de la normatividad, promover la cultura de calidad, modernizar las instalaciones de las distintas dependencias gubernamentales, asimismo capacitar a su personal, garantizar la puntualidad en el pago de proveedores gubernamentales, fortalecer y apoyar asociaciones estratégicas entre sectores agropecuario e industrial, homologar las normas y criterios técnicos para productos alimenticios, fomentar la coordinación entre autoridades, industriales y comercio, revisar críticamente la política comercial, establecer apoyo a la reconversión y especialización de la producción exportadora, apoyar la

---

<sup>13</sup>S. López E., *Manufactura* 1(4), pp. 14-17.

diversificación de mercados en favor de las pequeñas y medianas empresas, alentar la descentralización y la simplificación administrativa sobre todo en el esquema tributario, etc.

La lista continúa, es extensa e intensiva, sin embargo en ningún momento plantea el cambio de modelo de desarrollo industrial a partir de las exportaciones. Lo que señala es que debe seguir lo que llama la "revolución microeconómica", que es el apoyo gubernamental para el surgimiento, crecimiento e integración de las pequeñas y medianas empresas.

## 5/ GENERALIDADES RESPECTO A LA INDUSTRIA QUÍMICA.

### **Introducción.**

El conocimiento que tiene la química respecto a las cosas materiales y a las reacciones que en ellas se pueden realizar es extenso. La aplicación de los principios químicos ha permitido al hombre fabricar un gran número de sustancias de mucha utilidad como son: los plásticos, jabones, fibras sintéticas, medicinas, fertilizantes, etc. Estos y otros productos químicos influyen en muchos aspectos de nuestra vida diaria; su fabricación es el punto hacia donde se dirige todo el esfuerzo de la industria química.

Es difícil definir a la industria química en un sentido estricto, y a menudo se presenta la confusión de lo que es una compañía química y cuál no lo es. La imagen más común de una compañía química es aquella que fabrica y vende "químicos", ya sean compuestos o elementos puros, los cuales son utilizados como materia prima para procesos posteriores.<sup>1</sup> Una compañía química fabrica por ejemplo: ácido sulfúrico, carbonato de sodio, fenol, anhídrido ftálico o estireno; no fabrica acero, papel o petróleo refinado, aunque debemos reconocer que todos éstos son procesos químicos. La industria del vidrio y del acero son ciertamente "químicas", pero estas industrias se consideran autónomas y no como parte de la industria química. Lo mismo ocurre con la industria textil, alimentaria, farmacéutica, la del cobre y las industrias del petróleo.

Los elementos puros o compuestos que vende la industria química a menudo no son útiles por sí solos, por ejemplo, el hidróxido de sodio es un material que se produce en enormes cantidades en muchas partes del mundo como un compuesto químico puro. Por sí sólo, no es muy útil, pero cuando se utiliza en procesos de manufactura, como la fabricación del jabón, se

---

<sup>1</sup>Esto es, bienes intermedios.

convierte en una materia prima útil. Lo mismo sucede con otros compuestos químicos tales como el ácido sulfúrico, cloro, butadieno, fenol, ácido cítrico, fosfato trisódico etc.

La realidad es que en la actualidad, las compañías químicas a nivel mundial participan en una amplia variedad de actividades comerciales y de producción. Como un ejemplo, podemos citar a la American Cyanamid Company, una de las más "químicas" de las compañías químicas en los Estados Unidos; esta compañía ha diversificado sistemáticamente sus actividades mediante la compra de Lederle Laboratories (farmacéuticos), Breck (preparaciones para el cabello), Formica (laminados de plástico). Esta diversificación, lejos de ser de productos químicos, constituye ahora una parte substancial de las ganancias de la Cyanamid Company.

Por esta razón, algunas de las compañías químicas más famosas han eliminado la palabra química del nombre de su empresa. Por ejemplo la Monsanto Chemical Company, uno de los nombres más famosos en la industria, ha cambiado su nombre a Monsanto Company.

### **5.1 Características de la industria química.**

Como todas las demás industrias, la industria química tiene algunas características propias:

- a) Es muy dependiente de la experiencia y del conocimiento científico. Una buena parte del conocimiento que utiliza esta industria en sus procesos se ha obtenido y se obtiene mediante trabajo de investigación propio.
- b) Tiene un grado de innovación alto, tanto en sus productos como en sus procesos, pues siempre existe un esfuerzo constante por crear nuevos productos con propiedades superiores a los anteriores. Estos nuevos productos pueden llegar a desplazar totalmente a los anteriores, crear industrias nuevas e inducir grandes cambios tanto en la industria química como en las demás industrias. Hay que mencionar también que al modificar y mejorar las propiedades de los productos existentes los procesos de fabricación generalmente se vuelven más eficientes.
- c) La industria química es altamente competitiva. La competencia existe entre fabricantes de un mismo material o de diferentes productos con el mismo uso final. La competencia internacional es grande; las grandes compañías químicas fundadas originalmente en un determinado país, desarrollan actualmente operaciones de venta y fabricación en otros países.
- d) Se tiene libertad de acceso al mercado. Esto lo puede realizar desde una persona hasta una compañía entera, pues existen muchos procesos que se pueden efectuar fácilmente con equipo sencillo.
- e) Esta industria es intensiva en el uso de capital, tanto en la construcción como en la renovación de sus instalaciones y equipo. Esto se debe principalmente a que el equipo que se requiere es complejo y caro, hecho de materiales especiales resistentes a presiones y

temperaturas altas y a la acción de sustancias corrosivas. Además, el equipo se fabrica frecuentemente en formas poco usuales que requieren mantenimiento especial y una fabricación costosa.

f) Las plantas químicas requieren grandes cantidades de servicios como la transmisión de o generación de energía eléctrica, enfriamiento y distribución de agua y aire, y control de la contaminación que producen sus efluentes.

Sin embargo, las características más importantes de la industria merecen una explicación más extensa que la anterior. A continuación se desarrollaran los puntos clave para la presencia actual de la química como una de las ramas imprescindibles dentro de los sectores industriales de cualquier país.

#### Elevado gasto en investigación y desarrollo.

La investigación y el desarrollo son una parte muy importante en las actividades de la industria química, más que en cualquier otra industria. Algunas compañías invierten más dinero que otras en este aspecto, pero casi todas invierten algo en investigación. Hay que mencionar que muchos de los avances importantes se han logrado gracias al trabajo de investigación; han surgido nuevas industrias a partir de los descubrimientos en el laboratorio y muchas compañías afirman que un gran porcentaje de sus ganancias provienen de los descubrimientos hechos hace menos de 10 años.

En la actualidad, el desarrollo de nuevos productos y la mejora de procesos, son actividades fundamentales para poder ser competitivo; inclusive, es importante saber asimilar tecnología extranjera e investigar y desarrollar tecnología propia en un mercado donde la competencia a nivel nacional e internacional es muy intensa.

En los países industrializados los gastos en investigación representan, en promedio, del 3% al 4% de las ventas anuales. En algunas ramas, como la farmacéutica y las especialidades, la proporción es mayor. En otras ramas donde la tecnología cambia poco, como en los inorgánicos básicos y los fertilizantes, las proporciones son menores.

En los países como México, la mayoría de los empresarios no invierten en investigación, argumentando que no cuentan con recursos para ello, o bien, por considerar que para usar tecnología extranjera no necesitan investigar. Solamente en los últimos años, a raíz de la crisis, algunas empresas y en especial las más grandes, han creado modestos laboratorios de investigación.

#### Rápido crecimiento.

La experiencia de varias décadas en los países industrializados y en los que están en vías de desarrollo, como México, es clara al respecto. De 1950 a 1975, la industria química de EUA



creció cerca del 9%, esta tasa es del orden del doble del crecimiento promedio de sus industrias de transformación en general.

Dicho crecimiento, el mayor que la producción química ha tenido en México, se presentó incluso en el periodo de crisis (1979-1986), cuando tuvo un crecimiento del 12.1% anual (en términos de dólares corrientes). Es claro que durante este lapso hubo dos años de decremento, 1982 y 1986, pero el promedio fue el mencionado.

#### Formas especiales de competencia y propiedad tecnológica.

La tendencia en los mercados de productos químicos es la de uniformarse, ya que las empresas se están viendo forzadas a producir con calidad y el precio que el nivel internacional requiere.

Los factores de competencia son, en parte, las economías de escala, las materias primas y los procedimientos de producción. En la producción de básicos e intermedios donde los volúmenes de los mercados son muy grandes, las plantas industriales tienen que ser de gran tamaño para poder competir. En las especialidades, en cambio, la competencia se basa en la innovación para comercializar los productos.

La competencia en la industria química tiene actualmente una base importante en su capacidad de información, la que está en función de su capacidad de investigación. De hecho, información e investigación son dos elementos importantes del desarrollo tecnológico.

Cada vez son más raros los casos de monopolios prolongados basados en patentes. La propiedad de la tecnología se guarda celosamente, inclusive en muchos casos las innovaciones no se patentan. Hay ramas de la industria química como la farmacéutica, la de los cosméticos y especialidades en general, donde no se vende la tecnología. Las empresas matrices la transfieren a sus filiales, ocultándola de sus competidores, con claves y mezclas engañosas.

#### Rápida obsolescencia de equipo y tecnología.

Es frecuente que las condiciones de operación y la agresividad de muchos productos químicos, provoquen problemas de corrosión y sea necesario cambiar los equipos o algunas de sus partes.

Además de los problemas de corrosión, los avances en la tecnología, el diseño y los materiales de construcción hacen necesario que se cambien equipos de poco tiempo de uso. Todos estos problemas se traducen en mayores inversiones, las que pueden hacer incosteable un proyecto o una planta en funcionamiento.

Además de lo anterior, los costos han crecido de manera pronunciada en los últimos años, de tal manera que la tendencia es reconvertir, más que construir plantas.

### Necesidad de infraestructura compleja.

La industria química es importante para la economía de un país. Un ejemplo de esto se vivió en México, ya que en 1938 el éxito de la nacionalización de la industria petrolera dependió de la capacidad tecnológica para fabricar un producto químico: el tetraetilo de plomo.

Estados Unidos, junto con sus aliados en la Segunda Guerra Mundial, antes de lograr la bomba atómica, tuvo que establecer un programa de emergencia para la producción de hule sintético, ya que el hule natural de Malasia lo controlaban los países del Eje (Alemania, Italia y Japón).

Incluso desde la Primera Guerra Mundial, Inglaterra, Francia y Estados Unidos tuvieron serias dificultades para ganar, precisamente por el menor desarrollo de sus industrias químicas, en comparación con la alemana, que entonces tenía una importante ventaja.

Las interrelaciones entre la producción química y el desarrollo económico y tecnológico son dobles, ya que no se tiene una economía madura sin una industria química desarrollada, pero tampoco se puede tener una industria química desarrollada sin una economía bien integrada y con un nivel tecnológico considerable.

Es probable que las dificultades principales que tiene actualmente la industria química mexicana para desarrollarse se deriven de una deficiente infraestructura tecnológica y una escasa integración de algunas actividades económicas, especialmente en las cadenas de fabricación de bienes de capital.

### Inversión más elevada para equipo anticontaminante.

Los efectos en la industria química del control de contaminación son múltiples. En primer lugar aumenta la inversión debido al costo de los equipos y sistemas que se requiere instalar para cumplir con las regulaciones gubernamentales relacionadas con el tratamiento de desechos; se tienen gastos elevados para la administración de los desechos líquidos y gaseosos y un gasto menor para los contaminantes sólidos.

Además hay que tener personal especializado, desde los que estudian el impacto de los contaminantes -quienes investigan la manera de reducir ese impacto- hasta los administradores de los sistemas. Se requiere considerar también un consumo adicional de energía. Hay otro aspecto en el cual la industria química debe hacer mayores gastos que otras industrias y es el de las instalaciones y medidas de seguridad para los trabajadores.

La responsabilidad del control de la contaminación recae en primer lugar en el ingeniero de proyecto y en la firma que diseña y construye la planta, junto con el ingeniero de proyecto, el tecnólogo y el inversionista.

Es necesario tener presente que la contaminación que produce la industria puede evitarse desde la etapa inicial del proyecto, lo cual resulta mucho menos difícil y costoso que tratar de reducir la contaminación cuando la planta ya está en operación.

#### Elevada diversificación e integración de la producción.

Algunas empresas químicas pueden ser competitivas, aun con uno o pocos productos, si dominan las cadenas verticales con las cuales está relacionada su producción.

En las empresas químicas más grandes, que generalmente son muy competitivas, la diversificación de la producción alcanza casi todas las ramas de ésta. Además, muchas de ellas producen intermedios que no venden, sino que utilizan en la fabricación de otros productos de autoconsumo.

Algunas empresas manejan muchos productos en varias divisiones, cada una de las cuales puede ser muy grande. De esta manera pueden integrar su producción tanto horizontal como verticalmente en su matriz de productos e insumos. Esto les representa ahorros considerables, lo que explica su elevada competitividad.

Entre las empresas transnacionales de la química, algunas han diversificado sus líneas de producción, incluso fuera de su área, comprando otras empresas.

La importante integración que tienen las grandes empresas químicas de los países industrializados se traduce en una industria bien equilibrada y balanceada. Es decir, en una industria en la cual la producción de básicos guarda cierta proporción con respecto a los productos intermedios y a los de consumo final.

#### Tecnología fuertemente ligada con los costos de producción.

Los factores de mayor importancia en los costos de la producción química son:

materias primas, consumo de energéticos, tamaño de la planta y gastos financieros. En los cuatro influye fuertemente la tecnología.

Una tecnología más moderna puede requerir menos materia prima o un menor consumo de energía por unidad de producto. También puede ser que se use una materia prima de menor calidad o que se aproveche mejor el calor en las diversas instalaciones de las plantas.

El tamaño de la planta y los gastos financieros también tienen una relación directa con la tecnología. Las de mayor tamaño, con elevadas inversiones, se han podido instalar por avances tecnológicos en los equipos que permiten el manejo de elevados flujos. Muchos de éstos se han dado en la industria petrolera y después en la petroquímica y en la química en general.

### Tendencia a invertir en especialidades químicas.

En muchas de las empresas químicas de los países industrializados se nota una tendencia a invertir en especialidades químicas, más que en productos básicos e intermedios. Esta tendencia obedece a que los márgenes de utilidad de las especialidades químicas generalmente son más elevados que los productos no diferenciados. Además, los mercados cada vez se vuelven más exigentes, en cuanto a la demanda de productos para usos específicos, con características bien definidas y especiales, aun siendo de mayor precio.

La fabricación de los básicos e intermedios está siendo traspasada a los países en desarrollo con grandes reservas de materias primas (petróleo y minerales) y con menos restricciones gubernamentales en cuanto a la contaminación y a la seguridad laboral.

### **5.2 Clasificación de la industria química.**

Debido a la gran cantidad de sustancias químicas que se utilizan en la industria de proceso y manufacturera, surge la necesidad de clasificarlas. Esta clasificación se hace de acuerdo con las características de las sustancias.

La industria química nacional está clasificada dentro de la industria manufacturera mexicana, esta última está integrada como sigue:

1. Productos alimenticios, bebidas y tabaco.
2. Textiles, prendas de vestir e industria del cuero.
3. Industria de la madera y productos de la madera.
4. Papel, productos de papel, imprenta y editoriales.
5. Sustancias químicas, derivados del petróleo, productos de caucho y plástico.
6. Productos de minerales no metálicos, exceptuando derivados del petróleo y carbón.
7. Industria metálica básica.
8. Productos metálicos, maquinaria y equipo.
9. Otras industrias manufactureras.

La división anterior es la que utiliza el Sistema de Cuentas Nacionales de México.

A su vez, la industria química mexicana se compone de las siguientes subdivisiones:

- a) Petroquímica básica ( 34 ).
- b) Química básica ( 35 ).
- c) Abonos y fertilizantes ( 36 ).
- d) Resinas sintéticas y fibras artificiales ( 37 ).
- e) Productos farmacéuticos ( 38 ).
- f) Jabones, detergentes y cosméticos ( 39 ).
- g) Otros productos químicos ( 40 ).

A su vez cada rama se compone de diferentes clases de actividad (a nivel de cuatro cifras según el Sistema de Cuentas Nacionales): la rama 34 se compone de productos petroquímicos básicos (clase 3401); la rama 35 se compone de colorantes y pigmentos (3501), gases industriales (3511) y productos químicos básicos (3521); la 36 está integrada por abonos y fertilizantes (3601); la rama 37 integra a las fibras celulósicas y sintéticas; la 38 los productos medicinales (3801); 39 los perfumes detergentes y similares (3901) y perfumes cosméticos y similares (3911); y la rama 40 la integran los insecticidas y plaguicidas (4001), pinturas, barnices y lacas (4011), impermeabilizantes, adhesivos y similares (4021), tintas (4031), pulimentos, desodorantes y lustradores (4032), aceites esenciales (4041), grasas y aceites animales no comestibles (4042), explosivos y fuegos artificiales (4043) y otros productos químicos (4044).<sup>2</sup>

La producción de bienes intermedios en la industria química comprende las ramas 34, 35, 36 y 37; la producción de bienes de uso final son las ramas 38 y 39 que como podrá observarse son las de productos farmacéuticos y jabones detergentes y cosméticos. La rama 40 produce simultáneamente bienes de uso final e intermedio.

Adicionalmente existen otras tres ramas de productos más específicos, que son: Petróleo y derivados, productos de hule y artículos de plástico.

Existe, además de la anterior, otra clasificación que utiliza el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, la cual se denomina "Clasificación mexicana de actividades económicas" y es la siguiente:

Rama	Clase	Nombre	Notas
3511	351100	Petroquímica básica	Productos elaborados por Pemex
3512		Sustancias químicas básicas	Excluye la petroquímica básica.
	351211	Básicos orgánicos	
	351212	Básicos inorgánicos	
	351213	Colorantes y pigmentos	Excluye colorantes naturales y tintas.
	351214	Gases industriales	
	351215	Aguarrás y brea o colofonia	
	351216	Otros químicos básicos	Incluye materias primas para la ind. farmacéutica.
	351221	Fertilizantes	
	351222	Insecticidas y plaguicidas	

<sup>2</sup>El Financiero, 21 de enero de 1993.

	351231	Resinas sint. y plastificantes	
	351232	Hule sintético	
3513	351300	Fibras artificiales y sintéticas	Incluye celofán y cuerdas para llantas.
3521	352100	Industria Farmacéutica	Excluye materias primas.
3522		Otras sustancias y productos químicos	
	352210	Pinturas, barnices y lacas	Incluye productos conexos (thiner)
	352221	Perfumes, cosméticos y similares	
	352222	Jabones, detergentes y dentífricos	
	352231	Adhesivos e impermeabilizantes	
	352232	Tintas para impresión y escritura	
	352233	Cerillos	
	352234	Películas, placas y papel sensible	
	352235	Velas y veladoras	
	352237	Explosivos y juegos artificiales	
	352237	Limpiadores, aromatizantes y similares	Incluye desinfectantes y conexos
	352238	Aceites esenciales	Incluye grasas y ceras industriales
	352239	Refinación de grasas y aceites animales no comestibles	Incluye cera de abeja y sebo
	352240	Otros productos químicos secundarios	

El subsector 35 de la Clasificación mexicana incluye otras cuatro ramas: 3530, refinación del petróleo; 3540, coque, lubricantes y artículos a base de asfalto; 3550, artículos de hule; 3560 artículos de plástico.<sup>3</sup>

### 5.3 Importancia de la industria química.

A nivel mundial y considerando todas sus áreas, la industria química, ha sido uno de los pilares básicos en que se ha construido el desarrollo económico de varias naciones; y son los países más avanzados los que controlan la mayor parte de esta industria. Así tenemos por ejemplo que Europa Occidental, Estados Unidos y Japón, producen actualmente alrededor del 80% del volumen total de productos químicos, y las empresas de estas regiones dominan también el mercado y las tecnologías. Se calcula que las 100 compañías químicas más grandes del mundo contribuyen con aproximadamente el 50% de las ventas totales que se estiman en el rango de 900 mil millones de dólares.

<sup>3</sup>E. Montaña, *La industria petroquímica en México*, 1990, p.15.

A nivel nacional, aunque la industria química es sólo una subdivisión de la industria manufacturera, contribuye casi en todos los renglones de la productividad, con productos que van desde los inorgánicos como la sosa, diferentes ácidos minerales, hasta los orgánicos como plásticos, solventes, impermeabilizantes, pinturas y petroquímicos básicos. Las áreas principales de la industria química que tienen mayor producción en nuestro país son: petroquímica básica y química básica.

### **5.3.1 La industria petroquímica.**

La industria petroquímica se define como la actividad industrial encargada de elaborar productos derivados del petróleo y gas natural mediante procesos químicos y físicos. La importancia de esta industria se sustenta principalmente en la amplia interrelación con casi todos los sectores productivos, por su capacidad de sustituir, modificar y mejorar la calidad de los productos naturales, por ser además una alternativa viable para contribuir a un aprovechamiento más racional de los hidrocarburos con que cuenta el país, y también por su impacto en la balanza comercial.

La legislación actual divide a la industria petroquímica en dos ramas fundamentales: petroquímicos básicos, cuya producción está reservada exclusivamente para Petróleos Mexicanos (Pemex); y los petroquímicos secundarios, los cuales pueden ser producidos por Pemex o por la industria privada. La lista de los petroquímicos básicos y secundarios es emitida por la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (SEMIP), actual Secretaría de Energía.

El 13 de octubre de 1986, SEMIP reclasificó 36 productos petroquímicos básicos en secundarios; el 14 de agosto de 1989 hizo lo mismo con otros 14. Así, la industria petroquímica básica pasó de 70 a 34 productos en 1986 y a 20 en 1989. Como contrapartida, los secundarios crecieron de 15 a 55 en 1986 y a 66 a partir del 14 de agosto de 1989. Con estas reclasificaciones se abrió la posibilidad de que la iniciativa privada participara en su elaboración.

En 1992 se da a conocer otra reclasificación de los productos de la petroquímica básica, con lo cual estos últimos se reducen a ocho, los cuales son: Butanos, etano, heptano, hexano, materia prima para negro de humo, naftas, pentanos y propano.

Con relación a la petroquímica secundaria, cabe mencionar que en México, ésta se clasifica en las seis subramas siguientes: fertilizantes nitrogenados, fibras químicas, elastómeros y negro de humo, resinas sintéticas, productos intermedios y especialidades.

### **5.3.2 La industria química básica.**

La industria química básica representa el primer paso para muchos procesos industriales. Es en ella donde se efectúa la primera transformación de muchos recursos naturales, especialmente de los llamados minerales no metálicos. Es decir, existe una relación estrecha entre minería no metálica y la industria química básica, y pueden ser el impulso o la limitante de muchas cadenas productivas, siendo esto precisamente la clave de su importancia. En México esta industria incluye 13 productos: ácido clorhídrico, ácido fluorhídrico, ácido nítrico, ácido fosfórico, ácido sulfúrico, ácido crómico, carbonato de sodio, bicarbonato de sodio, cloro, óxido de magnesio, sosa cáustica, sulfato de sodio y tripolifosfato de sodio. Estos productos a su vez parten de las siguientes materias primas: cloruro de sodio, fluorita, gas natural, azufre, roca fosfórica, trona, cromita, magnesita y agua de mar o saladares.

Los productos químicos básicos están presentes en prácticamente todo el sector industrial, aunque por los volúmenes manejados, su presencia es más notable en las industrias de fertilizantes, plaguicidas, jabones, detergentes, farmacéutica, metalúrgica, cerámica, refractarios, vidrio, pinturas, papel, textil, alimentos y por supuesto dentro de la misma industria química y petroquímica.



## **6/ DESARROLLO HISTÓRICO DE LA INDUSTRIA QUÍMICA EN MÉXICO.**

### **6.1 La formación de la protoindustria 1821 - 1867.**

Como ya se mencionó, la industria química se caracteriza por ser intensiva en la utilización de capital, pero además de esto por ser altamente dependiente del avance tecnológico.

Al carecer de una tradición tecnológica en el área de proceso, México tuvo que basar su industrialización en tecnología importada, pues mientras algunos países producían materiales químicos desde el siglo XIX y operaban todavía bajo acuerdos de licenciamiento tecnológico entre empresas de distintos países, México había permanecido indiferente ante este proceso de industrialización.

Durante los primeros cincuenta años del México independiente, sucedieron varias crisis políticas que propiciaron, junto con el caos económico de esa época, inestabilidad industrial en el país.

En 1830, nueve años después de consumada la independencia de México, el gobierno Federal estableció el Banco de Avío, que tenía como objetivo ayudar financieramente a quienes estuvieran decididos a montar fábricas. Este primer intento de fomento industrial en sus doce años de existencia, contribuyó al desarrollo de 37 empresas y ayudó a reanudar la actividad de la principal industria de aquella época: la textil de algodón y lana. También ayudó al establecimiento de otras industrias tales como la del vidrio, la del papel, fundiciones, talleres mecánicos y otras. El funcionamiento de este Banco se vio obstaculizado por problemas económicos, derivados de los numerosos cambios de gobierno que hubo durante esos años, y terminó por desaparecer en 1842 por decreto del presidente López de Santa Anna. Ese mismo

año Don Lucas Alamán, creador y director de este Banco, promovió entonces el establecimiento de la Dirección General de la Industria Nacional. El objetivo principal fue asociar a las empresas que pertenecían al mismo ramo industrial.

Respecto al desarrollo de la industria química durante esta época, es importante mencionar que se establecieron fábricas de aceite de oliva, ajonjolí, cacahuete y linaza. Se producían cerillos, sulfato de magnesio y sosa, además del ácido nítrico y otros productos químicos que se utilizaban en la minería.

El crecimiento del sector industrial en esa época fue lento, del orden de 1% como promedio anual. La industria química contribuía aproximadamente con la cuarta parte del valor de la producción industrial.<sup>1</sup>

Para este tiempo, y no obstante los adelantos de la química en lo referente a sus aplicaciones a la minería y a la farmacia, se notaba cierto vacío en relación con la química aplicada a la industria. No se contaba con los químicos industriales en la cantidad apropiada, ni con las especialidades exigidas por las necesidades del país. La mayoría de los profesionales químicos requeridos en las industrias del azúcar, de las fermentaciones, de hilados y tejidos y en las plantas de productos químico-farmacéuticos y químico-industriales, provenían de Europa, pero en un número insuficiente. La agricultura por su parte, no contaba con químicos que se dedicaran al estudio de los suelos, ni con los fertilizantes necesarios para aumentar el rendimiento agrícola.

Pasaron varias décadas antes de que se reconocieran estos problemas y se impulsara la creación de la primera escuela de química industrial. Como se verá en capítulos posteriores, ésta fue fundamental para el desarrollo de la industria química en México.

## **6.2 La Reforma y la República Restaurada.**

Cuando Juárez regresó al poder en 1867, después de la intervención francesa, se inició una etapa de estabilidad política que se prolongó y se acentuó durante los periodos del gobierno del General Díaz, terminando en 1910, cuando estalló la Revolución.

Durante este periodo, se establecieron importantes industrias en el país, debido a que el presidente Díaz dio grandes facilidades a la inversión extranjera. De hecho, durante estas décadas se incrementó la demanda de productos manufacturados, lo que permitió el establecimiento de algunas industrias grandes, como la de textiles, del vidrio, de la cerveza, de productos químicos y otras, incluyendo la primera siderúrgica con un alto horno.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>Giral, González y Montaño. *La industria química en México*, 1978, p.6.

<sup>2</sup>Ibid, México, 1978, p.7.

Fueron tres los factores determinantes del crecimiento del mercado nacional para esos productos: las leyes de desamortización, que rompieron la organización comunal y tradicionalista de la sociedad; las nuevas condiciones del comercio interior, que surgieron al eliminarse impuestos a esta actividad; y por último, los ferrocarriles, que permitieron el transporte de mercancías a un costo y en un tiempo muy inferior a los anteriores, cuando sólo había carretas y los caminos o veredas estaban en mal estado. Durante esa época aumentaron las exportaciones de minerales y productos agrícolas gracias, en parte, al ferrocarril.

Hacia 1890 se instalaron en el centro y norte del país las primeras plantas modernas para utilizar grasas vegetales; entre otras la Compañía Industrial Jabonera de La Laguna.

La mayor novedad sin embargo, consistió en la introducción de la electricidad; entre 1887 y 1910 se formaron 100 compañías, las cuales instalaron 63 plantas. En 1889 la nueva energía ya se usaba en la industria textil y en la minera, y hacia 1895 se generalizó a la fundición de metales, molinos de harina, fábricas de yute, explosivos, cerveza, muebles y papel, al transporte urbano y al alumbrado público y doméstico.

Así pues, al crecer las industrias: textil, papel, vidrio, azúcar y otras que requerían de procesos químicos, se incrementó la demanda de tales productos y así surgieron nuevas empresas químicas; pero a pesar del considerable auge industrial, éste se basó en la importación tanto de Europa como de Estados Unidos de todos los elementos necesarios, incluyendo a los ingenieros y a los químicos para dirigir la construcción y operación de esas fábricas.

### 6.3 Las bases de la industria 1916 - 1938 .

A partir de 1910, durante las etapas armada y de consolidación de la Revolución Mexicana, y hasta 1940, la economía del país creció muy lentamente: más que la protección arancelaria y del fomento deliberado del gobierno, dependió del aumento normal de la demanda interna.

Después del desplome de la producción minera, ocurrido entre 1910 y 1915, siguió un periodo de muy lenta recuperación para ésta, y no fue sino hasta 1923, cuando se recuperó el nivel de producción que se tenía en 1910; en contraste, la producción de petróleo crudo conservó un crecimiento continuo desde principios de siglo hasta 1921, año en que se produjo un máximo de 193 millones de barriles los cuales se exportaron en su mayor parte.<sup>3</sup>

La industria de la transformación, incluida la química, también redujo su producción a partir de 1910, no recuperando el nivel de ese año hasta 1925. Desde entonces y hasta 1934, casi no creció. De 1934 a 1940, una vez superada la depresión económica mundial, volvió a cobrar impulso, y reanudó su crecimiento acelerado a partir de los cuarenta.

<sup>3</sup>Ibid, México, 1978, p.9.

ESTE TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Es en esta época cuando se crea la primera escuela de química industrial del país, la cual se mencionará en capítulos posteriores.

#### **6.4 Inicio de la industria química moderna 1938-1960.**

Considerada como el inicio de la industria química moderna en México y el inicio de una industrialización acelerada, la expropiación petrolera creó una conciencia social en varios sectores del país, y permitió la maduración de muchos profesionales de la química que colaboraron con su trabajo en la industria petrolera, siendo ésta un campo de adiestramiento que les permitió participar, posteriormente, en la creación y desarrollo de numerosas empresas.

Además de la experiencia adquirida, los químicos de aquella época, demostraron su capacidad al lograr construir con escasos recursos y a costa de lamentables sacrificios humanos, una planta para producir tetraetilo de plomo, indispensable para las gasolinas; éste se compraba a empresas extranjeras, mismas que al estar en desacuerdo con la nacionalización del petróleo se negaron a vender el compuesto.

Fue también en esta época cuando se estableció la industria química pesada (industria química básica) en México, la cual produce ácidos minerales y álcalis como son el ácido sulfúrico, el carbonato de sodio y la sosa cáustica. El establecimiento de esta industria, fue un estimulante para la industrialización y mejoramiento de la agricultura en el país, ya que proporcionaba los abonos que ésta requería. En 1938 surge Productos Químicos de México, que inició la producción de sosa cáustica y cloro por medio de electrólisis; tiempo después, a partir de 1942 se establecieron industrias más grandes como Sosa Texcoco, para producir sosa cáustica y carbonato de sodio.

En 1943, el Banco Nacional de México y Celanese Corporation, de Estados Unidos, crearon Celanese Mexicana, empresa dedicada a la producción de fibras químicas.

En 1941, después de 25 años de existencia de la Escuela Nacional de Ciencias Químicas, se creó el Instituto de Química donde se desarrolló investigación sobre todo en hormonas esteroides. La industria de estas hormonas en México se inicia en 1944 con el Dr. Marker y el Sr. Somlo quienes se asociaron y fundaron los Laboratorios Syntex.

El aspecto positivo de esta industria en México fue que, de la misma forma como ocurrió en la industria petrolera, se prepararon y maduraron un gran número de químicos mexicanos al trabajar en la tecnología de síntesis de productos químicos complicados y de alta valor agregado.

Tiempo después, en 1945, debido a problemas de carácter social, el gobierno establece medidas para controlar la exportación de cualquier materia prima vegetal con sapogeninas

esteroides y hacia 1954, amplía el control prohibiendo la exportación de diosgenina<sup>4</sup> y sus ésteres.

Además de estas empresas, grandes para su época, se establecieron en los años cuarenta numerosas empresas medianas y pequeñas. El número de las relacionadas con la química pasó de 379 a 1 170 entre 1940 y 1950, lo cual significó una tasa de crecimiento promedio anual del 16.3 %. Esta tasa fue muy superior a la registrada en la década anterior pues aunque en los años treinta aumentaron un poco las industrias farmacéuticas, de pinturas y de tintas, realmente en el total de la industria química no hubo un crecimiento importante.

El inicio de la industria química moderna en México fue indudablemente en los años cuarenta la Segunda Guerra Mundial fue determinante en ello de dos maneras. Por una parte se dificultaba la importación de productos químicos y, por otra, era fácil exportar materias primas tratadas químicamente. Con las exportaciones se obtuvieron divisas para importar los equipos par otras plantas. De esta manera, en los años cuarenta hubo una espiral de estímulos para el desarrollo químico del país.

Si bien en la década de los cuarenta se marcó el inicio de la industria química moderna y se caracterizó por la aparición de nuevas industrias químicas, especialmente de productos intermedios, la década de los años cincuenta se caracteriza por un aumento acelerado en la fabricación de productos químicos básicos, donde el número de establecimientos creció de 126 en 1950 a 297 en 1960, lo cual representó un crecimiento de 8.9 % anual, en contraste, la tasa respectiva para toda la industria química, en el mismo periodo, fue de 1.8 % anual.<sup>5</sup>

Fue también en esta década donde hubo un incremento importante en la producción de fertilizantes, en particular de los básicos. A principios de los cincuenta, la empresa estatal Guanos y Fertilizantes de México inicia la producción de amoníaco sintético a partir de gas natural, en su planta de Cuautillán Estado de México, primera en su tipo en América Latina. También se establecieron algunas empresas privadas grandes como Celulosa y Derivados (CYDSA), que fabrica fibras químicas; Compañía Mexicana de Coque y Derivados, que además del coque, recupera los productos químicos obtenidos en la coquización; Viscosa de Chihuahua que aprovecha algunos bosques de esa entidad y otras más, todas ellas apoyadas por la Nacional Financiera.

Es importante comentar, que la mayoría de las empresas químicas medianas y pequeñas que surgieron durante las décadas de 1940 a 1960, se formaron en sociedades donde el capital lo proporcionaban empresarios y los conocimientos provenían de profesionales de la química, que en muchos casos se volvieron empresarios así como los empresarios con los que se asociaron adquirieron experiencia técnica.

---

<sup>4</sup>Sustancia contenida en la planta silvestre *Dioscorea mexicana* y a partir de la cual se pueden sintetizar numerosas hormonas tales como la cortisona.

<sup>5</sup>Ibid. 1978, p. 10.

En esta época, el gobierno fomentó la creación de nuevas industrias químicas a través de estímulos fiscales, exenciones de pago de impuestos y control directo de la importación mediante el mecanismo de permisos previos, además, se ofrecía asistencia técnica, ayuda para realizar investigaciones bibliográficas y también el financiamiento de la Nacional Financiera.

### **6.5 El surgimiento y desarrollo de una nueva área en la industria química mexicana: la petroquímica 1960 - 1973.**

Aunque la segunda guerra mundial contribuyó a aumentar la demanda de productos químicos orgánicos básicos, en México, el verdadero arranque de la petroquímica sólo fue posible a principios de los años sesenta, debido a que el Gobierno tardó mucho tiempo en llegar a una primera aproximación sobre las diferencias entre petroquímicos básicos y secundarios (aunado esto, desde luego, a factores políticos, financieros y tecnológicos). En realidad, en 1951 se realizó la primera transformación petroquímica mexicana (el uso de gas para producir amoníaco en la planta de Guanos y Fertilizantes, S.A., en Cuautitlán) y a finales de ese decenio algunos sectores habían logrado una penetración petroquímica importante, en especial los detergentes, que habían sustituido al jabón en más de 30%. Sin embargo, en términos generales, la difusión de estos productos no sólo era lenta sino que la dependencia tecnológica era muy grande.

Si se considera que la industria petrolera mexicana se nacionalizó en 1938, que en los programas de los diferentes regímenes, desde mediados de los años treinta, se incorporaron objetivos de industrialización del país; que se tuvieron altas tasas de crecimiento económico industrial, y que había varias refinerías (importantes productoras de insumos para la industria petroquímica), creadas inmediatamente después de la nacionalización petrolera, resulta irónico que todavía a mediados del siglo esta industria evolucionara a un paso tan lento. Es claro pues que quienes dictaban las políticas en aquel periodo no tuvieron la sensibilidad para percibir el importante papel que la petroquímica desempeñaba y desempeña en la economía nacional.

En 1960 se emitieron las primeras leyes para reglamentar la petroquímica, por las cuales se separan los productos básicos, a cargo de Pemex, los secundarios, donde puede participar la iniciativa privada con un mínimo de 60 % de capital mexicano. Se creó también, la Comisión Petroquímica la cual estaba encargada de analizar los proyectos y recomendar aquellos que convienen al país y a los cuales se les otorga el permiso indispensable.

La producción de la industria petroquímica durante sus primeros 10 años de operación tuvo un crecimiento importante y pasó a formar parte importante de la industria química nacional. Con base en los censos de 1970, la petroquímica básica representaba 31 % del valor de los productos químicos básicos. Después de un periodo de asimilación de las políticas del gobierno en relación con la petroquímica, la iniciativa privada dio un fuerte impulso a la producción petroquímica secundaria.

Los primeros permisos petroquímicos publicados en el diario oficial durante 1961 autorizaban la producción de urea, ácido sulfúrico, nítrico y fosfórico, fertilizantes complejos, granulados, negro de humo, detergentes no iónicos, fenol, emulsiones estireno-butadieno y cetonas. Las empresas que obtuvieron los permisos fueron Guanos y Fertilizantes, Negromex, Canamex, Adhesivos Resistol y Química General.<sup>6</sup>

Durante la década de los 60 y hasta 1973, toda la industria química de México incrementó su ritmo de producción en forma importante. Esto se debió fundamentalmente al efecto dinamizador de la producción petroquímica. Al producirse en el país materias primas petroquímicas que antes se importaban, las empresas químicas consumidoras tendieron a incrementar su producción; especialmente en lo que se refiere a productos básicos e intermedios.

Por otro lado, una de las industrias que mostró también un gran dinamismo durante estos años fue la de artículos y materiales plásticos. Esta industria utiliza como materias primas resinas sintéticas, muchas de origen petroquímico.

Al final de esta década las empresas más importantes de la industria química eran las siguientes: Celanese, DuPont, Cyanamid, Cydsa, Syntex, Fertilizantes Monclova, Sosa Texcoco, Monsanto, Sherwin Williams, Compañía Industrial de Plásticos, Geon de México, Distribuidora Shell, Industrias Químicas de México, Mathieson de México, Union Carbide, Pigmentos y Oxidos, Fibras Químicas de México y Policron. Es de mencionar que todas estas empresas tenían fuerte participación extranjera, pudiendo clasificarse como trasnacionales.<sup>7</sup>

## 6.6 Los efectos del shock petrolero.

Después del periodo de escasez de productos petroleros y petroquímicos en el país, que se agravó en 1974, Pemex abandonó su política cautelosa de construir pequeñas plantas petroquímicas, donde ya había adquirido experiencia, y optó por enormes proyectos que le permitieran lograr la autosuficiencia y generar excedentes para la exportación. Entonces comenzaron los años de crecimiento sostenido, mediante un cuantioso aporte de recursos públicos. En 1975, los precios especulativos fueron desapareciendo y aminoró la escasez de productos químicos, pero existía un enorme déficit en el sector químico.

En 1974 se crea la paraestatal Productos Químicos Vegetales Mexicanos (Proquivemex) la cual intenta controlar la producción de harina de barbasco,<sup>8</sup> lo cual afecta seriamente la industria de esteroides que había alcanzado ya grandes volúmenes de exportación; la cual ocupaba a miles

<sup>6</sup>Ibid, 1978, p.12.

<sup>7</sup>J.L.Ceceña Gámez, 1963, p.118.

<sup>8</sup>Planta silvestre *Dioscorea composita*, de la cual también se puede obtener diosgenina.

de recolectores de la materia prima. Todavía en la actualidad esta actividad industrial no se recupera.

La industria química, a finales de los 70 inició una revisión a fondo en sus condiciones de operación y de su competitividad en relación con otros países. Esto debido a que ya no se tenía la certeza de la protección gubernamental. Sin embargo, los grandes descubrimientos de petróleo, impulsaron una gran inversión del Estado en el sector petrolero. Esto tuvo un efecto benéfico en las industrias que dependían del ramo petrolero y en consecuencia, en la demanda de los consumidores.

El mercado de bienes de consumo explotó, la industria producía a su máxima capacidad y aun así no podía abastecer la demanda nacional. La importación de productos químicos creció en proporciones nunca vistas, el déficit en el sector comercial químico alcanzó dimensiones enormes. Desafortunadamente, el precio del dólar se subvaluó y las importaciones llegaron a precios más bajos que los productos nacionales. La industria química, por tanto, no realizó inversiones en estas áreas, sino en aquellas que eran beneficiadas por la industria petrolera.

### **6.7 La década de los cambios 1980-1990.**

La década de los ochenta fue difícil para el desarrollo de varios sectores productivos de México, entre ellos el de la industria química y petroquímica, pues aunque en los años sesenta y setenta éste fue un sector de vanguardia, en este periodo, la apertura al comercio exterior, la recesión del mercado interno, el retraso en inversiones estratégicas y el encarecimiento de los créditos, entre otros factores, lo afectaron negativamente. El sector químico se convirtió durante esta década en una área problemática ante la pérdida de competitividad.

Durante el periodo de 1982 a 1986 se presenta un incremento del 7% promedio anual para la industria química (industrias agrupadas en ANIQ) incluyéndose la petroquímica de Pemex. Se presentó un déficit en exportaciones de productos químicos debido sobre todo a la entrada de México al GATT, con lo cual la economía mexicana comenzó con un nuevo modelo económico en el que la productividad y la competitividad jugarían un papel fundamental y en donde las empresas poco competitivas tenderían a desaparecer.

Durante estos años hubo una gran diversificación en la fabricación y el consumo de productos químicos. Existió además, una participación de las empresas medianas y pequeñas para llevar a cabo la reconversión industrial y la modernización de la economía propuesta por el Gobierno Federal. Por su parte, las grandes empresas comenzaron a preocuparse por el desarrollo de tecnología dentro del país, y establecieron los departamentos de investigación y desarrollo y los departamentos de gestión tecnológica.



A partir de 1985 el gobierno inició una política de desregulación del comercio exterior, particularmente en la industria química; en lo que se refiere a los permisos de importación, que se considera el régimen de protección más restrictivo, en 1980 el 41.3 por ciento de las importaciones estaban sujetas a permiso aunque para 1990 estas restricciones se habían eliminado. Igualmente, las tasas arancelarias disminuyeron, pues en 1980 eran 30.8 por ciento y para 1990 se redujeron al 13.5 por ciento.

Entre las empresas químicas más grandes de México durante el periodo 1984-1988 se encontraban las siguientes: Pemex, Celanese, Fertimex, Resistol, Celulosa y Derivados, Industrias Negromex, Union Carbide, Fibras Químicas, Petrocel y Novum.

Con respecto a la producción de la industria química básica se elevó en 5.8% anual durante 1980-1989 al pasar de 4.4 a 7.3 millones de toneladas, situación que se ha sustentado en buena medida por un consumo nacional que, a pesar de haber disminuido en comparación a otras décadas, mantuvo un crecimiento promedio anual de 4.6%; lo cual, a su vez, provocó una reducción de las importaciones a partir de 1983 y un aumento de las exportaciones que modificó la balanza comercial de deficitaria a superavitaria a partir de 1984.

En 1989, el 95% de las exportaciones mexicanas de productos químicos básicos fue de ácido sulfúrico, ácido fluorhídrico, sulfato de sodio y óxido de magnesio, mientras que el 75% de las importaciones se realizaron como carbonato de sodio, sosa cáustica y tripolifosfato de sodio, ya que no fue posible abastecer totalmente el mercado nacional con la producción interna de estos tres últimos compuestos.

Actualmente el ácido sulfúrico se perfila como otro producto de exportación debido a que prácticamente la totalidad de la producción de la nueva planta de Mexicana de Ácido Sulfúrico pretende destinarse a ese fin.

### **Situación actual y perspectivas.**

En los últimos diez años, la industria química mexicana no logró un desarrollo acorde con el nuevo entorno económico y social. A nivel mundial también se tuvieron retrocesos, y la actividad tecnológica en este campo disminuyó a tal grado que propició una ausencia en la generación de nuevos productos.

Como resultado de esto, en dicho lapso la industria petroquímica mexicana se dedicó a resolver su problemática de competitividad, precio, servicio técnico y abasto de materias primas, y el sector químico se concentró en reducir gastos, mejorar la comercialización y reestructurar pasivos.

A la fecha, sólo han sobrevivido a la recesión del mercado empresas grandes y estructuradas, las pequeñas aun no empiezan esta reestructuración y se prevee que difícilmente saldrán adelante de esta situación.

Las empresas medianas por su parte, deberán emprender una reingeniería en sus procesos, no sólo técnicos, sino también administrativos y comerciales, así como buscar y establecer alianzas estratégicas y promover coinversiones; es decir, tendrán que adecuarse al entorno, buscando alcanzar la capacidad requerida para tener acceso a tecnologías, financiamientos y mercados en forma competitiva.

Los factores que pueden señalarse como causales en la baja más pronunciada de la demanda de productos químicos en el mercado nacional, son la falta de competitividad de las empresas y el estancamiento de los precios en el país, debido a una estructura productiva obsoleta, con un evidente rezago tecnológico que hace difícil equipararse a los productos de importación. En consecuencia, las empresas que han resentido en mayor medida el escaso dinamismo en la demanda nacional han sido las que tienen una alta dependencia del comportamiento del mercado interno.

De manera adicional, se puede señalar que el problema de abastecimiento de materias primas, que tiene a nivel interno la industria química, se debe a una estructura petroquímica ineficiente e insuficiente para cubrir sus necesidades. Sus materias primas (las de la industria química) han tenido constantes incrementos, por lo cual, los productos importados siguen cumpliendo un papel importante y las empresas químicas continúan enfrentando incrementos en los costos y una falta de competitividad.

Las importaciones que más se han incrementado, sobre todo en el último año, corresponden a bienes intermedios y no a bienes de capital. Esto refleja que no se ha avanzado como se esperaba en la modernización de la planta productiva y que lo que más se compra en el exterior son insumos para la producción final, tanto la de consumo interno como la dirigida a las exportaciones.

A pesar de los problemas mencionados arriba, y debido a que son las únicas que pueden hacerlo en este momento, durante los dos últimos años se han observado transformaciones de grupos importantes como son Alfa, Celanese, DuPont, Química Hoëchst, BASF, Grupo Idesa, Celulosa y Derivados, Industrias Resistol y Negro de Humo, entre otros.

En el caso de Alfa, ésta logró fortalecer su División Petroquímica con la inclusión de Tereftalatos Mexicanos (Temex), la cual, junto a Polioles, se convirtió en productor de primer nivel en el mercado doméstico y extranjero. La inclusión de Temex a Alfa no sólo ha beneficiado a la División, sino que también ha comenzado a obtener utilidades por sí sola.

En 1993, Temex estableció una alianza con Eastman Chemical para el suministro de materias primas y servicios de planta para la producción de plásticos para la botella flexible PET (polietileno tereftalato), la cual tiene buenas perspectivas de mercado. Para esta asociación, Eastman Chemical construirá una nueva planta junto a la de Temex en Cosoleacaque, Veracruz, con capacidad instalada de 60 mil toneladas anuales.<sup>9</sup>

Celanese por su parte, decidió el cierre definitivo de diversas plantas que no presentaban niveles óptimos de producción, o bien que competían con su socio principal Química Hoëchst; paralelo a esto, se decidió la implementación de tres grupos de negocios: Fibras, Químicos y empaque y Envases. Además, implementó un ajuste organizacional que le permitirá reducir sus costos de producción, ser más eficiente y lograr una mayor especialización en artículos con mayor valor agregado. Realizará inversiones durante los próximos cinco años. Con la inauguración de dos nuevas plantas, esta compañía buscará reforzar su posición de liderazgo en el mercado petroquímico y textil.

La planta de PET botella incrementará al doble su capacidad actual de 70 mil toneladas por año, lo que la convierte en la más importante de América Latina en la producción de este material que ha tenido gran auge en la industria de alimentos y bebidas. Las dos nuevas plantas de esta compañía incrementarán su capacidad instalada total a 269 mil toneladas por año de sus líneas : polímero poliéster, poliéster filamento, poliéster fibra corta, nylon 6 HAT y PET botella.<sup>10</sup>

La firma DuPont Mexicana ha sido otra de las empresas que ingresó al proceso de transformación de la industria química mexicana. DuPont produce pigmentos, refrigerantes, plásticos, explosivos y pesticidas. Su número de plantas se redujo de 14 instalaciones en 1987, a un total de 9 en 1993; sin embargo, la empresa ha ampliado sus áreas de negocios y fortalecido divisiones como es el caso de la agrícola, en la que cuenta con proyectos importantes.

Ante un panorama cambiante, pero con mayores oportunidades, la firma DuPont de México amplía sus perspectivas de negocios y comienza a prepararse para satisfacer las crecientes necesidades de industrias como la automotriz, con recubrimientos de alta tecnología (pinturas, plásticos, refrigerantes y textiles, básicamente), la textil -confección, fibras y telas-, calzado deportivo, industria agrícola y energéticos.<sup>11</sup>

Por su parte, Hoëchst planea inversiones en México del orden de los 750 millones de dólares.<sup>12</sup> Algo similar realizará el grupo alemán BASF, quien invertirá alrededor de 149 millones de

<sup>9</sup>*Chemical week*, junio 15 1994, p. s2.

<sup>10</sup>*El Financiero*, 2 de septiembre de 1994.

<sup>11</sup>*Mundo Ejecutivo*, agosto 1994.

<sup>12</sup>*El Financiero*, 8 de julio de 1994.

necesidades de industrias como la automotriz, con recubrimientos de alta tecnología (pinturas, plásticos, refrigerantes y textiles, básicamente), la textil -confección, fibras y telas-, calzado deportivo, industria agrícola y energéticos.<sup>11</sup>

Por su parte, Hoëchst planea inversiones en México del orden de los 750 millones de dólares.<sup>12</sup> Algo similar realizará el grupo alemán BASF, quien invertirá alrededor de 149 millones de dólares en la construcción de un complejo industrial en Altamira, Tamaulipas. El objetivo es situar a su planta en México en el centro de abastecimiento para mercados como el norteamericano y el latino.<sup>13</sup>

El grupo Idesa, a finales de 1993 decidió reorganizar su estructura de capital y logró incluir en su posición accionaria a la Corporación Financiera Internacional (CFI) como uno de sus socios. Además de lo anterior, la empresa cerró sus instalaciones en Tlaxcala, pero a cambio construirá dos nuevas plantas en Coatzacoalcos, Veracruz, donde invertirá alrededor de 107 millones de dólares; además existen amplias posibilidades de que concrete asociaciones con empresas químicas del exterior.<sup>14</sup>

El grupo industrial CYDSA por su parte, terminó su programa de inversión que implantó desde 1989 en el cual se destinó un capital de 600 millones de dólares.

Debido a la dura situación recesiva que ha prevalecido durante estos dos últimos años la empresa regiomontana no ha logrado consolidar sus proyectos. En la actualidad esta empresa al igual que muchas otras se encuentra en la búsqueda de nuevos y mejores nichos de mercado. La empresa pretende asociarse en las divisiones de acrílico y la de sustancias para empaque pues se considera que estos mercados se reactivarán a un paso aun más acelerado que otros.<sup>15</sup>

Por lo que respecta a las exportaciones de la industria química, éstas han tenido su más fuerte crecimiento en 1994, ésto se debe a que se están mejorando los términos de intercambio con el exterior, por que se están revisando los posibles *dumping* en los bienes importados de consumo final. Como podemos observar, las divisiones de la industria química que han mostrado una mayor competitividad tendrán una recuperación más rápida. Tal es el caso de la producción de hule, resinas sintéticas, químicos orgánicos y fibras sintéticas.

A mediano plazo, las perspectivas del ramo químico y derivados del petróleo son buenas, en particular las que tienen enfocada su producción a los materiales plásticos, debido a la importancia que están cobrando en el país los negocios refresqueros. En un periodo más largo,

---

<sup>11</sup>Mundo Ejecutivo, agosto 1994.

<sup>12</sup>El Financiero, 8 de julio de 1994.

<sup>13</sup>Ibid, 8 de julio de 1994.

<sup>14</sup>Chemical week, junio 15 1994, p. s2.

<sup>15</sup>El Universal, 27 de diciembre de 1994.

Por otro lado, la industria química también ha mejorado su perspectiva de inversión con los cambios aplicados a la legislación en el rubro de petroquímica básica. Aunque con esto se supera uno de los factores de incertidumbre en el ramo, todavía falta por resolver la principal incertidumbre en éste, que es la venta de las empresas petroquímicas de Pemex.

Respecto al nivel de producción, no se preveen grandes cambios, ya que prevalecen los factores negativos, como la baja en los precios y la lenta recuperación en el mercado nacional, los cuales pueden incidir en un bajo crecimiento para los próximos años.

## **7/ EXPECTATIVAS ANTE LA APERTURA Y LA GLOBALIZACIÓN.**

### **7.1 Globalización y estrategias competitivas.**

El origen del concepto de globalización, se refiere en gran medida a la creciente interdependencia de las economías, tanto a nivel regional como mundial.

En épocas pasadas, la independencia económica, en particular la de los países en desarrollo, exigía contar con medidas proteccionistas que aseguraran el crecimiento y consolidación de la industria y el comercio nacionales. Se desarrollaron e implantaron modelos económicos cuyo fin era lograr esa autonomía, basados, por ejemplo, en las ventajas comparativas y más tarde en políticas de sustitución de importaciones.

Estos modelos fueron en su momento promotores razonables de desarrollo, y se obtuvieron logros importantes dentro de la economía, en particular, de aquellos países que basaron su desarrollo en estos conceptos; sin embargo, pronto se agotaron y fueron reemplazados gradualmente por otros de tipo más universal, orientados a incrustar a un país dentro del conjunto de naciones que rigen los parámetros de la economía mundial, con el propósito de utilizar mejor sus recursos naturales para posicionarse ventajosamente dentro de ese círculo. Estos modelos pueden calificarse como prototipos de desarrollo global, y se basan en la apertura de las economías mediante la reducción graduada de los aranceles, y la apertura a las inversiones extranjeras.

El primer país que inició la globalización de su economía fue Estados Unidos a raíz de la Segunda Guerra Mundial. Su posición en esa época, le permitió invertir en un gran número de países dentro de circunstancias altamente favorables.

Para que el concepto de globalización pueda establecerse efectivamente a nivel mundial, se requieren ciertas condiciones, entre las cuales se encuentra la libertad de mercados. Es

importante considerar que en un mundo de libertad comercial, un elemento determinante para lograr el éxito es la capacidad competitiva de cada economía nacional.<sup>1</sup>

Las medidas tomadas por México para eliminar el agotamiento del modelo de sustitución de importaciones, son los primeros pasos dirigidos a la globalización de la economía del país y a la inclusión de éste en el conjunto de naciones de economía abierta. Con la globalización de nuestra economía a través de la apertura comercial, consolidada con el TLC y otros acuerdos semejantes hechos con países de Latinoamérica, México se incorpora definitivamente al entorno mundial.

A pesar de las dificultades que enfrentan la mayoría de las empresas mexicanas, la apertura comercial era una necesidad imperiosa, pues sin ella era casi imposible romper el letargo en el que se encontraba la economía mexicana y era la única forma de transformar a la industria.

Como resultado de nuevas tecnologías y de la globalización de los mercados, las formas de competir cambian constantemente. Las nuevas tecnologías han reducido los inventarios en proceso, han aumentado la variedad de productos sin sacrificar las eficiencias por escala, y le han permitido al productor tener un conocimiento más oportuno de las preferencias de los consumidores. La globalización de los mercados a su vez está provocando un reposicionamiento de las grandes empresas transnacionales, alianzas estratégicas entre competidores mundiales y una escala competitiva nunca antes vista. Entender estas nuevas tendencias de los mercados es un aspecto crucial para poder definir una estrategia competitiva, la cual consume tiempo y muchos recursos de organización.

Una buena estrategia competitiva requiere de una constante actualización y sobre todo de una aplicación efectiva por parte de la organización. Las empresas tienen que ser flexibles para poder reaccionar con rapidez ante los cambios del entorno competitivo, la viabilidad de éstas dependerá de lo que cada una haga por sí misma y no de lo que el gobierno pueda hacer por ayudarlas. Cada empresa debe encontrar los factores que más influyen en su competitividad de acuerdo a las peculiaridades de su sector.

Las oportunidades se encuentran en las líneas de modernización, la expansión de la empresa, la penetración a nuevos mercados y el éxito al competir con firmas extranjeras; los riesgos van desde la disminución del margen de utilidades o la pérdida de la posición en un mercado, hasta la virtual desaparición de la empresa.

Lo anterior significa que el crecimiento futuro de cada industria y de cada empresa va a depender en gran medida del éxito que alcancen al competir globalmente. Las empresas que diseñen e instrumenten estrategias de acceso al mercado global, que incluye tanto al mercado

---

<sup>1</sup>Ruiz Olmedo Sergio, Algunas consideraciones en torno a la Globalización, Apertura y Desregulación Internacionales, *El Financiero*, 11 de mayo de 1994, p. 28A.

importante considerar que en un mundo de libertad comercial, un elemento determinante para lograr el éxito es la capacidad competitiva de cada economía nacional.<sup>1</sup>

Las medidas tomadas por México para eliminar el agotamiento del modelo de sustitución de importaciones, son los primeros pasos dirigidos a la globalización de la economía del país y a la inclusión de éste en el conjunto de naciones de economía abierta. Con la globalización de nuestra economía a través de la apertura comercial, consolidada con el TLC y otros acuerdos semejantes hechos con países de Latinoamérica, México se incorpora definitivamente al entorno mundial.

A pesar de las dificultades que enfrentan la mayoría de las empresas mexicanas, la apertura comercial era una necesidad imperiosa, pues sin ella era casi imposible romper el letargo en el que se encontraba la economía mexicana y era la única forma de transformar a la industria.

Como resultado de nuevas tecnologías y de la globalización de los mercados, las formas de competir cambian constantemente. Las nuevas tecnologías han reducido los inventarios en proceso, han aumentado la variedad de productos sin sacrificar las eficiencias por escala, y le han permitido al productor tener un conocimiento más oportuno de las preferencias de los consumidores. La globalización de los mercados a su vez está provocando un reposicionamiento de las grandes empresas transnacionales, alianzas estratégicas entre competidores mundiales y una escala competitiva nunca antes vista. Entender estas nuevas tendencias de los mercados es un aspecto crucial para poder definir una estrategia competitiva, la cual consume tiempo y muchos recursos de organización.

Una buena estrategia competitiva requiere de una constante actualización y sobre todo de una aplicación efectiva por parte de la organización. Las empresas tienen que ser flexibles para poder reaccionar con rapidez ante los cambios del entorno competitivo, la viabilidad de éstas dependerá de lo que cada una haga por sí misma y no de lo que el gobierno pueda hacer por ayudarlas. Cada empresa debe encontrar los factores que más influyen en su competitividad de acuerdo a las peculiaridades de su sector.

Las oportunidades se encuentran en las líneas de modernización, la expansión de la empresa, la penetración a nuevos mercados y el éxito al competir con firmas extranjeras; los riesgos van desde la disminución del margen de utilidades o la pérdida de la posición en un mercado, hasta la virtual desaparición de la empresa.

Lo anterior significa que el crecimiento futuro de cada industria y de cada empresa va a depender en gran medida del éxito que alcancen al competir globalmente. Las empresas que diseñen e instrumenten estrategias de acceso al mercado global, que incluye tanto al mercado

---

<sup>1</sup>Ruiz Olmedo Sergio, Algunas consideraciones en torno a la Globalización, Apertura y Desregulación Internacionales, *El Financiero*, 11 de mayo de 1994, p. 28A.



nacional como al internacional y estrategias a través de las cuales logren un incremento dinámico de su productividad, aumentarán significativamente sus niveles de competitividad.

Las tendencias de la economía mundial que dieron origen a la globalización de los procesos productivos y distributivos, se originaron desde los años setenta. Dichas tendencias son a la vez las causas y los efectos de la globalización, a lo cual es importante resaltar las siguientes:<sup>2</sup>

- a) La *tecnología* se ha convertido en el factor más dinámico y más importante del proceso de cambio. La incorporación de una tecnología más avanzada en los procesos productivos otorga a las empresas la posibilidad de competir con otras firmas, en términos de calidad, volumen, precio, tiempo de entrega y diseño.
- b) La segunda tendencia importante de la economía global la constituye la drástica caída de los *precios relativos de las materias primas* y de los *insumos primarios*. Ahora, deben concentrarse en elevar el nivel de productividad en el uso de los insumos, pues esto constituye al factor clave de dicha competitividad.
- c) La tercera tendencia del proceso de globalización la constituye el acelerado crecimiento de la *participación del sector servicios* en el producto final. Actualmente, el sector servicios está absorbiendo ramas que antes pertenecían a la industria a partir de que muchos procesos productivos se han automatizado.
- d) La siguiente tendencia de la globalización la constituye el hecho de que los bienes industriales se han convertido en *mercancías industriales*. Actualmente, las empresas productoras de bienes industriales concentran su atención en la distribución y en la comercialización de su producto porque son bienes para los cuales existen muchos competidores; están altamente normalizados, es decir, no presentan una gran diferenciación.
- e) Otra tendencia importante de la economía global la constituye el desarrollo y aprovechamiento de las *ventajas comparativas*. Las nuevas ventajas comparativas que se aprovechan actualmente están relacionadas, entre otras cosas, con la innovación y adaptación tecnológica, con la infraestructura de la planta productiva y su eficiente utilización, con los niveles de educación y capacitación de los recursos humanos, etc.
- f) La última tendencia es la *internacionalización*; esto es, que empresas distintas se especialicen en etapas diferentes del proceso de producción,

<sup>2</sup>S. Mercado H. *Estrategias empresariales frente al TLC en Norteamérica*, 1994, p. 9.

promoviendo de esta manera la producción compartida traspasando sectores, regiones y fronteras.

La principal opción para la industria química, es encaminarse hacia la absorción de otros mercados externos, ya que el potencial de exportaciones hacia nuevas fronteras lo hace menos vulnerable y le brinda mayores oportunidades de desarrollo.

Según la ANIQ, en los primeros seis meses de 1994 se realizaron negociaciones con Chile y Costa Rica y se dieron posibilidades para una mayor penetración en los mercados de Bolivia, Colombia y Venezuela. Con Colombia se realizaron acuerdos sobre 39 reglas de origen del sector químico, de las cuales, 34 quedaron establecidas conforme a lo propuesto por la ANIQ.<sup>3</sup>

Por otra parte, se considera un gran alcance el acuerdo establecido con Costa Rica, en donde a partir de 1995 habrá una apertura en tres mil fracciones correspondientes al sector, debido a que prácticamente es inexistente el desarrollo de la industria química en ese país.

Además, es importante mencionar, la solicitud realizada a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial acerca de la desgravación arancelaria en Chile, de aproximadamente 1,950 fracciones arancelarias.

Los acuerdos logrados con los citados países latinoamericanos, pueden mejorar la posición de otro bloque importante como lo es la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI), que representa el segundo mercado en importancia para la industria química nacional, al ser el destino de 21 % de las exportaciones del sector y con el único que se tiene un saldo favorable.<sup>4</sup>

## **7.2 Expectativas de la industria química ante el TLC.**

La firma del Tratado Trilateral de Libre Comercio entre México, los Estados Unidos de América y Canadá se constituye como uno de los acontecimientos más relevantes para nuestro país en los últimos tiempos.

Ya que se ha establecido una zona de libre comercio en Norteamérica, las empresas mexicanas de la industria química y petroquímica deberán lograr una mayor competitividad, debido a que los aranceles se irán reduciendo cada año, y los precios a los que se van a vender los productos serán menores, lo que implicará que sus márgenes de utilidad tendrán que disminuir.

Las reglas gubernamentales para inversionistas privados y extranjeros así como la falta de integración en el sector petroquímico hacen de éste un tema políticamente sensible dentro de

---

<sup>3</sup>*El Financiero*, 28 de julio de 1994.

<sup>4</sup>*Ibid.* 28 de julio de 1994.

las negociaciones del tratado. La sensibilidad política que se le atribuye al sector petroquímico es debido a que la constitución de nuestro país y otras leyes, dividen la industria petroquímica en dos áreas. Una es el sector público incorporado a Pemex, y la otra es el sector privado, el cual tiene restricciones en cuanto a su participación para invertir en esta industria.

El sector petroquímico nacional está en una posición difícil para poder enfrentar a los competidores extranjeros, pues éstos están totalmente integrados. La falta de integración de los petroquímicos básicos hacia los demás productos que se pueden obtener de ellos, es uno de los factores más grandes que influyen en el aprovechamiento de las negociaciones del tratado de libre comercio. El otro factor es la inversión, pues PEMEX ha tenido problemas para obtener capital y poder instalar más capacidad en sus plantas petroquímicas. Cuestión que ahora se maneja a través de la venta de todas las petroquímicas propiedad de la paraestatal.

En 1990 E.U.A. importó de México 665 millones de dólares en productos químicos mientras que Estados Unidos vendió a México 2 300 millones de dólares. Las importaciones globales de México en 1989 fueron de 1900 millones de dólares de los cuales más del 40% provinieron de Estados Unidos. Canadá contribuyó con menos del 1% de las importaciones de químicos en México. En 1990 Estados Unidos vendió 285 000 millones de dólares en productos químicos. México únicamente vendió 13 000 millones (el 5%).

Uno de los problemas que tiene la industria petroquímica de México es el déficit de productos químicos básicos y los excedentes de subproductos como fibras sintéticas, plásticos, resinas, los cuales exporta. En la todavía llamada petroquímica secundaria, el 25% y algunas veces hasta el 50% de algunos productos que se producen son exportados, muchos de ellos a Estados Unidos.

Otro problema al que se enfrenta esta industria es el de los sistemas de estandarización en los otros dos países, por ejemplo, algunas veces se importan productos considerados como fuera de estándar en E.U.A. sin embargo compiten con los productos mexicanos de primera calidad. Para enfrentar este problema, la industria mexicana deberá fabricar productos con la calidad que requiera el cliente y diversificarse en los productos que ofrece.

La negociación del TLC requirió de un gran esfuerzo para lograr la coordinación adecuada entre los sectores productivos y el Gobierno de la República, en lo que se refiere a la definición de objetivos, identificación y reconocimiento de los intereses de todos los sectores productivos y definición de estrategias.

En las negociaciones del TLC, México logró establecer reglas claras que favorezcan el libre comercio y la inversión. Destacan los siguientes: desgravación arancelaria, eliminación de barreras no arancelarias reglas de origen y reglas con respecto a la inversión.

### Desgravación arancelaria.

Se aseguró el rápido acceso de los bienes producidos en México a los mercados de Estados Unidos. Los aranceles aplicables a nuestras exportaciones se eliminarán más rápido en comparación con los que México aplica a las importaciones provenientes de Estados Unidos.

Los aranceles se eliminarán de la siguiente forma:

Al inicio de la vigencia del TLC, 84 y 79 por ciento de nuestras exportaciones a Estados Unidos, quedarán libres de arancel. Por su parte, México sólo desgravará en esa fecha 41 por ciento de las importaciones provenientes de aquel país.

Al quinto año, otro 8 por ciento de nuestras exportaciones quedará exento del arancel, mientras que México desgravará un 19 por ciento adicional de las importaciones de Estados Unidos.

Para el décimo año, el resto de las exportaciones de los dos países estarán libres de arancel. Se establecieron plazos de desgravación acordes a las necesidades de ajuste de los diferentes sectores productivos.

Los bienes que no producimos se desgravarán más rápidamente. Los insumos y equipos no producidos en México que la planta industrial demanda se desgravarán de inmediato. Los productos fabricados en México se desgravarán en plazos mediano y largo.

### Eliminación de barreras no arancelarias.

El Sistema Generalizado de Preferencias de EUA ("Generalized Preferential Tariff"): cubre 4,217 fracciones que engloban 38.7% de las exportaciones de México a EUA. Con este sistema se eliminarán las restricciones cuantitativas existentes para diversas exportaciones hacia los EUA.

### Reglas de origen.

Las reglas de origen del TLC están diseñadas para:

Asegurar que las ventajas del TLC se otorguen sólo a bienes producidos en América del Norte. Establecer reglas claras y resultados previsibles para exportadores e importadores. Reducir los obstáculos administrativos para los exportadores, importadores y productores que realicen actividades comerciales en el marco del Tratado.

### Inversión.

Se establecerán disciplinas que faciliten el libre flujo de inversiones dentro de y hacia la región: se garantiza el trato de nación más favorecida y el trato no discriminatorio a los inversionistas extranjeros, no se impondrán requisitos de desempeño a inversionistas, se garantiza la libre

convertibilidad de la moneda y las transacciones del exterior, los gobiernos sólo podrán expropiar inversiones por causa de utilidad pública, de manera no discriminatoria y con el pago de una indemnización adecuada; se establece un mecanismo de solución de controversias apegado a la legislación mexicana.

Además de los anteriores puntos otros acuerdos importantes de mencionar son: no se solicitarán mayores requisitos a los bienes y servicios extranjeros que a los domésticos, México se reserva el derecho de no licitar internacionalmente un porcentaje de la adquisición de bienes y servicios gubernamentales, se podrá convocar a instancias arbitrales para la revisión de resoluciones definitivas sobre medidas "anti-dumping".

El 92% de nuestras exportaciones químicas a los Estados Unidos estará libre de arancel desde el inicio de la vigencia del TLC. La apertura entre México y Canadá será lenta, ya que el 60% (aproximadamente) del comercio de productos químicos y petroquímicos se desgravará en un plazo de 10 años. El sector químico será probablemente el principal beneficiario de la consolidación del SGP. El 57% de las fracciones de la Tarifa de Importación de Estados Unidos relativas al sector químico forman parte del SGP.

Las importaciones que compiten con productos de fabricación nacional se desgravarán lentamente. En contraste los insumos y los bienes de capital no producidos en México se desgravarán inmediatamente.

Se mantuvo la congruencia en la desgravación arancelaria de las cadenas productivas. Por ejemplo, en las cadenas de manufacturas plásticas observamos que algunos de los insumos utilizados como el cloruro de vinilo, están exentos de arancel, mientras que la mayoría de los bienes terminados se desgravará en 10 años. Así, la protección efectiva para los productos terminados es positiva, fomentando en consecuencia la producción nacional y las posibilidades de exportar de la industria mexicana.

El Estado Mexicano mantiene la plena soberanía y el dominio sobre el petróleo: sólo el Estado Mexicano puede realizar el comercio directo de petróleo, gas y refinados, Pemex no puede celebrar contratos de riesgo, no se contrae ninguna obligación de garantizar el abasto de petróleo, no podrá haber gasolineras extranjeras en México.

Respecto a la reclasificación de la petroquímica y secundaria permitirá: contar con materias primas básicas y derivadas en cantidades suficientes y condiciones competitivas, acelerar la integración de las cadenas productivas, ampliar las posibilidades de producción al simplificar procesos, mejorándose la cantidad y optimizando el uso de materias primas y energéticos, promover una mayor articulación de los sectores involucrados, incrementando las ventajas competitivas de la industria, reestructuración de PEMEX (julio de 1992) con la finalidad de conseguir niveles de competitividad internacional en precio y calidad.

Es importante recordar que para surtir estos mercados, México enfrenta la competencia directa de la Industria Química Estadounidense, la más grande del mundo, que en 1991 alcanzó el superávit comercial más alto de su historia con diecinueve mil millones de dólares, y cuya inversión en investigación y desarrollo es similar al valor total de la producción de la Industria Química Mexicana.

Como una forma de responder a este reto, en los últimos dos años, las empresas químicas mexicanas privadas, han realizado inversiones superiores a los mil millones de dólares en la modernización y expansión de sus instalaciones. De igual forma, han reforzado los programas de capacitación y entrenamiento del personal e implantado programas de asimilación tecnológica y de mejora continua en la gran mayoría de sus operaciones.

## **8/ LA INDUSTRIA QUÍMICA EN EUA: BOSQUEJO HISTÓRICO Y EXPECTATIVAS CON EL TLC.**

### **8.1 Desarrollo histórico.**

La industria química creció rápidamente en los Estados Unidos. En Boston, en 1635, sólo 15 años después de la población de Pilgrims, el salitre (necesario para la pólvora) y el alumbre (utilizado en teñido y curtiduría) fueron producidos y vendidos por John Winthrop Jr. La primera patente en los Estados Unidos fue otorgada a Samuel Hopkins, de Filadelfia, por una paila para fabricar potasa.

Aunque existieron compañías de productos químicos desde los primeros tiempos de la República, el alcance de sus actividades era corto y pocos los artículos que se producían. Se iniciaron procedimientos iniciales para elaborar papel, vidrio y jabón; se prepararon fuertes sustancias químicas para utilizarlas en el curtido de pieles, y posteriormente en la refinación de petróleo. Los métodos de investigación y producción para la naciente industria química provenían de Europa.

En los comienzos del siglo XIX surgió una industria de explosivos, bastante grande, que cubrió las necesidades de la milicia nacional y que también suministró los medios para extraer más fácilmente el carbón de las minas, para despejar las tierras y para volar grandes obstáculos que se interponían al paso de nuevos ferrocarriles.

En 1802, Eleuthere Irenee DuPont de Nemours, joven francés de gran talento, estableció una fábrica de pólvora a orillas del Brandyine, Delaware, la cual después de muchas vicisitudes, llegó a ser un negocio próspero. El primero, y por muchos años el único producto de la casa DuPont, fue pólvora negra de diversos grados de finura, hecha con arreglo a la vieja fórmula:

carbón vegetal, azufre y nitrato de potasio (o salitre). Los pedidos que hizo el gobierno durante la guerra con México y la civil, estimularon el progreso del negocio de DuPont. El uso industrial de este producto tuvo mayor importancia después de la guerra civil, especialmente después que se introdujo una pólvora explosiva de alta calidad, por obra de Lamot DuPont, nieto del fundador.

En 1880 empezó la manufactura de nitroglicerina y dinamita en la fábrica de DuPont. Estos dos nuevos explosivos químicos, de fuerza infinitamente superior a la de todos los tipos anteriores, llegaron a tener gran importancia en las industrias de los transportes y de la minería. En 1910, se inventó un cuero artificial, que se hacía recubriendo unas telas con un preparado de celulosa. Al estallar la Primera Guerra Mundial, los DuPont producían ya plásticos de nitrocelulosa y telas revestidas de caucho, lo mismo que enormes cantidades de explosivos.

Los explosivos, los ácidos y los productos de celulosa no fueron las únicas sustancias de laboratorio que se idearon en los comienzos de la historia de la química en Estados Unidos.

Antes de 1850, existía poco conocimiento de la química orgánica y había una producción limitada de compuestos químicos orgánicos.

Además de la fabricación de jabón, la industria química orgánica estaba formada por una poca cantidad de operaciones sencillas como calentar madera en ausencia de aire para obtener carbón de leña y ácido acético, destilación de alcohol de licores fermentados y el tratamiento de alcohol con ácido sulfúrico para obtener éter que era usado como anestésico. La industria textil utilizaba todavía colorantes naturales como la rubia y el índigo, los cuales eran difíciles de usar y eran normalmente caros, y algunas veces, difíciles de conseguir a cualquier precio.

De repente apareció una nueva industria, algunos químicos habían investigado el alquitrán de hulla que era un subproducto de la iluminación que se hacía con carbón en las grandes ciudades. El benceno fue destilado del alquitrán de hulla en un experimento en 1815. En 1843, August W. von Hofmann, un químico alemán, demostró que la anilina hecha a partir de benceno, era la misma anilina hecha con índigo natural. Esto fue una indicación de que las moléculas con propiedades colorantes podían encontrarse en el alquitrán de hulla.

Hofmann fue a Inglaterra en 1845 a enseñar en el Colegio Real de Química, donde a menudo concluía que la investigación acerca del alquitrán de hulla podría conducir a descubrimientos que valdrían la pena, tal como el camino para poder obtener quinina sintética. El estudiante William H. Perkin, montó un pequeño laboratorio en un ático e intentó realizar algunos de los experimentos sugeridos por Hofmann. El resultado que obtuvo en uno de esos experimentos fue un precipitado oscuro en el cual sumergió ropa y observó que ésta quedó teñida. Perkin quedó tan impresionado con las posibilidades de su tinte artificial que patentó el primer colorante sintético, en el año siguiente (1857) construyó una fábrica y comenzó a manufacturarlo. Esta nueva industria produjo nuevos tintes, como el "magenta" y el "Rojo de Turquía", aunque el verdadero progreso de esta industria pasó pronto a Alemania, país donde



se inventaron casi todas las tinturas "sintéticas" o artificiales del siglo XIX y comienzos del XX. Aunque otros países trataron de competir en este ramo, los alemanes pronto dominaron de tal modo los procedimientos de manufactura, que pudieron superar a cualquier competidor.

El productor más grande de colorantes a partir de carbón de hulla en los Estados Unidos a finales del siglo XIX y principios del XX fue Schoelkopf Aniline and Chemical Co. fundada en Buffalo N.Y. en 1879.

Los desarrollos de la industria química para 1879 incluían dos perfumes sintéticos, el cumarina y el heliotropo; un saborizante sintético, vanillin y el primer endulzante sin calorías, la sacarina.

El primer material de plástico sintético fabricado en los Estados Unidos fue la resina de fenol-formaldehído, descubierta en 1907 por Leo H. Baekeland, fundador de Bakelita Co., ahora parte de la Union Carbide Corp., de New York.

Respecto a la necesidad de productos alcalinos en Estados Unidos, ésta se satisfizo durante muchos años por medio de la manufactura casera o con la importación de potasa y sosa de Europa. Pronto se concedieron patentes para unos métodos "mejorados" de preparar la potasa, pero ésta seguía siendo cara y escasa en el país, hasta fines del siglo XIX.

Dos norteamericanos, Rowland Hazard y W.B. Cogswell, le compraron los derechos a los belgas, dueños del procedimiento de Solvay, y establecieron la primera fábrica norteamericana de álcalis en Syracuse, Nueva York, en 1884. La razón para haber escogido ese lugar como asiento de la Solvay Process Company, como se llamó, fue que en la región había grandes yacimientos de sal y de cal. La Solvay pronto produjo bicarbonato de sodio, sosa caústica y otros muchos productos alcalinos de gran demanda.

Así fue como a fines del siglo XIX se establecieron las bases para un gran progreso industrial. Las tinturas, las anilinas, los plásticos de celulosa, los explosivos potentes y los productos alcalinos estaban todos en marcha; el crecimiento de estas industrias requirió largo tiempo antes de alcanzar las dimensiones que tienen en la actualidad. Pocos de los primeros experimentadores se imaginaron que la industria química tendría alguna vez la magnitud e importancia que ahora posee.

Prest-O-Lite Co. de Indianápolis, había buscado una mejor manera para fabricar acetileno, algo del trabajo de investigación fue asignado al instituto Mellon en Pittsburgh. De esta investigación, surge una idea completamente nueva en el campo de la química orgánica, basada en los hidrocarburos del gas natural y el petróleo. Después, Prest-O-Lite y otras cuatro compañías se asocian en 1917 para formar la Union Carbide Corp., una nueva empresa química subsidiaria organizada con el propósito de continuar con ésta idea. La nueva compañía empieza a producir etilenglicol en South Charleston, en 1925, y en 1927 comenzó a construir otra planta en las cercanías de Blaine Island.

## **8.2 La Primera Guerra Mundial.**

La Primera Guerra Mundial causó una grave caída de la supremacía alemana en la producción de tintes y sustancias farmacéuticas.

Puesto que una gran parte del negocio de sustancias químicas que fabricaba Alemania se realizaba en el extranjero, los países con los que Alemania estaba en guerra, después de 1914, comenzaron a confiscar las propiedades y patentes químicas alemanas. En los Estados Unidos, el Custodio de los Bienes Extranjeros tomó más de 4,500 patentes de tinturas y medicinas alemanas y las vendió a una compañía que se organizó para ayudar a la industria química norteamericana la cual se llamó Chemical Foundation. Este organismo a su vez, arrendó aquellas patentes a casas norteamericanas, que comenzaron a manufacturar muchos de los productos que habían tratado de negociar antes.

Durante los años de guerra, los Estados Unidos entraron en un programa de emergencia para construir nuevas refinerías de petróleo y fábricas de hule sintético, productos químicos en general, municiones, productos farmacéuticos, metales ligeros, etc. Algunas compañías, particularmente Union Carbide, Shell, Dow y Exxon incursionaron en lo que serían las etapas iniciales de la industria petroquímica.

Bajo los auspicios del gobierno de los Estados Unidos, el know-how de los procesos fue compartido. Las firmas de diseño en ingeniería (las cuales estaban inundadas de pedidos) participaron activamente en el desarrollo de programas de emergencia y empezaron a ser una gran reserva de ingenieros químicos de diseño que poseían una gran experiencia.

Después de la guerra el gobierno vendió las nuevas plantas construidas a nuevos inversionistas y a los competidores de la tradicional industria química.

## **8.3 La Segunda Guerra Mundial.**

Los Estados Unidos fue el único país de los involucrados en este conflicto, en el cual la industria química no fue destruida o afectada por éste. Por el contrario, esta industria tuvo una gran expansión durante la guerra mundial y en los siguientes veinte años.

Cuando la segunda guerra mundial originó que Japón cortara el flujo de hule natural del sureste de Asia a los Estados Unidos, el gobierno convocó a los industriales a fabricar hule sintético, dos años después, a un costo de 750 millones de dólares, el país contaba con una nueva industria de 29 plantas grandes y 22 unidades pequeñas con las cuales se producían alrededor de 860,000 toneladas métricas de hule sintético por año, suficientes para los requerimientos de Estados Unidos y algunos embarques para los países aliados. Esta industria, totalmente

privada desde 1954, ha continuado creciendo principalmente porque el hule sintético es preferido sobre el hule natural en muchas aplicaciones.

La producción y consumo del hule sintético en los Estados Unidos asciende actualmente a más de 2 millones de toneladas métricas al año, en comparación con el consumo de hule natural que es menos de la cuarta parte de este volumen.

Antes de la segunda guerra mundial buena parte de esta tecnología química era secreta y pertenecía a las grandes compañías, sin embargo, esta tecnología comenzó lentamente a estar disponible a un bajo costo. Los cuarenta y los cincuenta fueron años de gran desarrollo en los cuales se descubrieron nuevos materiales. Las compañías que los introdujeron, tenían inicialmente un monopolio soportado en patentes, sin embargo estos monopolios técnicos fueron cambiando y se abrieron al mercado.

Hasta la Primera Guerra Mundial, el poder y la agresividad de las empresas químicas alemanas les dio a éstas la supremacía en los productos químicos provenientes del carbón de hulla. Después, cuando en Estados Unidos hubo gran necesidad de explosivos y otros productos, y cuando los productos químicos alemanes no estaban completamente disponibles, los gobiernos británico y francés se convirtieron en sus proveedores. Las compañías químicas en los Estados Unidos experimentaron un gran crecimiento en el conocimiento de la planta, aceleración de la investigación, desarrollo de trabajo e incremento en prestigio. Esto llevó a las industrias químicas a una posición de eminencia mundial en volumen, valor de la producción y en el número de productos y procesos patentados.

Un gran número de plantas químicas construidas en Estados Unidos desde la Segunda Guerra Mundial se localizaron sobre las costas de Texas y Louisiana cerca del petróleo y gas natural, materia prima para las plantas petroquímicas, algunas otras se encuentran a lo largo del río Ohio, en las cataratas del Niágara y en el valle del río Tennessee donde la energía eléctrica está disponible a un bajo costo. También hay industrias químicas en New Jersey, en el norte de Ohio y alrededor de Chicago, donde existen grandes mercados industriales y se tiene acceso al mar y a los grandes lagos.

#### **8.4 Las décadas estables.**

Durante el periodo de 1946 a 1966, hubo una gran demanda nacional que estuvo reprimida debido a los años de restricción de la guerra; esto condujo a que se requirieran plantas grandes y a la necesidad de construir algunas de ellas en el extranjero con el fin de poder satisfacer la demanda.

Siendo los Estados Unidos el único centro mayor que se encontraba en buen estado después de la guerra y además con nuevas instalaciones industriales, se convirtió en el centro financiero

del mundo. Enfrentaba relativamente poca competencia del exterior en lo que se refería a productos o bien a fondos (finanzas). Muchas compañías de éste país establecieron sus operaciones con el extranjero y de esta forma dieron comienzo a sus estrategias de crecimiento internacional.

Durante el periodo de 1964 a 1974, la industria química de Estados Unidos tuvo un crecimiento del 8% anual promedio. Las fábricas más grandes de productos químicos al final de los sesenta eran: DuPont, Procter & Gamble, Union Carbide, Monsanto, Dow Chemical, Olin Mathieson y Celanese Corp. Cada una con un promedio de ventas anuales de un millón de dólares o más. DuPont y Monsanto tuvieron excepcionales tasas de recuperación en esa época.

### **8.5 Periodo turbulento 1966- 1981.**

La industria química de Estados Unidos comenzó a tener problemas imprevistos. La declinación del desarrollo de la productividad anual norteamericana comenzó alrededor de 1966 y para 1973 se vio realmente afectada por el shock petrolero. Durante este periodo la balanza comercial de mercancías empezó a deteriorarse también, así que para 1972 ésta comenzó a ser negativa en términos reales (inflación ajustada) a pesar de que la balanza comercial nominal no cayó en números rojos sino hasta 1981 debido al rápido incremento en los precios.

El repentino incremento de los precios del petróleo en 1973 afectó a la industria química de este país de dos formas: creó una escasez de materias primas y energía para los fabricantes y también provocó una baja en la demanda de productos químicos por parte de los consumidores. Por otro lado, el gobierno comenzó a poner en vigor regulaciones ambientales y de seguridad a principios de los años setenta. Todos estos factores crearon un efecto en la rentabilidad, el desempeño de muchos fabricantes de productos químicos y la competitividad americana, la cual comenzaba a decaer en el mercado mundial.

Se debe mencionar también que durante el periodo de 1967 a 1982 no se observaron innovaciones tecnológicas radicales.

### **8.6 La época actual 1981-1990.**

El segmento más productivo de la industria química de los Estados Unidos en los últimos años, ha sido la manufactura de farmacéuticos. Algunos de los productores más grandes en este ramo son Merck & Co., Eli Lilly & Co., Chas. Pfizer & Co., Abbot Laboratories, Upjohn Co. y Smith Kline & French Laboratories.

Durante estos años, el mercado de productos petroquímicos en los Estados Unidos fue muy competitivo, sobre todo vendiendo en los mercados extranjeros como por ejemplo el Sureste

Asiático y algunos países de Europa Oriental. El ácido sulfúrico es el compuesto químico que se produce en mayor cantidad más que ningún otro, Estados Unidos exporta aproximadamente 30 millones de toneladas por año, los siguientes productos químicos en ventas por tonelada son el amoníaco, la sosa cáustica, el cloro, ácido nítrico y ácido fosfórico. Los compuestos orgánicos que más se producen son: benceno (alrededor de 4 mil toneladas por año), el alcohol etílico, formaldehído, estireno y metanol. La producción industrial de compuestos químicos incluye tanto a orgánicos como a inorgánicos, estos últimos son la parte más grande de la industria química, las ventas de estos productos químicos básicos son en promedio de 15 000 millones de dólares por año. A las industrias de productos químicos básicos le siguen la industria de los materiales sintéticos (fibras, plásticos, hule), productos de limpieza y de tocador que incluyen jabones, detergentes, pulidores y cosméticos; farmacéuticos y pinturas; químicos para la agricultura (fertilizantes y pesticidas) y una miscelánea de productos químicos como pegamentos, gelatinas, tintas, explosivos etc.

Las plantas petroquímicas aportan más del 80% de la producción de benceno producido en los Estados Unidos, y más del 90% de la producción de tolueno, xilenos, fenol y estireno. Además, las plantas petroquímicas producen una gran cantidad de compuestos no cíclicos especialmente etileno, propileno y butadieno los cuales no se producen del carbón.

La producción de fibras celulósicas en los Estados Unidos es más de 800 millones de libras por año, lo cual representa más del 25% del total mundial. Por otra parte, la producción de fibras totalmente sintéticas en los Estados Unidos es de más de 2 mil millones de libras por año que representa más del 35% del total mundial.

### **8.7 Expectativas de Estados Unidos y Canadá ante el TLC.**

Para la industria química de los Estados Unidos el tratado de libre comercio es la llave que le da acceso a uno de los mercados más grandes y ricos del mundo, con un promedio de ventas anual de 6 trillones de dólares en total y con un mercado de 360 millones de consumidores.

En 1991 EUA exportó a Canadá y México 9.3 billones de dólares, cerca del 22% del total de exportaciones de productos químicos, se importó cerca de 5 billones en productos químicos de los dos países, el 21% del total de importaciones de químicos.

Además, Canadá es el mercado importador de químicos más grande de los Estados Unidos, México en cambio ocupa el tercer lugar. Por otro lado, Estados Unidos importa más químicos de Canadá que de ningún otro país. Desde que Canadá firmó el tratado con E.U.A. sus exportaciones se han incrementado en un 78%.

La industria química de los Estados Unidos está interesada en 2 aspectos de la industria química mexicana, uno es el que se refiere a la inversión en petroquímica básica y el otro es el

abastecimiento de materias primas petroquímicas en México. Esto último, se debe a que las compañías químicas interesadas en invertir en México, necesitan asegurar el abastecimiento de materias primas petroquímicas.

Los inversionistas quieren producir en México petroquímicos que no restrinja la ley, pero no quieren restricciones en la facilidad para invertir en cualquier parte de la cadena petroquímica. Las razones del interés por lograr lo anterior son obvias, el abastecimiento seguro de la materia prima y además realizar operaciones petroquímicas integradas verticalmente, pues resultan ser más rentables de esta forma.

El Tratado de Libre Comercio servirá para que se pueda reducir el tiempo en el que se eliminen las tarifas de protección debido a que los 3 países cuentan con el mismo nivel de sofisticación tecnológica.

## 9/ ANTECEDENTES DEL ESTUDIO DE LA INGENIERÍA QUÍMICA.

A continuación se presentan los diferentes planes de estudio que precedieron al de Ingeniería química en la Escuela Nacional de Ciencias químicas; la fuente es: García Fernández, Horacio. *Historia de una Facultad: Química 1916-1983*, México, Facultad de Química-UNAM, 1985.

### Plan de estudios de la Escuela Nacional de Industrias Químicas

#### Químicos industriales (1916)

##### *Primer año*

Química de los metaloides

Física elemental

Matemáticas (aritmética, álgebra, geometría)

Lengua nacional

Conferencias sobre moral y civismo (que recibirán todos los alumnos de la Escuela)

Dos industrias

##### *Segundo año*

Química de los metales

Física aplicada

Botánica y zoología aplicadas

Mecánica aplicada

Francés

Dibujo lineal y de máquinas

Conferencias sobre geografía e historia (que recibirán todos los alumnos de la Escuela)

Dos industrias

*Tercer año*

Química del carbono

Análisis cualitativo

Inglés

Primer curso de alemán

Conferencias sobre higiene industrial (que recibirán todos los alumnos de la Escuela)

Dos industrias

*Cuarto año*

Análisis cuantitativo

Mineralogía y geología aplicadas

Segundo curso de alemán

Contabilidad y economía industriales

Conferencias sobre legislación industrial y obrera (que recibirán todos los alumnos de la Escuela)

Dos industrias

**Industrias que se establecerán en la Escuela**

*Artículo 16.* Al inaugurarse la Escuela se establecerán, para el aprendizaje de los alumnos, las siguientes secciones industriales, que funcionarán desde luego:

1. Industria de las materias grasas
2. Gran industria química
3. Industria de las fermentaciones
4. Industria de las materias tanantes y curtientes
5. Industria de los aceites esenciales, látex, gomas y resinas
6. Industrias del petróleo
7. Industria de la cerámica

*Artículo 17.* A medida que las circunstancias económicas lo permitan, se irá ampliando la esfera de acción industrial de la Escuela con el establecimiento de las siguientes industrias:

8. Industria de las materias colorantes, de la tintorería y de los estampados
9. Industria de las materias explosivas
10. Industria de las conservas alimenticias
11. Industria de la madera, del papel y de la celulosa
12. Industria de los azúcares y almidones y algunas otras industrias

**Químico industrial (enero de 1916)**

*Primer año*

Academias de matemáticas para químicos industriales

Primer curso de química general

Práctica de laboratorio

Mecánica y física elementales

Dibujo lineal

Ejercicios físicos

Dos industrias



*Segundo año*

Botánica y zoología  
Segundo curso de química general  
Prácticas de laboratorio  
Física aplicada  
Dibujo de máquinas  
Terminología química e industrial en francés  
Ejercicios físicos  
Conferencias sobre legislación industrial y obrera  
Dos industrias

*Tercer año*

Tercer curso de química general (primero de orgánica)  
Prácticas de laboratorio  
Análisis cualitativo  
Curso de mecánica industrial  
Terminología química e industrial en inglés  
Contabilidad y economía industriales  
Primer curso de alemán  
Ejercicios físicos  
Dos industrias

*Cuarto año*

Cuarto curso de química general (segundo de orgánica)  
Prácticas de laboratorio  
Análisis cuantitativo y docimasia  
Mineralogía y geología  
Terminología química e industrial en alemán  
Geografía especial  
Conferencias de higiene industrial  
Ejercicios físicos  
Dos industrias

**Químico técnico (1920)**

*Primer año*

Química inorgánica experimental  
Análisis químico cualitativo y cuantitativo  
Botánica y zoología general, con prácticas  
Elementos de geometría analítica y cálculo infinitesimal con aplicación a los estudios físicos y químicos  
Dibujo de máquinas  
Prácticas de física

*Segundo año*

Química orgánica experimental  
Análisis orgánico elemental y preparación de productos inorgánicos  
Mineralogía y geología con prácticas  
Mecánica aplicada (mecanismos)  
Tecnología química inorgánica

*Tercer año*

Fisicoquímica  
Tecnología química orgánica  
Análisis industrial  
Microbiología  
Una industria química  
Contabilidad industrial  
Conferencias sobre legislación industrial y obrera  
Conferencias sobre higiene industrial

**Químico técnico (1921)**

*Primer año*

Química inorgánica experimental con prácticas  
Análisis químico cualitativo y cuantitativo  
Elementos de geometría analítica y cálculo infinitesimal en sus aplicaciones a los fenómenos fisicoquímicos  
Dibujo de máquinas  
Física general  
Manipulaciones de física  
Taller  
Al finalizar el año, práctica de 15 días en un taller mecánico

*Segundo año*

Química orgánica experimental  
Análisis orgánico elemental y preparación de productos inorgánicos y orgánicos  
Mineralogía y geología con prácticas  
Mecánica  
Tecnología química inorgánica  
Electroquímica precedida de electricidad y magnetismo  
Microbiología industrial  
Manipulaciones de física

*Tercer año*

Materias primas industriales  
Fisicoquímica con prácticas  
Tecnología química orgánica  
Análisis industrial  
Mecánica aplicada  
Termodinámica y plantas de fuerza  
Dibujo de máquinas y proyectos  
Una industria química  
Elementos de fisiología e higiene y medicina de urgencia  
Explotación técnica industrial  
Derecho industrial y obrero y nociones de economía política

### Químico técnico (1922 y 1923)

#### *Primer año*

Química inorgánica experimental con prácticas  
Análisis químico cualitativo  
Elementos de geometría analítica y cálculo infinitesimal en sus aplicaciones a los fenómenos físicoquímicos  
Dibujo de máquinas  
Física general  
Manipulaciones de física  
Prácticas de taller

#### *Segundo año*

Química orgánica experimental con prácticas  
Análisis cuantitativo  
Mineralogía y geología con prácticas  
Mecánica  
Electroquímica precedida de electricidad y magnetismo  
Microbiología aplicada  
Manipulaciones de física

#### *Tercer año*

Análisis orgánico elemental y preparación de productos inorgánicos y orgánicos  
Materias primas industriales  
Físicoquímica con prácticas  
Tecnología química inorgánica  
Mecánica aplicada  
Elementos de fisiología e higiene y medicina de urgencia

#### *Cuarto año*

Análisis industrial  
Dibujo de máquinas y proyectos  
Una industria química  
Tecnología orgánica  
Termodinámica y plantas de fuerza  
Explotación técnica industrial  
Ejercicios físicos

### Químico técnico (1925)

#### *Primer año*

Primer curso de física general y prácticas  
Curso de física general con prácticas  
Análisis químico cualitativo  
Dibujo de máquinas  
Química inorgánica, con prácticas  
Prácticas de taller  
Matemáticas superiores  
Ejercicios físicos

*Segundo año*

Mecánica analítica  
Segundo curso de física general con prácticas  
Mineralogía y geología  
Microbiología  
Química orgánica, con prácticas  
Ejercicios físicos  
Análisis cuantitativo

*Tercer año*

Análisis industriales  
Electroquímica  
Fisicoquímica con prácticas  
Higiene profesional y medicina de urgencia  
Mecánica aplicada  
Tecnología química inorgánica  
Ejercicios físicos

*Cuarto año*

Explotación técnica industrial  
Materias primas industriales  
Nociones de ingeniería civil  
Termodinámica  
Dibujo de máquinas y proyectos  
Una industria química  
Tecnología química orgánica  
Ejercicios físicos

## 10/ EVOLUCIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA QUÍMICA EN LA UNAM.

A continuación se presentan los diferentes planes de estudio que precedieron al de Ingeniería química en la Escuela Nacional de Ciencias Químicas; la fuente es:  
García Fernández, Horacio. *Historia de una Facultad: Química 1916-1983*, México, Facultad de Química-UNAM, 1985.

### Ingeniero químico (1927)

(nombre que adquirió la carrera de químico técnico a partir de esa fecha)

#### *Primer año*

Física experimental  
Química inorgánica, con prácticas  
Análisis químico cualitativo  
Matemáticas (primer ciclo)  
Geometría descriptiva  
Higiene de laboratorio y primeros auxilios  
Ejercicios físicos obligatorios

#### *Segundo año*

Calor y óptica  
Química orgánica, con prácticas  
Análisis químico cuantitativo  
Matemáticas (segundo ciclo)  
Microbiología  
Mineralogía y geología  
Dibujo técnico (primer año)  
Ejercicios físicos (voluntarios)

**Tercer año**

Análisis industriales  
Fisicoquímica  
Mecánica general  
Física industrial  
Electricidad con prácticas  
Dibujo técnico (segundo año)  
Ejercicios físicos (voluntarios)

**Cuarto año**

Electroquímica con prácticas  
Materias primas industriales  
Química industrial inorgánica  
Termodinámica  
Ensayo de materiales  
Ejercicios físicos (voluntarios)

**Quinto año**

Mecánica aplicada  
Química industrial (orgánica)  
Proyectos de instalaciones industriales  
Economía industrial y comercialización científica de fábricas  
Higiene industrial  
Ejercicios físicos (voluntarios)

Una industria química, haciendo práctica intensiva, por lo menos durante 6 meses en una fábrica. Durante la carrera se darán conferencias sobre "Posibilidades industriales de México"

**Ingeniero químico (1935)****Primer año**

Complementos de álgebra (primer término)  
Geometría analítica y cálculo diferencial  
Física hidrostática y calor  
Física óptica (segundo término)  
Manipulaciones de física  
Química inorgánica, no metales, con prácticas  
Análisis químico cualitativo, con prácticas

**Segundo año**

Cálculo integral (primer término)  
Ecuaciones diferenciales (segundo término)  
Electricidad y magnetismo  
Estática (primer término)  
Resistencia de materiales (segundo término)  
Química inorgánica, metales, con prácticas  
Análisis químico cuantitativo

*Tercer año*

Físicoquímica con prácticas  
Primer curso de ingeniería química  
Química orgánica (serie acíclica), con prácticas  
Análisis químico cuantitativo especial  
Cinemática (primer término)  
Dinámica (segundo término)  
Primer curso de dibujo industrial

*Cuarto año*

Termodinámica química  
Segundo curso de ingeniería química  
Química orgánica (serie cíclica)  
Análisis químico industrial  
Segundo curso de dibujo industrial  
Cálculo práctico  
Materia optativa

*Quinto año*

Higiene industrial  
Electroquímica  
Tercer curso de ingeniería química  
Organización industrial y proyectos  
Balances económicos  
Máquinas térmicas  
Materias primas industriales  
Materia optativa

Seis meses de práctica en una planta industrial o laboratorio técnico.

A partir de algún año entre 1935 y 1940 se incorporaron en los dos últimos años, dos cursos industriales, uno en cada año respectivamente, con prácticas.

*Cursos industriales*

Primer curso de petróleo; Segundo curso de petróleo; Primer curso de azúcar-alcohol; Segundo curso de azúcar-alcohol; Metalurgia no ferrosa; Siderurgia; Primer curso de tecnología metalúrgica; Segundo curso de tecnología metalúrgica; Enzimología; Colorantes (industria textil); Docimasia; Análisis metalúrgicos; Química fotográfica; Coloidología; Esencias y perfumes; Fitoquímica; Química teórica; Ingeniería industrial.

**Ingeniero químico\* (1957)**

*Primer año*

Química inorgánica  
Análisis I (cualitativo)  
Física I (mecánica)  
Matemáticas I (álgebra)  
Matemáticas II (geometría analítica y cálculo diferencial e integral)

*Segundo año*

Química orgánica I  
Análisis II (cuantitativo)  
Física II (calor, movimiento ondulatorio, óptica)  
Matemáticas III (cálculo diferencial e integral y ecuaciones diferenciales)  
Fisicoquímica I (general)  
Ingeniería química  
Elementos de ingeniería mecánica

*Tercer año*

Química orgánica II  
Análisis III (instrumental)  
Fisicoquímica II (general)  
Matemáticas IV (especiales)  
Ingeniería química II  
Física III (electricidad y magnetismo)

*Cuarto año*

Análisis IV (industrial)  
Dibujo  
Ingeniería química III  
Fisicoquímica III (termodinámica química)  
Máquinas térmicas  
Ingeniería eléctrica  
Ingeniería industrial I (análisis económicos y sistematización de la producción)

*Quinto año*

Higiene y seguridad industrial  
Ingeniería química IV  
Fisicoquímica IV (electroquímica)  
Instrumentación industrial  
Diseño de equipos  
Ingeniería industrial II (política)  
Cursos industriales (económica)  
Curso optativo

---

\* Son materias teórico prácticas: química inorgánica, análisis I y física I, de primero; química orgánica I y análisis II, de segundo; química orgánica II, análisis III y fisicoquímica, de tercero; análisis IV e ingeniería química, de cuarto, e ingeniería química, fisicoquímica IV, diseño de equipos y cursos industriales, de quinto año.



**Ingeniero químico (1967)**  
**Asignaturas obligatorias: 425 créditos; 25 optativas; total 450**

<i>Primer semestre</i>	<i>Créditos</i>
Física I	8
Fisicoquímica I	10
Fisicoquímica II	10
Matemáticas I	10
Matemáticas II	8
 <i>Segundo semestre</i>	
Física II	8
Química inorgánica	12
Fisicoquímica III	8
Análisis I	10
Cálculo diferencial e integral	12
 <i>Tercer semestre</i>	
Física III	8
Fisicoquímica IV	9
Análisis II	8
Ecuaciones diferenciales	10
Ingeniería química I	6
Química orgánica I	10
 <i>Cuarto semestre</i>	
Física IV	8
Fisicoquímica V	9
Análisis III	8
Estadística I	8
Ingeniería química II	6
Química orgánica II	10
 <i>Quinto semestre</i>	
Física V	8
Fisicoquímica VI	9
Análisis IV	8
Estadística II	8
Ingeniería química III	12
Química orgánica	10
 <i>Sexto semestre</i>	
Física VI	8
Fisicoquímica VII	9
Análisis V	8
Ingeniería química IV	12
Química orgánica IV	10

<i>Séptimo semestre</i>	
Fisicoquímica VIII	9
Ingeniería química V	15
Química orgánica V	10
Ingeniería mecánica I	6
Ingeniería eléctrica I	6
Dibujo	6

<i>Octavo semestre</i>	
Ingeniería química VI	15
Ingeniería química VII	12
Ingeniería mecánica II	6
Ingeniería eléctrica II	6
Economía industrial I	6
Optativa	
Optativa	

<i>Noveno semestre</i>	
Ingeniería de procesos	6
Ingeniería química VIII	12
Economía industrial II	6
Optativa	
Optativa	

**Asignaturas optativas**

Azúcar I (8); Azúcar II (8); Aspectos legales industriales (6); Colorantes I (8); Colorantes II (8); Computación electrónica y programación I (6); Computación electrónica y programación II (6); Diseño de experimentos (6); Dirección de empresas (6); Fenómenos de transp. (6); Procesos petroquímicos (6); Planeación y desarrollo industrial (6); Química cuántica (6); Relaciones humanas (6); Seguridad industrial (6); Simulación de procesos I (6); Simulación de procesos II (6); Tecnología de alimentos (9); Tecnología de materiales (6); Tecnología nuclear (6); Tratamiento de aguas (6); Plásticos y silicones I (8); Física VII (8); Ingeniería nuclear (6); Instrumentación industrial (6); Investigación de operaciones I (6); Investigación de operaciones II (6); Matemáticas superiores en ingeniería química (6); Microbiología industrial (9); Papel y celulosa I (6); Papel y celulosa II (6); Plásticos y silicones II (8).

**Versión definitiva del plan de 1967 de Ingeniero químico (1972)**

**Asignaturas obligatorias: 425 créditos; 25 optativas; total: 450**

	<i>Créditos</i>
<i>Primer semestre</i>	
Física I	6
Fisicoquímica I	6
Matemáticas I	10
Matemáticas II	8
Fisicoquímica II	6
Laboratorio de ciencia básica	10
<i>Segundo semestre</i>	
Física II	6
Química inorgánica I	10
Cálculo diferencial e integral	12
Fisicoquímica III	6
Análisis o química analítica I*	
Laboratorio de ciencia básica II	10

\* Puede escoger la línea de análisis o de química analítica; cada serie tiene 38 créditos.

<i>Tercer semestre</i>	
Física III	8
Ecuaciones diferenciales	10
Fisicoquímica IV	9
Análisis II o química analítica II*	
Ingeniería química I	6
Química orgánica I	10
<i>Cuarto semestre</i>	
Física IV	8
Estadística I	8
Termodinámica química	9
Análisis III o química analítica III*	
Ingeniería química II	6
Química orgánica II	10
<i>Quinto semestre</i>	
Física V	8
Estadísticas II	8
Fisicoquímica V	9
Análisis IV o química analítica IV*	
Ingeniería química III	12
Química orgánica III	10
<i>Sexto semestre</i>	
Ingeniería eléctrica I	6
Fisicoquímica VI	9
Análisis V o química analítica V*	
Ingeniería química IV	12
Química orgánica IV	10
<i>Séptimo semestre</i>	
Ingeniería eléctrica II	6
Ingeniería mecánica I	6
Fisicoquímica VII	9
Laboratorio de momentum y calor	4
Ingeniería química V	12
Química orgánica I	10
Dibujo	6
<i>Octavo semestre</i>	
Tecnología de servicios	6
Ingeniería mecánica II	6
Laboratorio de transferencia de masa	4
Ingeniería química VI	12
Ingeniería química VII	6
Ingeniería económica I	6
Optativa	

<i>Noveno semestre</i>	
Diseño de equipo	6
Ingeniería de procesos	6
Ingeniería química VIII	12
Ingeniería económica II	6
Optativa	
Optativa	
Optativa	

*Asignaturas optativas que se incorporaron a las descritas con anterioridad*

Cálculo avanzado (6); Físicoquímica VIII (9); Físicoquímica IX (9); Ingeniería ambiental I (6); Ingeniería ambiental II (6); Optimización (6); Química de los materiales cerámicos (8);

**Licenciatura en Ingeniería química  
plan de estudios 1988**

	<i>Créditos</i>
<i>Primer semestre</i>	
Química general	20
Cinemática y dinámica	8
Álgebra	8
Cálculo de función de una variable	8
<i>Segundo semestre</i>	
Estructura de la materia	8
Termodinámica	11
Ecuaciones diferenciales	8
Cálculo de función de varias variables	8
Estática	8
Programación y computación	6
<i>Tercer semestre</i>	
Química inorgánica	9
Electromagnetismo	8
Propiedades termodinámicas	10
Balances de materia y energía	12
Fenómenos de transporte	8
<i>Cuarto semestre</i>	
Química orgánica I	9
Métodos numéricos	6
Equilibrio físico	10
Flujo de fluidos	10
Ingeniería mecánica	6
Estadística	8
<i>Quinto semestre</i>	
Química orgánica II	9
Equilibrio químico	10
Transferencia de calor	12
Ingeniería eléctrica	6
Análisis I	10

<b>Sexto semestre</b>	
Química de los procesos industriales	6
Electroquímica	10
Fenómenos de superficie	10
Análítica II	10
Procesos de separación I	12
<b>Séptimo semestre</b>	
Cinética química y catálisis	10
Simulación y optimización de procesos	10
Selección y especificación de equipo	6
Ingeniería económica I	6
Ingeniería ambiental	6
Procesos de separación II	12
<b>Octavo semestre</b>	
Ingeniería de reactores	12
Dinámica y control de procesos	10
Ingeniería de servicios	6
Ingeniería económica II	6
Administración industrial	6
Optativa	8
<b>Noveno semestre</b>	
Ingeniería de proyectos	30
Seguridad industrial	6
Relaciones humanas en la empresa	5
Optativa	8
<b>Paquetes optativos</b>	
<b>Polímeros</b>	
Polímeros I	8
Polímeros II	8
<b>Materiales</b>	
Materiales I	8
Materiales II	8
<b>Energéticos</b>	
Energéticos I	8
Energéticos II	8
<b>Petroquímica</b>	
Petroquímica I	8
Petroquímica II	8

# 11/ LA INGENIERÍA QUÍMICA EN ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA.

## **Antecedentes.**

Los orígenes de la ingeniería química se relacionan con la revolución industrial del siglo XVIII y XIX en Europa y los Estados Unidos; también con los cambios sociopolíticos ocurridos en Francia y Alemania después de la guerra de 1848.

En realidad, no fue sino hasta el primer cuarto del siglo XIX, especialmente en Inglaterra y Alemania, cuando los procesos químicos que se llaman operaciones unitarias, constituyen la base de muchas industrias. La producción de jabón y vino, la destilación, la producción de ácido sulfúrico y el tratamiento de carbón eran sólo parte de los procesos que se realizaban en esa época.

Los laboratorios de química de las Universidades de Giessen, Göttingen y Heidelberg (en Alemania) produjeron un número importante de químicos y fisicoquímicos sobresalientes, los cuales establecieron laboratorios en varias partes del mundo incluyendo los Estados Unidos.

La primera diferencia la propone Justus von Liebig y sus estudiantes con respecto a otros químicos, ya que ellos se esforzaban en aplicar sus descubrimientos y conocimientos fundamentales al desarrollo de procesos y productos químicos específicos. El proceso de von Hoffman para elaborar tinte de anilina, es uno de los muchos procesos desarrollados en Alemania entre 1840 y 1880.

### Los primeros pasos.

En 1887, un inspector industrial de Manchester, Inglaterra, llamado George E. Davis decidió transferir a los salones de clase el conocimiento adquirido en sus años como inspector de plantas químicas. En el verano de ese año escribe una serie de 12 lecturas, las cuales fueron publicadas más tarde en el *Chemical Trade Journal*. Este material, era totalmente empírico, pero era la primera vez que alguien escribía una serie de artículos sobre la operación de algunos de los más importantes procesos químicos de esos días.

En 1901, Davis publicó el *Handbook of Chemical Engineering*, que fue revisado y publicado en una segunda edición en 1904. Cabe destacar que él fue el primero en considerar los procesos de manufactura química como una secuencia y combinación de un determinado número de operaciones.

Un año después de que Davis publicó sus lecturas en 1888, el profesor Lewis Norton del departamento de química del MIT comenzó a enseñar un curso de Ingeniería química. El material empleado en este curso eran notas sobre la práctica de la industria química en Alemania, que contaba en ese tiempo, con la tecnología de procesos más avanzada del mundo. En los Estados Unidos, el MIT es considerado como la primera institución que ofreció, en 1888, un plan de estudios en Ingeniería química.

Cuando Norton muere en 1893, el profesor Frank Thorpe se encargó de impartir este curso; además publicó en 1898 el libro *Outlines of Industrial Chemistry* el cual se consideró como el primer libro de texto de ingeniería química. EL término de química industrial apareció en el libro de Norton para describir los procesos industriales que se aplicaban en la fabricación de productos químicos, los cuales, en los siguientes cincuenta años, serían fuertemente asociados con la ingeniería química.

A pesar de que Norton y Thorpe fueron los pioneros del MIT, fue Arthur Noyes y más tarde, William Walker quienes dieron a esta disciplina, el respeto que tiene en la actualidad. En 1908 Walker fundó el Laboratorio de Investigación de Química Aplicada. En este mismo año se estableció el American Institute of Chemical Engineers, con gran oposición de los químicos, sólo tenía cuarenta miembros. No fue sino hasta 1926, cuando realmente se convirtió en una sociedad representativa de los ingenieros químicos.

Al principio del siglo, las compañías estadounidenses fabricaban productos químicos en procesos intermitentes (*batch*). Los industriales sabían que obtendrían ventajas adicionales si desarrollaban métodos de producción continuos y automatizados. Sin embargo, los químicos industriales de esa época no tenían la preparación necesaria para diseñar estas plantas a gran escala.

Debido a esta necesidad, Arthur D. Little, un químico egresado del MIT, sugirió en 1915 que esta institución desarrollara un curriculum que estudiara lo que el denominó "operaciones

unitarias". Este razonamiento, evidentemente influenciado por Davis, afirmaba que era posible descomponer cualquier proceso químico en pasos, para su estudio individual, tales como mezclado, reacción, intercambio de calor y separación. A partir de estas operaciones individuales se podría sintetizar cualquier ruta necesaria para la producción a gran escala de diversos productos químicos.

El concepto de operaciones unitarias no provenía ni de la química ni de la ingeniería mecánica, por lo que señala el inicio de una nueva rama del conocimiento: la Ingeniería Química.

### **El enfoque práctico.**

El desarrollo del campo de las operaciones unitarias, y la subsecuente introducción de la termodinámica y la cinética química condujeron a desarrollos posteriores en el campo de la ingeniería química. Sin embargo, en el MIT, y en las demás escuelas, la ingeniería química era una división más del Departamento de Química y no fue considerado como un departamento independiente sino hasta 1920. En esa época, Walker fue el principal dirigente de la división, asistido por Warren Lewis. Tres años después se publicó el primer libro de texto de esta nueva rama del conocimiento, *Principles of Chemical Engineering*; cuyos autores fueron Walker, Lewis y McAdams. Tiempo después, en 1926, Lewis junto con Radasch publicaron *Industrial Stoichiometry* que sentó las primeras bases para el estudio de los balances de materia.

Otras contribuciones importantes del MIT fueron: en 1925, W.L. McCabe y E.W. Thiele, quienes trabajando en un proyecto no relacionado con sus propias líneas de investigación, desarrollaron lo que con el tiempo se conocería como los diagramas de McCabe-Thiele. Por otra parte, durante la Segunda Guerra Mundial, Lewis y Gilliland inventaron el reactor de cracking catalítico de lecho fluidizado. Este último proceso dio lugar a la técnica más eficiente de producción a gran escala de gasolina y turbosina.

Es de notar que entre 1920 y 1950, el desarrollo de la ingeniería química provino de la aplicación de la fisicoquímica a los balances de materia y energía, a la termodinámica y a las velocidades de reacción en procesos industriales. Estos conceptos fueron explicados en los libros escritos en los treinta por Hougen, Watson y Ragatz (*Chemical process principles e Industrial chemical calculations*), los cuales influyeron en la manera de pensar hasta la década de los 50. También en esta década surgió la primera edición "del Perry", cuyo formato era literalmente el de un manual. Otros libros particularmente importantes en esta década fueron los de la serie de McGraw-Hill "Chemical Engineering Series", en especial: *Elements of chemical engineering* de Badger y McCabe (1931) y *Heat Transmission* de McAdams (1933).

En este período, y por primera vez fuera de Alemania, surgió la idea de tratar el tema de los procesos industriales de síntesis orgánicas, a través del enfoque de operaciones unitarias. Lo que da como resultado el libro editado por P.H. Groggins *Unit processes in organic synthesis*.



Este libro promovió la idea de dividir cada proceso industrial en "procesos unitarios" individuales, como: oxidación, nitración, sulfonación y alquilación. Consecuentemente, en los cuarentas, Shreve (Director del departamento de ingeniería química de la Universidad de Purdue) promovió esta idea y comenzó a escribir *Chemical process industries* que fue publicado en 1945.

Después de la Segunda Guerra, algunas fallas en el diseño y escalamiento de diferentes operaciones unitarias crearon la necesidad de una renovación en la investigación de tipo práctico. De esta forma, surgió el libro *Elements of fractional distillation* de Robinson y Gilliland; y el libro de Donald Kern *Process heat transfer*. Este libro fue considerado como el último gran texto de ingeniería química escrito por una persona con orientación completamente práctica; aún a pesar de que en 1955 se publicó *Chemical equilibria* por Denbigh.

Este último texto fue el primero que trató específicamente del diseño de reactores en los terminos definidos por Walker: "aplicando principios científicos a la solución de problemas, de una forma cuantitativa desde el punto de vista matemático". Esto marca otro hito en la historia de la ingeniería química, ya que por inverosímil que esto parezca, todavía en los cincuentas la mayoría de los cursos no contemplaban el diseño de reactores químicos.

El año de 1955 marcó un cambio importante en la enseñanza de la ingeniería en todo Estados Unidos. En mayo de 1952 S.C. Hollister, Presidente de la American Society for Engineering Education (ASEE), citó al Comité de evaluación de la educación en Ingeniería con el objetivo de evaluar lo que se tenía en ese momento y sugerir nuevas propuestas para la enseñanza de la ésta. Cuando el reporte del comité se publicó en junio 15 de 1955, había finalizado una etapa en la historia de la educación en ingeniería. El reporte tuvo únicamente 36 páginas de extensión.

Este reporte decía que "el objetivo en el curriculum del ingeniero no se podrá alcanzar reorganizando el curriculum actual. Se requiere una completa reconstrucción del curriculum. Además, es responsabilidad del ingeniero reconocer dentro de la ciencia y la tecnología, los nuevos desarrollos que tengan potenciales significativos en ingeniería. Sin embargo la velocidad a la cual el nuevo conocimiento científico puede ser llevado a la practica dentro de la ingeniería depende, en buena parte, de la capacidad del ingeniero para comprender la nueva ciencia conforme ésta se va desarrollando"<sup>1</sup>.

Las recomendaciones que surgieron de este reporte crearon muchas discusiones en todo el país. La generación pasada de instructores se opuso totalmente a éstas, por el contrario las generaciones más jóvenes las aceptaron.

---

<sup>1</sup>Citado en N. Peppas (ed.), 1989, p. 10.

### **La generalización de los mecanismos fundamentales.**

Cuando se comenzó a desarrollar la Ingeniería química, la enseñanza y la investigación en química industrial fueron los temas centrales. Alrededor de 1920, las operaciones unitarias comenzaron a ser el foco principal de la investigación y educación de la profesión. Más tarde, en la década de los treinta, la termodinámica aplicada comenzó a ser un componente importante dentro de la enseñanza de la misma. La época de los cuarenta fue en cambio una etapa de transición que comenzó con la publicación de *Applied mathematics in chemical engineering*, escrito por Sherwood y Reed, este libro auguraba lo que se convertiría en el nuevo campo de estudio.

A partir de la década de los cincuenta, el término procesos unitarios se transformó a conversión química, y el de operaciones unitarias evolucionó hacia el de fenómenos de transporte. Esta innovación fue notable entre la primera y segunda edición de la *Encyclopedia of chemical technology* (1955 y 1969 respectivamente), y se debió principalmente a cinco investigadores que se convirtieron en los principales agentes del cambio; ellos fueron Neal Amundson, Rutherford Aris, Byron Bird, Edwin Lightfoot y Warren Stuart.

Amundson se convirtió en 1951 en el Director del departamento de Ingeniería química de la Universidad de Minnesota. Debido a su educación, tanto en ingeniería química como en matemáticas, se dio cuenta que una resolución más adecuada de los problemas, radicaba en el análisis de los fundamentos de los procesos y fenómenos químicos. Amundson conoció a R. Aris en 1955, quien era un matemático que aprendió ingeniería química, y entre ambos convirtieron el programa de posgrado de dicha universidad en uno de los mejores programas de todos los tiempos.

En el mismo período, una segunda revolución educativa ocurrió en la Universidad de Wisconsin. Los profesores Bird, Stuart y Lightfoot, preparaban en 1957 unas notas que se convirtieron, en 1960, en un libro titulado *Transport phenomena*; éste ofreció un análisis único hasta esas épocas de los problemas unitarios de ingeniería química. La principal lección de este libro es que existe un enfoque único para los diferentes problemas de operaciones unitarias, siendo éste, el análisis y diseño de sistemas a través de las ecuaciones de transporte de masa, momento y energía. Es claro que el análisis de las operaciones o procesos individuales no desaparece, pero esta formulación de los problemas es mucho más general que los conceptos de "operaciones y procesos unitarios".

Debido a esto, durante los sesenta la gran mayoría de los departamentos escolares en EUA se ajustaron a estas nuevas ideas. Otra idea que surgió en los sesenta pero que fue la característica principal de la ingeniería química de los setenta, fue que debía contribuir significativamente en áreas fuera de lo que se consideraba como la línea clásica.

### **La participación activa en actividades interdisciplinarias.**

Durante la década de los setenta, los ingenieros químicos participaron en áreas interdisciplinarias como lo fueron la bioquímica y la biomédica, incursionando en polímeros, biotecnología, catálisis y diseño asistido por computadora. Estos nuevos intereses se asociaron con los cambios de la política de ayuda científica de Estados Unidos, ya que las diversas instituciones que otorgaban fondos para investigaciones científicas, apoyaron de manera importante los esfuerzos de los ingenieros químicos en las áreas antes descritas.

Estos apoyos a la investigación fueron el resultado, directa o indirectamente, de los diferentes *shocks* petroleros que se dieron en la década de los setentas. Los altos precios, y las bajas expectativas que se tenían con respecto a la disponibilidad de hidrocarburos en el futuro, motivaron un esfuerzo del gobierno y compañías en el ahorro de energía y en el aprovechamiento de recursos que se consideraban escasos. La investigación se orientó hacia la creación de combustibles sintéticos y alternos, la creación de nuevos materiales que requirieran menos energía y prestaran el mismo servicio que los tradicionales. Asimismo, el *boom* de lo que sería conocido como la tercera revolución industrial creó nuevos espacios donde se requirieron los principios de ingeniería química.

La década de los ochentas entonces se caracterizó por una crisis de la profesión. Las falsas expectativas con respecto al petróleo se desmoronaron. Gran cantidad de ingenieros químicos fueron despedidos y una parte considerable de los recién egresados no encontró trabajo. Esto fue debido al abandono de las nuevas líneas de investigación y a la recesión causada por los *shocks* petroleros. La profesión por primera vez, desde que fue creada, corría el peligro de quedar atrás de los nuevos cambios en la tecnología, en la industria y en la ciencia.

Una gran cantidad de artículos se escribieron y otro tanto de reuniones se llevaron a cabo. Las opiniones variaban entre que "no pasaba nada" y la desaparición de la carrera. Lo que sí era cierto, era que los ingenieros químicos ya no eran la vanguardia tecnológica. Las empresas que tradicionalmente se consideraban químicas, comenzaron a diversificar sus actividades y a necesitar menos de los ingenieros químicos. Sin embargo, la característica principal, la capacidad de adaptarse y resolver problemas fue de gran utilidad para que incursionaran en otras industrias.

Es así que Amudson volvió a encabezar la revolución que intentaría poner de nuevo en un lugar preeminente a la profesión. A finales de 1987 se publicó un libro llamado *Frontiers of Chemical Engineering*, que con dos años de consulta y discusión de más de 600 ingenieros químicos y basado en otro estudio hecho en 1985, llamado *Oportunities in Chemistry*, delimitó las áreas primordiales hacia donde debían centrar sus esfuerzos los profesionistas para que entraran de lleno en la nueva revolución industrial.

Estas áreas eran: el procesamiento de recursos naturales y de la energía, la ingeniería bioquímica y biomédica, la ingeniería de materiales avanzados, protección ambiental y

seguridad de materiales peligrosos, ingeniería de superficie e interfacial, ingeniería de control y proceso asistida por computadora y materiales electrónicos, fotónicos y de registro de datos.

De esta forma, estas líneas de investigación debían ser apoyadas por profesionistas educados para trabajar y administrar un ambiente interdisciplinario. Entonces, a parte de los requerimientos básicos de los cursos actuales, los estudiantes requerían conocimientos en áreas tan diversas como las mencionadas anteriormente. Este aprendizaje debería ser hecho en el posgrado o en cursos de educación continua.

Este reporte causó una profunda impresión en la comunidad ingenieril, porque se reconocieron en el lineamientos factibles que ayudarían a la carrera a seguir con la fuerza que la ha caracterizado desde el inicio. Dadas las nuevas características que han sido consecuencia de la revolución en las comunicaciones y la información, las propuestas del AIChE fueron coherentes con el contexto actual.

De esta forma, los ingenieros químicos de EUA, entraron de lleno en la lucha por mantenerse a la vanguardia tecnológica, realizando una acción que ha sido el paradigma de la profesión: adaptarse resolviendo problemas.

## **12/ ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS EN LOS PLANES DE ESTUDIO DE INGENIERÍA QUÍMICA.**

El plan de estudios es el principal documento que refleja las tendencias más importantes que una institución querrá impartir a sus alumnos. Es por esto, que analizar los cambios en la estructura, es una forma eficaz de evaluar las ideas generales que los fomentan. El análisis de los cambios en los programas individuales de cada materia, en cambio reflejaría no sólo estas tendencias, sino también encontraríamos los avances científicos y prácticos que se hubieran realizado para mantenerlo actualizado.

Con este método se determinará la relación que tuvieron la situación de la industria, en general, y de la industria química en particular, en los cambios de los planes de estudio.

### **Los primeros planes: químicos industriales.**

En el año de 1913, el presidente Madero se encontraba con una situación de ingobernabilidad. Las promesas que había hecho a los obreros y campesinos no se podían cumplir y la situación económica presentaba los primeros síntomas de desestabilización. La planta productiva tenía problemas debido a que algunos de los técnicos extranjeros que operaban las industrias, habían emigrado rumbo a sus países de origen.

Debido a esto, J. Salvador Agraz se dirigió a Madero con el fin de fundar una escuela en la que se prepararan los profesionales y maestros del área de química que requería México; no sólo con el propósito de operar las plantas, sino también para fomentar el estudio de la química.

Sin embargo, poco después ocurriría la Decena Trágica y comenzarían las hostilidades en todo el país. Las repercusiones más importantes de estos acontecimientos, para el sector industrial

del país, fueron el cierre de los ferrocarriles para el transporte de materias primas y productos. Además de esto, el principio de la Primera Guerra Mundial ocasionó la salida de los restantes técnicos extranjeros, los cuales se unieron como soldados y técnicos a sus respectivos países.

Salvador Agraz no cejó en sus intentos y con la suerte a su favor, en 1915 un amigo de él, Félix Palavicini, fue nombrado Secretario de Educación. En ese mismo año, Agraz presentó una propuesta para la fundación de dicha escuela, junto con los planes de estudio correspondientes para las carreras que se impartirían. De esta forma, Palavicini lo nombró Director fundador de la primera escuela de química del país.

Las tres carreras que se ofrecían eran: Químico técnico, con cuatro años de estudio; Perito en industrias, con dos años y Práctico en industrias, con un sólo año de estudios. El diseño de los contenidos curriculares, se planeó de tal manera que el plan de estudios de químico técnico abarcaba las otras dos carreras. En realidad, dependía del tiempo que estudiaba el alumno, el título que recibía. Este método era (y sigue siendo en la actualidad) el que se utilizaba en el sistema de educación francés.

Con respecto a la importancia de los egresados de la Escuela, podemos determinar que sí trabajaron en la industria, pero cabe señalar que los primeros Químicos técnicos egresaron en 1921 y que en 1925 eran sólo 16 el número de egresados.

### **El surgimiento de la carrera de ingeniero químico.**

Alrededor de 1925 fue establecida en la Escuela Nacional de Química la carrera de Ingeniero químico. En el plan de estudios original no existía una asignatura con tal nombre, sino que en su lugar figuraba una llamada Física industrial; inspirada en el nombre con que se estudiaba en universidades europeas, debido a que incluía solamente el estudio de operaciones físicas.

Los primeros egresados que recibieron el título de Ingeniero químico lo obtuvieron en 1925, bajo los auspicios del Ingeniero Roberto Medellín quien fue asistido en la formación de planes y programas por Estanislao Ramírez. Estos egresados eran Químicos técnicos a los cuales se les revalidaron los estudios, ya que el primer plan con el título de Ingeniero químico fue el de 1927.<sup>1</sup>

En aquella época, Estanislao Ramírez se encargaba de impartir el curso de "Física industrial" en el cual se utilizaba como libro de texto el escrito por Walker, Lewis y McAdams del M.I.T. Este texto fue publicado en 1923 y es de particular importancia por ser el primero que tenía un

---

<sup>1</sup>En 1918 se tenía un plan de Ingeniería Química, pero ningún alumno egresó con este título, además de que en su contenido no había ninguna materia que justificara el título.

enfoque práctico de operaciones unitarias. El Ing. Ramírez seguía de cerca el trabajo de los autores y el primer plan de estudios fue resultado de la lectura de esta obra<sup>2</sup>.

El estudio de la Ingeniería química en la Escuela desde 1925 hasta 1934, se llevó a cabo sobre la base de un solo curso de Física industrial como se le llamaba entonces. En el mismo plan de estudios figuraba un curso de Geometría descriptiva y un curso de nociones de Ingeniería civil que incluía hidráulica, topografía y construcción. Estos dos cursos formaron parte del mismo por la preocupación de poner en alguna parte del mismo la palabra Ingeniería y a la vez de incluir alguna asignatura reconocida ya como inseparable de las ramas consagradas de la Ingeniería. Este plan incluía todas las materias correspondientes a la carrera de Químico técnico excepto uno que otro curso relacionado con Análisis y química orgánica, y para complementar el aspecto de Ingeniería se estudiaba mecánica, dibujo, electricidad, electroquímica, economía industrial, higiene industrial y proyectos de instalaciones industriales.

Cabe recordar que la situación industrial de la década de los veinte fue mala; la situación política era incierta y los industriales no habían invertido en ampliar las fábricas establecidas. Sin embargo, en este mismo periodo, se instalaron empresas que al pasar del tiempo se volverían esenciales para México; pero en esta época, eran apenas talleres y pequeñas factorías. Además, se gestaba la Gran Recesión a nivel mundial por lo que las expectativas industriales, aún en las dedicadas a la exportación de materias primas, no podían ser peores.

La indecisión gubernamental al respecto de implementar lo que decía la Constitución de 1917 o seguir una política de *laissez faire*, no otorgaba las suficientes garantías para propiciar las nuevas inversiones. El asesinato del presidente electo, Alvaro Obregón, no contribuía a mejorar el ambiente social. De la misma manera, las inquietudes de los estudiantes de la Universidad al respecto de su autonomía, causaban gran revuelo y una actitud hostil hacia el gobierno, por lo que los apoyos económicos de este último fueron mínimos.

### **El segundo plan de estudios, 1935.**

En 1934, con motivo de una serie de disturbios que conmovieron a toda la Universidad, se hicieron algunas modificaciones a los planes de estudio de la Escuela que sólo tuvieron vigencia durante ese año. Al año siguiente se procedió a modificarlos nuevamente. Esta ocasión se aprovechó para sacar partido de la experiencia obtenida con el primer plan y se formuló uno nuevo.

La reestructuración consistió en que se suprimió la Geometría descriptiva y las nociones de Ingeniería civil, se aumentó el número de cursos de química inorgánica y química orgánica, además de que se estableció que los alumnos hicieran prácticas formales desde el cuarto año

---

<sup>2</sup>Constantino Alvarez, 1991.

de la carrera. Pero sobre todo, se sustituyó el curso de Física industrial por tres cursos de Ingeniería química colocados en el tercero, cuarto y quinto años de la carrera.

Esta última modificación fue de suma importancia porque permitió hacer un estudio más detenido de cada una de las operaciones unitarias. El primer curso de Ingeniería Química comprendía: flujo de fluidos, transmisión de calor, molienda y pulverización, tamización, sedimentación y filtración. El segundo curso comprendía: evaporación, higrometría y acondicionamiento de aire, secado, destilación, y procesos difusionales (como extracción, lavado de gases, torres de contacto, etc.). El tercer curso comprendía: estequiometría industrial, termodinámica química y procesos unitarios como: saponificación, halogenación, oxigenación, reducción, etc.

La década de los treinta presentó mejores perspectivas para la industria del país y aunque la industria química todavía no nacía *per se*, muchas de las industrias establecidas utilizaban procesos químicos en su cadena de producción. Esta década inició con 55 alumnos egresados con el título de Ingeniero químico (17 como Químico técnico) y terminó con otros 50 egresados titulados de la carrera.

A pesar de que la década de los treinta inició con la Gran Depresión, la particular diversidad de las materias primas que se exportaban, fue importante para salir más rápido de la recesión. La llegada al poder de Lázaro Cárdenas en 1934 marcó el inicio de una nueva política de gasto gubernamental. El gobierno impulsó y financió nuevas obras de infraestructura. De la misma forma, definió la forma en que la Constitución de 1917 se iba a aplicar en cuestiones agrarias, en la propiedad privada y en los recursos naturales. La expropiación petrolera se observó entre los mexicanos como un acto contra compañías extranjeras que querían imponer condiciones al Estado, no como un acto en contra de la propiedad y empresas privadas.

La expropiación petrolera fue un acto de particular importancia para los ingenieros químicos mexicanos, ellos fueron los que sustituyeron a los ingenieros extranjeros que operaban las refinerías. La expropiación causó el bloqueo de las exportaciones de petróleo y de la importación del tetraetilo de plomo; los ingenieros químicos desarrollaron un método de producción para esta última sustancia, no sin accidentes. Desafortunadamente, al empezar la fabricación, la empresa estadounidense decidió continuar la venta y se olvidó el método mexicano por ser más caro.

El cambio en el plan de estudios, en 1934, fue más el resultado de poner al día la enseñanza de la ingeniería química que debido a las necesidades industriales del país. A pesar de ello, este cambio no pudo ser más oportuno, entre 1935 y 1940 el monto de las inversiones en la industria de la transformación aumentaron 3.5 veces, y para 1945 este valor había aumentado 5 veces. La hipótesis de que no existía industria donde el ingeniero químico pudiera desarrollarse es falsa, existían posibilidades en la industria cementera, en la agroindustria (azúcar y alcohol,



por ejemplo), en la industria alimentaria, en la minería, en la industria cervecera, etc. Además, algunos egresados formaron sus propios negocios.

La enseñanza de la ingeniería química se encontraba actualizada. En el capítulo 11, se señalaron algunos de los libros que influenciaron el pensamiento de los ingenieros estadounidenses; éstos eran los mismos que se utilizaban aquí. La tecnología que se importaba del exterior era, prácticamente, la misma que se estudiaba en estos textos y por lo tanto, la estrategia de centrar la educación en los fundamentos de la ingeniería química resultó muy adecuada para la situación económica del país.

Cabe señalar lo que escribía el Ing. Antonio Guerrero T. en la *Memoria del XXV Aniversario de la Escuela*<sup>3</sup>:

"...cuando se fundó el Instituto Americano de Ingenieros Químicos a principios del siglo actual, la Ingeniería Química era distinta de la que se conoce hoy en día. Hace 30 años, todavía la profesión del Ingeniero Químico estaba orientada al estudio de las diferentes Industrias Químicas como entidades separadas sin puntos de contacto amplio entre ellas. De esta manera el estudio de la Ingeniería Química se guiaba por las subdivisiones de las Tecnologías Inorgánica y Orgánica, y así los problemas de la Industria Química pesada por ejemplo se consideraban totalmente diferentes de los problemas de la Industria del petróleo o de los referentes a la Industria del azúcar..."

"...para completar el cuadro del estado actual de la Ingeniería Química en el mundo, se transcribe a continuación la definición aceptada actualmente por el Instituto Americano de Ingenieros Químicos y reproducido en muchas publicaciones como el Anuario de la Universidad de Michigan de donde tomamos la siguiente definición que coincide prácticamente con la aceptada por el Instituto Británico de Ingenieros Químicos.

*"Ingeniería Química es la rama de la Ingeniería que trata el desarrollo y aplicación de procesos de manufactura en los que se presentan cambios químicos o ciertos cambios físicos, estos procesos pueden descomponerse generalmente en una serie coordinada de operaciones unitarias físicas y químicas. El trabajo del Ingeniero Químico consiste fundamentalmente en el diseño, construcción y operación de equipos y plantas en los que se aplican series de estas operaciones unitarias. La Química, la Física y las Matemáticas son las ciencias sobre las que se basa la Ingeniería Química y la Economía constituye su guía en el terreno de la práctica".*

Es de notar en la definición anterior que la Ingeniería Química no queda reducida al campo de las industrias típicamente químicas sino que abarca otras industrias en las que no se verifica una sola reacción química.

<sup>3</sup>A. Guerrero Torres, 1941, pp. 32-34.

Como ejemplo de estas industrias tenemos las industrias de la sal común y otras industrias alimenticias. El control de materias primas y productos en estas industrias es fundamentalmente químico, y el diseño, construcción y operación de las mismas se lleva a cabo con los métodos de la Ingeniería Química..."

Lo anterior señala, que las operaciones unitarias hicieron posible la intervención del ingeniero químico en cualquier industria, aunque no hubiera una sola reacción química. Con este razonamiento se había conformado el plan de estudios vigente. En el mismo texto se puntualiza que el plan de estudios tenía defectos pero que estos, en su mayoría, eran por la falta de un laboratorio de ingeniería química. El dinero era escaso debido a los pocos recursos monetarios que se le otorgaban a la Universidad. Esta aseveración no es de sorprender dado que los universitarios no apoyaron en su candidatura a Avila Camacho sino a Almazán.

Los programas de las materias evolucionaron conforme nuevos libros de texto o nuevos enfoques<sup>4</sup> surgieron, la estructura del plan de estudios permaneció constante; excepto por la incorporación de materias optativas que denotaban los campos de trabajo fuera de la industria química como metalurgia, colorantes, petróleo, etc. Estos cursos surgieron en algún momento entre 1935 y 1940.

#### **El tercer plan de estudios, 1957.**

A finales de la década de los 50, la Escuela de Ciencias Químicas se trasladó de su antiguo edificio de Tacuba al recinto que actualmente ocupa en Ciudad Universitaria. En la misma época, en 1957, se hizo una revisión del plan de estudios pero no se hicieron modificaciones en su estructura general. Sin embargo, se agregaron nuevas materias como Diseño de equipos, Instrumentación industrial e Ingeniería industrial. De la misma manera, se incorporó el estudio de la cinética y del equilibrio químico dentro de una nueva asignatura: Ingeniería química IV.

El tiempo transcurrido entre 1935 y 1957 es bastante largo, pero los que revisaron el plan de estudios, consideraron que no se encontraba fuera de época ya que no realizaron cambios de importancia<sup>5</sup>. Sólo agregaron los nuevos conocimientos y los nuevos enfoques de algunos libros de texto provenientes de EUA.

La situación industrial de México, cambió radicalmente a partir de la Segunda Guerra Mundial. El crecimiento se aceleró de manera importante y surgieron todo tipo de industrias de diferente tamaño. La política de sustitución de importaciones empezó a funcionar desde aproximadamente el año de 1945. Los primeros bienes que se sustituyeron fueron los de consumo y en menor parte los bienes intermedios. Pero esta situación no se tomó en cuenta en

<sup>4</sup> Así lo señala el Ing. Alberto Urbina, 1991, p.213.

<sup>5</sup> A. Urbina, 1991, p. 215.

el último plan de estudio, ni siquiera se tomó en cuenta que entre 1950 y hasta 1959, se estaba dando una expansión acelerada del mercado interno.

México dejó de ser en esta época un país rural, en franca expansión. Entre 1945 y 1950 la inversión en la industria de la transformación se cuadruplicó; de la misma forma, entre 1950 y 1955 dicha inversión se volvió a cuadruplicar. La llegada de capital extranjero se dirigió, a partir de 1950, preferentemente al sector industrial; además de que entre 1938 y 1955, la inversión extranjera se multiplicó más de 12 veces. Los niveles de importación de bienes de capital y bienes intermedios crecieron vertiginosamente a partir de la Segunda Guerra, y la industria mexicana fue protegida mediante aranceles y permisos de importación.

Es importante recordar que en los años cuarenta, la industria química contaba con un número importante de empresas que fabricaban gran cantidad de bienes intermedios y operaban, debido a su tamaño, con tecnología de mediana escala. Además, el capital de inversión provenía en su mayoría de empresarios mexicanos. En este periodo continuaba la importación de materias primas, principalmente. Para la década siguiente, se establecen en el país grandes compañías químicas, las cuales tenían nuevas tecnologías para producir a gran escala y la mayoría, eran financiadas en su totalidad con capital extranjero.

Entonces, cabe señalar que la tecnología que introdujeron estas empresas, no era la misma que se estudiaba en los libros de esa época, sino que los procesos se manejaban a través de patentes, lo cual implicaba que se requería capacitación adicional.

Para el fin de los años cincuentas, las nuevas empresas químicas se encontraban en crecimiento, no desmedido pero sí lo suficiente para abastecer el creciente mercado interno. Sin embargo, uno de los principales obstáculos era la compra de materias primas en el exterior; el gobierno al darse cuenta de esto, fomentó inversiones en el sector petroquímico a través de Pemex.

El plan de estudios de 1935 cubrió las necesidades de la naciente industria química básica, sin embargo para 1957 los requerimientos habían cambiado. El tercer cambio de los planes de estudio, también se dio en un momento adecuado, desafortunadamente no se escucharon los consejos emitidos por el comité de la American Society for Engineering Education en 1955. Aquí se puntualizó que los objetivos de las diversas carreras de ingeniería no se alcanzarían sólo reordenando el contenido del plan de estudios, se tenía que llevar a cabo un reestructuración total.

El plan de la Facultad de Química aseguró que la educación del ingeniero químico se basara en un conocimiento intensivo de las operaciones unitarias, y no es que esto no fuera deseable, sino que dejó de lado las necesidades del país o inclusive las tendencias industriales de sustitución de importaciones. Aun cuando, en el plan se incluyeron materias como diseño de

equipos o instrumentación, el plan requería una visión de más largo plazo hacia lo que sería la nueva etapa de industrialización: la sustitución de importaciones de bienes intermedios y de capital.

#### **El cuarto plan de estudios, 1967.**

En 1966, se volvió a realizar una revisión del plan de estudios. Esta no fue capricho del director en turno, sino que fue una tendencia generalizada en la UNAM, ya que el Consejo Universitario pidió a todas las escuelas su apoyo para la modificación de los cursos anuales a cursos semestrales. Esto, se explicó, daría la oportunidad de hacer más flexibles los planes de estudio además de que permitiría impartir más materias.

La Facultad de Química aprovechó esta circunstancia para intentar reestructurar todos los planes que impartía. En particular, el de Ingeniería química se convirtió en un plan con un profundo sentido científico en detrimento del sentido práctico. Las operaciones unitarias se intentaron abandonar para dar paso a las nuevas características que apenas se exploraban.

El estudio de los fenómenos fundamentales de las operaciones unitarias, el transporte de masa, momentum y energía se convirtió en el objetivo del nuevo plan de estudios. Sin embargo, la reestructuración pareció más una reordenación del plan anual transformándolo a semestral, pero aumentando el número de horas que se impartían de física y fisicoquímica. Es de mencionar el gran número de optativas que se incorporaron como opciones terminales.

El intento de seguir al mismo paso, con respecto a EUA, ahora no sólo resultó en un plan completamente ajeno a la realidad industrial del país, sino que fue un plan confuso entre operaciones unitarias y mayor cantidad de conocimientos científicos que parecían no tener conexión entre ambos. Tampoco fue clara la relación de la necesidad de estos conocimientos y los nuevos enfoques que se intentaban dar. Las optativas, en cambio, señalaban las nuevas tendencias que los nuevos ingenieros debían adquirir para desempeñarse mejor: computación, legislación industrial, relaciones humanas, simulación y algunas ramas especializadas.

En 1972, tenemos la versión definitiva de este plan, donde se agregaron cursos para subsanar las deficiencias que los alumnos de nuevo ingreso tenían con respecto a química general. Además se agregaron laboratorios de momentum y calor y de transferencia de masa, otra materia que se incorporó fue tecnología de servicios y se volvió a incrementar el número de optativas.

A finales de la década de los cincuenta, el modelo industrial de México todavía era la sustitución de importaciones. Ahora que la sustitución de bienes de consumo era mucho menor, el auge fue en la sustitución de bienes intermedios y de capital. Pero la industria creció al amparo de una protección discriminatoria, las empresas que de otra forma hubieran podido

exportar se enfocaron a abastecer el mercado interno por ser mas elevada su rentabilidad. En casi la totalidad de los casos, persistió la ineficiencia en cuanto a precio y calidad.

La industria nacional de bienes de capital, en particular el de maquinaria y equipo, fue seriamente dañada por la protección. Las industrias prefirieron adquirir tecnología extranjera aunque fuera de desperdicio a desarrollar la propia. La investigación y desarrollo tecnológico, en su mayoría financiado por el gobierno, sin objetivos específicos, no se centraba en estas áreas.

Para la década de los sesentas, las grandes empresas químicas siguieron creciendo en número y desplazaron y adquirieron a una parte de las industrias nacionales pequeñas y medianas, mientras tanto, aunque la industria petroquímica gubernamental había crecido aceleradamente, no alcanzó a cubrir la demanda nacional de petroquímicos; en consecuencia, la industria petroquímica privada tuvo que crecer a los ritmos que aquella le fijaba.

Otra de las industrias que se desarrolló bastante fue la de materiales plásticos y resinas, pues contó con la materia prima que le proporcionó la industria petroquímica. Esto implicó que aquella necesitaba ingenieros capacitados en esa área. Se puede observar que este plan de estudios incluyó dentro de sus materias optativas dos cursos referidos a plásticos y silicones. Esto, en cierta forma, trataba de contribuir a las necesidades industriales del país. De igual forma, incluyó dentro de las materias optativas un curso de procesos petroquímicos.

Sin embargo, no tomando en cuenta la cantidad de industrias derivadas de la química, la preparación de los nuevos ingenieros se enfocó únicamente a la industria de procesos de gran escala, cuando en realidad la construcción de plantas a gran escala había disminuido respecto a la década anterior. Tal vez se pensó que la expansión de la petroquímica duraría otra década. Desafortunadamente, no se tomó en cuenta que se requería elaborar en el país productos de mayor valor agregado, es decir, integrar las cadenas de producción para ser más eficientes y competitivos.

Este plan fue confuso desde los libros de texto que utilizó: *Momentum, heat and mass transfer* de Bennett y Myers (1962), *Unit operations of chemical engineering* de McCabe y Smith (1956), *Process heat transfer* de Kern (1950), *Chemical engineering kinetics* de Smith (1956), por citar a algunos. Desafortunadamente, la falta de textos de autores mexicanos era notable, primero por su ausencia y segundo por que los pocos que existían no se usaban.

De nueva cuenta, el plan intentó dar una sólida formación en los fundamentos considerados básicos para la Ingeniería química, sin embargo no fue eficaz por las confusiones inherentes a la transición de un enfoque a otro. Además de lo anterior, no tomó en cuenta la situación industrial del país ni las condiciones desfavorables del crecimiento económico o del crecimiento poblacional.

### **El quinto plan de estudios, 1988.**

La década de los 80 fue de características no vistas desde la época de la Gran Recesión, el modelo de desarrollo centrado en el petróleo que se dio a mediados de los 70 fue de gran ayuda para el crecimiento desmedido de la demanda interna. La planta industrial no pudo abastecer esta demanda a pesar de trabajar a toda capacidad, por lo que se requirió abandonar el modelo de sustitución de importaciones que se había seguido desde los 40. Las compras al exterior crecieron sin ninguna regulación, la bonanza petrolera no se usó como instrumento de desarrollo sino más bien de ajuste. Cuando los precios del petróleo bajaron, la economía mundial ya se encontraba en camino de una nueva recesión, los dos factores anteriores afectaron profundamente a México.

En 1982, un nuevo gobierno tuvo que enfrentar los resultados de una grave crisis económica, financiera y de confianza. El modelo de crecimiento se orientó al sector de las exportaciones, sin poder contar con ninguna fuente de financiamiento más que el propio de las empresas. El gobierno inició la apertura de la economía como resultado de los acuerdos firmados con el FMI y como otro instrumento para controlar la inflación por medio de incorporar al mercado interno precios internacionales competitivos. La industria entró a un mercado con alto grado de competencia, después de una recesión con inflación que le impidió realizar inversiones en mejorar una planta productiva vieja e ineficiente. Los únicos cambios que pudieron implementarse fueron aquellos, que desde el punto de vista administrativo tuvieran como fin reducir los costos.

A pesar de la diversificación en la fabricación y el consumo de productos químicos, y del esfuerzo del Gobierno Federal por realizar una reconversión industrial, la recesión del mercado interno y la apertura de éste ocasionaron que la industria química reaccionara ante la situación exterior, es decir, ante una economía abierta. Ahora las empresas tuvieron que preocuparse por ser más competitivas en precio y en la calidad de sus productos. En esta época algunas empresas aumentaron su producción, aunque se debe señalar que su planta productiva no creció sino que aprovecharon la capacidad instalada y desaprovechada (el propósito original era el de abastecer el mercado interno que supuestamente crecería) para que, con ayuda del gobierno, pudieran exportar sus productos.

Respecto al número de empresas químicas establecidas en el país, básicamente fueron las mismas que se establecieron en las dos décadas anteriores; incursionando en actividades comerciales además de las de producción. Para esta época las industrias comenzaron a formar asociaciones y grupos de empresas, con el fin de eficientar la producción y tener oportunidad de competir en el mercado externo. Se establecieron por primera vez, en algunas de las grandes empresas, laboratorios de investigación.

Mientras esto sucede en México, en EUA, grandes cantidades de ingenieros son despedidos de las empresas debido a la nueva baja de los precios del petróleo. Las nuevas mejoras en los procesos, en nuevos combustibles y en la reestructuración industrial ya no fueron necesarios, así los ingenieros químicos perdieron empleos en un nuevo entorno donde el enfoque era hacia el producto, no al proceso.

Los revolución de los fenómenos de transporte alcanzó su fin y ahora se incorporaron a las nuevas tendencias que los ingenieros químicos siguieron para sobrevivir. Los ingenieros tuvieron que volverse interdisciplinarios y actuaron en las áreas que ahora se consideran de vanguardia: biotecnología, electrónica, diseño asistido por computadora, nuevos materiales, ingeniería genética, biomedicina, etc.

Las cualidades que caracterizaban a estos profesionales fueron muy apreciadas en estas nuevas áreas. A pesar de que esta tendencia empezó en los 60, creció en los 70 y realmente maduró en los 80, es hasta 1986 que se reconoce públicamente estas tendencias como el futuro de los ingenieros químicos.

Una de las principales discusiones en EUA durante los 80, fue acerca de la calidad de la enseñanza de la ingeniería química y los nuevos enfoques que se le debían dar a las materias clásicas. Se observó un fenómeno de desplazamiento de conocimientos considerados clásicos por nuevo material mucho más deseable. Sin embargo, se reconoció que algunas materias son formativas de las características intrínsecas del ingeniero, por lo que se mantuvieron aunque se les intentó dar un sentido práctico y acorde a las nuevas tendencias. Otra decisión a la que se llegó fue que el tiempo de estudio de los estudiantes es reducido, por lo que los cursos de especialización deberían llevarse a cabo en el posgrado, el título de ingeniero sólo debía garantizar un conocimiento general de la carrera.

En esta época, en México, se empieza a considerar necesaria una nueva modificación a la estructura del plan de estudios, se realizaron los estudios pertinentes y en 1988 se implementó el nuevo plan. En comparación con el anterior, el actual incluye como materias obligatorias algunas de las que antes eran optativas tales como: los cursos de Fenómenos de transporte, Simulación y optimización, Ingeniería ambiental, Dinámica y control de procesos, Programación y computación, así como el de Relaciones humanas.

También se incluyó algo sin precedentes: el curso de ingeniería de proyectos donde el objetivo es inducir al alumno a integrar todos los conocimientos que adquirió durante la carrera. Además de los cambios anteriores, se dio un enfoque práctico a las fisicoquímicas del anterior y se eliminaron las optativas restantes, en donde se optó por integrar cuatro paquetes básicos. Se debe observar que también se definió mejor la actividad del ingeniero químico respecto al químico. Esto se debió a que se eliminaron cursos de química orgánica y química analítica

dentro del plan de ingeniería, los cuales se sustituyeron, como ya lo mencionamos, con materias del cuadro de optativas.

Con este plan se encaminó al ingeniero hacia las áreas de proceso y proyectos, pues el mercado de trabajo en las firmas de ingeniería y consultoría estaba en una época de auge y aparecían como una opción actual para el desarrollo de los ingenieros recién egresados.

El cambio en la estructura se volvió a dar en un momento muy oportuno, poco tiempo después la economía mexicana entró en una etapa de transición hacia un nuevo modelo de desarrollo. Esta etapa todavía no acaba por lo que es difícil definir sus características, sin embargo, las tendencias que se seguirán si son claras. La globalización es una realidad para todos los sectores, la protección industrial muy difícilmente volverá a presentarse en las mismas condiciones, las ventajas que debe tener una industria son competitivas no comparativas, las empresas deben planear todas las actividades, elevar la productividad, etc.

Una que debe mencionarse aparte es el nuevo enfoque hacia el producto, ya no hacia el proceso. Los productos tienen una vida tan corta, que cualquier mejora que se le pueda hacer al proceso es intrascendente. Por ejemplo: no queremos decir que se vaya a dejar de consumir el ácido sulfúrico, sino que los nuevos productos químicos que se descubren y fabrican ya no tienen ciclos de vida larga como el ácido sulfúrico. Desafortunadamente, los nuevos productos son aquellos que tienen el mayor valor agregado y donde la competencia es más grande.

Un ejemplo específico de lo anterior es el proceso Himont para obtener polipropileno. La planta transforma propileno de grado químico (99.5% de pureza) a polipropileno en un sólo paso (el reactor). Antes de este proceso, el propileno debía ser de grado polímero (99.9% de pureza) lo que representaba purificar el propileno de grado químico en una torre de destilación de más de 100 platos.

Este proceso ya no es susceptible de mejoras por la competencia, el principal costo lo representa la compra de propileno; por lo que los esfuerzos se deben centrar en buscar un catalizador más eficiente o inclusive un material sustituto del polipropileno.

El cambio en el plan de estudios no contempló la tendencia citada de alejamiento del enfoque de procesos, la situación en la industria sí se estudió pero se esperaban otras condiciones. La situación en la industria fue exportar el excedente de la capacidad de producción, sin realizar inversiones; el ingeniero químico por lo tanto, con orientación de procesos y proyectos, no sólo no encontraría trabajo, sino que competiría con los ingenieros que habían sido despedidos por causa de la recesión o en aras de reducir los costos.

Esta situación se pudo visualizar como de corto plazo, debido a la necesidad de la industria de realizar inversiones para la reconversión, mejora de la eficiencia o para encontrarse dentro de



normas ya sea de producción o de tipo legal (por ejemplo, ambientales); estas actividades traerían consigo un aumento en la necesidad de ingenieros de proceso y de proyecto. Sin embargo estas actividades se presentaron de forma más bien variable e irregular. Desafortunadamente, el plan de estudios no contempló esta posibilidad.

## 13/ CONCLUSIONES Y PROPUESTAS.

El plan de estudios de Ingeniería química es importante en la formación del profesionista dedicado a esta actividad. Las modificaciones en éste sí señalan las nuevas tendencias que la Escuela desea que el egresado tenga al laborar. Dichas tendencias siempre se han centrado en lo que se considera como lo "fundamental" de la profesión; hasta antes de 1967, esto era las operaciones unitarias, después de esta fecha fue una mezcla de operaciones unitarias-transporte de momentum, masa y calor, y a partir de 1988 esto es ingeniería de procesos-proyectos.

Esto no debe de ser extraño, ni amerita mayor discusión ya que es muy claro que estas características fundamentales y únicas son las que conforman el objeto de estudio particular de nuestra profesión.

Lo que sí resulta sorprendente, es que en ningún momento, excepto en 1988, se intentó tomar en cuenta la relación que guardaba nuestra carrera con respecto a la industria mexicana y con respecto a la industria química en particular. Es cierto que algunos ingenieros nunca llegan a laborar en la industria, sin embargo, nosotros creemos que es el campo más evidente de trabajo que existe. Como tal, nuestra profesión debería fomentar su crecimiento pues como objetivo principal tenemos el ayudar a nuestro país.

Cuando nació el primer plan de estudios de Ingeniería química, éste se basó en un libro escrito por Walker et al. Dado que la profesión nació en EUA, la influencia del hecho que se haya publicado este primer libro era muy importante y un buen punto desde donde empezar. Conforme se dieron los avances técnicos en EUA, llegó un momento en que se tuvieron elementos suficientes para cambiar el plan de estudios mexicano y estructurar uno de acuerdo a los progresos de esta nueva rama del conocimiento.

El nuevo plan de 1935, aunque no tomó en cuenta a la industria, fue adecuado a sus necesidades por la razón de que la tecnología era coherente con lo que se estudiaba. Los

nuevos libros que motivaron el cambio de plan hablaban de casos similares a los problemas que los ingenieros mexicanos se encontrarían al salir a trabajar. Tal fue el éxito del nuevo plan que duró vigente hasta 1956 sólo modificando el contenido de los programas individuales dependiendo de los nuevos textos y enfoques que se tenían.

En 1957, se revisó el plan vigente de 1935 y se llegó a la conclusión de que no necesitaba grandes cambios y seguía vigente, simplemente se agregó otro curso de Ingeniería química para agregar el estudio de las reacciones químicas. No había razón para que no fuera de otra forma, la revolución de los fenómenos de transporte no empezaría hasta 1960. Sin embargo, si había razones para pensar que la industria había cambiado sensiblemente desde 1935 porque había crecido de manera espectacular desde la Segunda Guerra.

Aunque se requerían ingenieros de operación y mantenimiento que era para lo que se preparaban de acuerdo al nuevo plan, también hubiera requerido personas preparadas para fomentar la sustitución de importaciones a través del desarrollo tecnológico, no a través de la adquisición de tecnología importada. Era ya evidente, que la tecnología que presentaban los libros de texto era ilustrativa de la metodología y no la de patente que llegaba a México.

En 1966, debido a una circunstancia fortuita, los planes se revisaron y se estructuraron de forma semestral. Esto dio oportunidad a que se incorporaran los conocimientos que estaban causando una revolución en EUA: el transporte de momentum, masa y calor. Sin embargo, dado que en esos momentos esta nueva área no contaba con la característica práctica necesaria para la operación de plantas químicas y debido a la resistencia natural hacia algo nuevo, el nuevo plan tuvo una característica confusa ya que las operaciones unitarias no se dejaron de lado y tampoco se tomaron completamente los nuevos estudios.

Además de que se necesitaban mayores conocimientos científicos para comprender esta nueva aproximación a la Ingeniería química; otra característica fue que se incluía como materias optativas aquellas que propocionaran al alumno la opción para especializarse en determinados temas durante el último año de la carrera; dentro de éstos, se incluían algunas de las nuevas tendencias que serían la característica de los nuevos ingenieros.

Este plan fue confuso en sus objetivos, sin embargo preparaba a los ingenieros dentro de una línea: la creación y operación de plantas a gran escala, en especial petroquímicas. La petroquímica se convirtió en la principal fuente de trabajo de los ingenieros, fue muy importante que el Gobierno le diera auge ya que eliminó uno de los cuellos de botella más importantes para el crecimiento de la industria química. Sin embargo, el nuevo plan contemplaba que la industria petroquímica seguiría creciendo tal vez otros diez años. No había forma de saber, en 1966, que esto no ocurriría así.

En 1972, se realizó una modificación a este plan, que merece mencionarse. Se añadieron dos cursos que tenían el propósito de dar conocimientos de química general a los alumnos. El exceso en la matrícula comenzaba a sentirse en el plan de estudios, estos cursos se tuvieron que añadir por la necesidad de homogenizar la calidad de los alumnos que ingresaban a la carrera.

Pero esta fue la principal modificación, a pesar de que para esta fecha ya se conocía el hecho de que el crecimiento de la industria petroquímica no iba ser el esperado, no se hizo nada al respecto. El plan duró 22 años pero no tuvo el éxito que había tenido el plan de 1935. En los 80 se empezó a hablar de la poca calidad de los Ingenieros químicos que egresaban de la Facultad y de que estaban perdiendo trabajos con respecto a los egresados de escuelas particulares. Esto podía ser un rumor, pero era un rumor muy serio que empezaba a afectar no sólo a la Facultad de Química sino a todos los profesionistas egresados de la UNAM.

Esta discusión acerca de la calidad de los ingenieros químicos también se dio en EUA, se encontraban preocupados de que ya no estaban en la vanguardia y de que una buena cantidad habían sido despedidos en la recesión de finales de los 70; además de los que habían sido despedidos a principios de los 80 por la baja del precio del petróleo. Así se dieron cuenta que si no realizaban cambios importantes, la carrera entraría en crisis y probablemente ésta acabaría con la profesión. Evidentemente, esta última aseveración era una exageración pero demuestra la preocupación que se experimentaba.

Mientras tanto, en México durante la década de los 80, que algunos denominaron como de cero crecimiento, el país entró en crisis y consecuentemente todas las profesiones tuvieron serias dificultades. La demanda interna se contrajo y los excedentes en capacidad industrial tuvieron que usarse en la exportación de productos. Sin embargo, la protección que había resguardado a la industria desde sus inicios siguió en efecto sólo hasta 1986, después de un siglo de protección se abrió el mercado interno a los productos extranjeros. Pocas industrias se hallaban preparadas para esta apertura y todas buscaron reducir sus costos: la forma más rápida de reducirlos fue (y lo sigue siendo) eliminar plazas de trabajo.

Por esta época se empezó a planear una nueva reestructuración del plan de estudios para actualizarlo y definirlo en un área. Se realizan evaluaciones de la situación industrial y dadas las características de ésta se llega a la conclusión que, en México, se tenía que dar una reconversión industrial al mismo tiempo que nuevas empresas surgieran de la apertura. Es por esto que el Ingeniero químico debía enfocarse a procesos y a proyectos. Desafortunadamente, la crisis resultó ser más profunda de lo que se esperaba y la reconversión industrial todavía no se da, y la creación de nuevas empresas es lo que la iniciativa privada propone como parte de la "revolución microeconómica" que el Gobierno debe fomentar en estos momentos. Las circunstancias han cambiado en cuestión de meses, la primera generación de este plan aún no salía y se habían presentado ya muchos cambios. Esta realidad aún existe, los cambios siguen

presentándose y creemos que esta será una de las características principales durante los próximos años. Por lo cual el ingeniero que trabaje en la actualidad necesitaría adaptarse a un entorno cambiante.

El plan de estudios de 1988 debería haber sido flexible, pero esta situación era difícil de prever. Sin embargo, la realidad industrial de México en estos momentos, es que las pequeñas y medianas empresas desaparecen en detrimento de empresas grandes o de productos extranjeros. Esto no es malo ni bueno, es una característica de la apertura. Lo que sería inadecuado es que no se crearan más empresas que compitieran con las grandes o con las extranjeras. Si esto sucediera, la situación imperante en el porfiriato se repetiría.

La flexibilidad del plan de estudios es una característica que en circunstancias diferentes parecería intrascendente. En EUA, se plantea que en el plan de estudios se enseñe lo "fundamental" de la profesión, y las especializaciones sean en cursos de posgrado o de educación continua. Pero, en México, la situación de la población, de la industria y de la ingeniería es completamente diferente.

En momentos en donde el AIChE, por la situación mundial no sólo la particular de su país, propugna por las actividades interdisciplinarias como la forma más segura de quedar en la vanguardia tecnológica, el plan de estudios de la Facultad de Química propugna por concentrarse en las actividades propias de la ingeniería química, como se plantea en EUA.

Cabe realizar la siguiente aclaración: los elementos con los que se industrializó Estados Unidos fueron muy diferentes a las situaciones que vivió nuestro país. Respecto a la industria química de los EUA podemos decir que ésta tuvo un desarrollo mucho mayor durante sus inicios, comparado con la industria química de México y que en la actualidad es la más grande del mundo.

Entonces, si las industrias químicas de ambos países se desarrollaron de manera diferente y si las condiciones fueron diferentes para ambas, no parece adecuado tomar como modelo a seguir la formación de los ingenieros químicos de EUA, para instruir a los ingenieros mexicanos, más bien, se debería tomar en cuenta la realidad que vive la industria nacional y basarse en esto para reflejarlo en la instrucción de los ingenieros químicos que están a punto de integrarse a esa realidad industrial.

En el diseño de los planes de estudio siempre nos hemos fijado en los libros de texto, las tendencias de la profesión o los avances hechos por los ingenieros químicos estadounidenses. Cada plan de estudios desde el de 1957, ha tenido la oportunidad de colocar a los ingenieros químicos dentro de la realidad de la industria o de la industria química en particular. Excepto en el de 1988, donde se realizó una planeación de lo que requeriría la industria para crecer. Se

debe señalar además que la vanguardia tecnológica queda cada día más lejos, basta revisar el índice de las revistas especializadas o los libros de las colecciones "Advances in ...".

### **Propuestas.**

¿Qué se puede hacer? Integrar la realidad industrial de México al plan de estudios. De ninguna manera se intenta plantear o establecer que este proceso sea sencillo, pero si se necesita para poder hacer una industria más competitiva.

Además, hay que evitar lo que el Ing. Urbina señala<sup>1</sup>, con respecto a otro concepto:

"...durante este tiempo el concepto de ingeniería química se identificó básicamente al de operaciones unitarias, al grado que los egresados que en su trabajo, no tenían la oportunidad de aplicar sus conocimientos en alguna de ellas, consideraban que no estaban ejerciendo propiamente su profesión..."

Esta situación corre el riesgo de repetirse para aquellos que no desempeñen labores de proceso o de proyecto. Cosa que probablemente ocurra para la mayoría de los egresados dadas las condiciones del mercado de trabajo.

Debe buscarse un concepto de EUA, pero aplicable a la realidad de los ingenieros químicos mexicanos, las actividades interdisciplinarias. El plan de estudios actual explora cinco áreas: petroquímica, energéticos, materiales, polímeros y biotecnología. Se deben considerar otras áreas como la microelectrónica, biomedicina, tecnología ambiental, desarrollo tecnológico, etc. Sin embargo, no estamos de acuerdo que sólo se trate en dos semestres dichos temas, deben constituirse como una auténtica especialización dentro de la carrera.

Es decir se propone la supresión de diversas materias dentro del plan de estudios actual. No proponemos la eliminación de lo que se denomina la columna vertebral del plan de estudios ni una reestructuración del mismo. Las materias denominadas como fundamentales de ingeniería química no deben desaparecer, de la misma manera tampoco las materias del área de fisicoquímica ni las de matemáticas. La materia de Ingeniería de proyectos la consideramos de gran importancia, sin embargo sugerimos que sea específica para realizar un proyecto del área de especialización.

Se propone la eliminación de las materias de física por una de física aplicada en el tercer semestre, eliminar las materias de electroquímica, ingeniería mecánica, eléctrica, de servicios, las ingenierías económicas, la ambiental y selección y especificación de equipo del esqueleto

---

<sup>1</sup> A. Urbina, 1991, p. 213.

de la carrera. Cada una de estas se incorporará al área de especialización que se considere pertinente.

La rama de química general sufriría una reestructuración: la materia de Química general debe permanecer igual, seguida en el segundo semestre por Analítica I, y después por una materia de técnicas de interpretación de resultados de análisis industriales; al terminar ésta se incorporaría Analítica II con un nuevo enfoque al respecto de las ventajas y desventajas de las diferentes técnicas de análisis instrumental. Se eliminaría también Estructura de la materia, Química inorgánica y los dos cursos de Química orgánica, para ser remplazados por cursos de Química inorgánica descriptiva, Química inorgánica aplicada, Introducción a la Química orgánica, Química orgánica aplicada, seguida de Química de los procesos industriales.

Del área auxiliar los cursos que se propone que continúen serían Relaciones humanas, Seguridad industrial con un mayor enfoque hacia aspectos legales, Programación y computación. Además de que se incremente otro curso de Programación y computación. Se eliminarían Administración industrial y Métodos numéricos. Las optativas seguirían pero de forma que las materias que se tomarían serían los dos primeros cursos de las diferentes áreas de especialización que surgirían.

Después de esta intensa eliminación y reordenación, tenemos nueve espacios, de los cuales se propone un curso de historia y situación actual de la industria química en México y en el mundo; seis de estas materias serían las dedicadas a la especialización y las últimas dos proponemos que sean dos módulos de los cursos de educación continua. De forma que se implementará como opción de titulación tomar el último módulo en el semestre posterior a la última materia que se lleve presentando un informe escrito.

Parecería que otra vez se propone un esquema rígido, sin embargo debería implementarse un sistema que analizará las tendencias y los cambios para proponer acciones que modifiquen el plan de estudios para tener nuevas especializaciones o detener algunas que no funcionarían; asimismo la revisión y actualización de las ya existentes según las necesidades de los egresados.

No proponemos características administrativas como control de calidad, reingeniería de procesos, planeación estratégica, investigación de operaciones, computación y en un contexto más amplio, administración industrial dentro del plan de estudios. Dichas materias serían las más solicitadas por el alumnado en detrimento de las áreas técnicas. Estas materias son las que deben incluirse dentro de estudios de posgrado o cursos de educación continua junto con opciones en fenómenos de transporte y sobretodo, plantear opciones que promuevan la formación de empresas.

De esta manera, con estas acciones proponemos un nuevo paradigma para el Ingeniero químico de la Facultad de Química de la UNAM, la flexibilidad sin perder de vista los fundamentos de la profesión.

Como conclusión, tomando en cuenta la desgravación arancelaria planteada en el TLC, podemos sugerir que nos encontramos, otra vez, en el momento oportuno para realizar un cambio en el plan de estudios. Este cambio sería ahora ajustado a la realidad nacional, sin perder de vista los fenómenos internacionales y las opciones que nos presentan desde EUA los ingenieros químicos. No queremos decir que la influencia de EUA haya sido negativa, en su momento fue benéfica, simplemente que debemos puntualizar las diferencias existentes y tomar lo mejor y lo que más convenga a nuestro país.



## BIBLIOGRAFÍA

Agraz, Juan Salvador. Discurso pronunciado en la Inauguración de la Escuela Nacional de Ciencias Químicas en *Educación Química* 2 [3], 106-108, 1991.

Alvarez Medina, Constantino. Origen y desarrollo de la Ingeniería química en México en *Revista del IMIQ* 22 [23], 21-22, 1991.

Amundson, Neal (coord.). *Frontiers in Chemical Engineering*, EUA-National Research Council, National Academy Press, 1987.

Anaya Durand, Alejandro. Algunas reflexiones sobre la enseñanza y el aprendizaje de la ingeniería química en *Educación Química* 1 [1], 24-27, 1990.

Anaya Hernández, J. Rafael. La situación actual de la industria química básica en México y los recursos naturales en *Revista IMIQ* 35 [1], México, 11-18, 1994.

Anderson, Earl V. Canadian chemical industry backs NAFTA en *Chem. Eng. News*, EUA, 9-15, jan. 27, 1992.

Anderson, Earl V. Mexico's chemical industry gears up for NAFTA en *Chem. Eng. News*, EUA, 7-14, sept. 9, 1991.

Anderson, Earl V. U.S: chemical industry supports NAFTA en *Chem. Eng. News*, EUA, 7-12, apr. 6, 1992.

Banamex-Accival. *México en la década de los 90*, México, 1993.

Banco de México. *La industria química pesada en México*, México, Monografías industriales del Banco de México, S.A., 1948.

Barnés de Castro, Francisco. La formación del ingeniero químico para el año 2000 en *Educación Química* 3 [3], 194-212, 1992.

Beltrán, Enrique, et al. *México, 50 años de Revolución. Vol. 1, La economía*, México, FCE, 1960.

Bernecker, Walter L. *De agiotistas y empresarios. En torno de la temprana industrialización mexicana (siglo XIX)*, México, Universidad Iberoamericana, 1992.

Camp, Roderic A. *Los empresarios y la política en México: una visión contemporánea*, México, FCE, 1990.

Caruana, Claudia M. Neal Amundson assesses a changing profession en *Chem. Eng. Prog.* 83 [12], EUA, 76-79, 1987.

Castillo, Alejandro. ¿Cuál política industrial? en *Manufactura* 1 [3], México, 86-88, 1994.

Ceceña Gámez, Jose Luis. *El capital monopolista y la economía mexicana*, México, UNAM, 1963.

Cepal, *El proceso de industrialización en América Latina*. Nueva York, Naciones Unidas, 1965.

Chelemer, Marc J. Chemical engineering at MIT en *Chem. Eng. Prog.* 84 [1], 27-31, 1988.

Chemical Week: Rotman, David et al. Country focus on Mexico en *Chemical Week*, 1-18, supplement jun. 15, 1994.

Clavijo, Fernando y Casar, José I, comps. *La industria mexicana en el mercado mundial: elementos para una política industrial*, México, FCE, 1994. 2 v.

Coatsworth, John H. *Los orígenes del atraso. Nueve ensayos de historia económica de México en los siglos XVIII y XIX*, México, Alianza Editorial, 1992.

Cordera, Rolando. *Desarrollo y crisis de la economía mexicana*, México, FCE, 1981.

Díaz Ruvalcaba, Humberto. Planes y programas de estudio en las carreras de ingeniería química y química en *Proyecto Unesco-Banco de México para la educación técnica superior. Documento A.5*, México, Banco de México, Depto. de investigaciones industriales, 1961.

*El Financiero*, periódico, varios números.

Fajnylber, Fernando, comp. *Industrialización e internacionalización en la América Latina*, México, FCE, 1981, 2v.

Freshwater, D.C. The development of chemical engineering as shown by its texts en Peppas, Nikolaus A. *One hundred years of Chemical engineering*, EUA, 1989, 15-25.

Freshwater, John. Who was George E Davis? en *Chem. Eng. Prog.* 84 [12], The Chemical Engineer Centenary Supplement, EUA, pp. 19-20, 1988.

García Fernández, Horacio. *Historia de una Facultad: Química 1916-1983*, México, Facultad de Química-UNAM, 1985.

Garriz Ruiz, Andoni (comp.). *Química en México: ayer, hoy y mañana*, México, Facultad de Química-UNAM, 1991.

Giral B., José et al. *La industria química en México*, México, Redacta, 1978.

Gracida Romo, Elsa M. *El programa industrial de la Revolución*, México, Instituto de Investigaciones Económicas-UNAM, 1994.

Guédon, Jean-Claude. From unit operations to unit processes: ambiguities of success and failure in chemical engineering en Comstock, Joan (ed). *Chemistry and Modern Society*, ACS Symposium series, EUA, 1983, 43-60.

Guerrero Torres, Antonio, La ingeniería química en la Escuela Nacional de Ciencias Químicas en *Memoria del XXV aniversario de la Escuela*, México, ENCQ-UNAM, 1941, 30-38.

Gutiérrez R., Roberto. Desarrollo y consolidación de la industria petroquímica mexicana en *Comercio Exterior* 41 [4], México, 350-366, 1991.

- Haber, Stephen H. *Industria y Subdesarrollo: la industrialización de México, 1890-1940*, México, Alianza Editorial, 1992.
- Hanson, Simon G, ed. *Economic development in Latin America*, Washington, Inter-American Affairs Press, 1951.
- Happel, John y Jordan, Donald G. *Chemical process and engineering. Vol. 1: chemical process economics*, EUA, Marcel Dekker, 1975.
- Heller, Jack y Kauffman, Kenneth M. *Incentivos fiscales para el desarrollo industrial*, México, Cemla, 1965.
- Hernández Laos, Enrique. *La productividad y el desarrollo industrial en México*, México, FCE, 1985.
- Howe, John. The new frontiers of chemical engineering en *Chem. Eng. Prog.* 83 [1], EUA, 28-30, 1987.
- Ibafin, *Hacia una nueva política industrial: la competitividad como objetivo*, México, Editorial Diana, 1988.
- IMIQ. *Perspectivas y oportunidades de desarrollo de la ingeniería química en México (Reporte IMIQ-2000)*, México, IMIQ, 1989.
- Landau, Ralph. The chemical engineer and the CPI: reading the future from the past en *Chem. Eng. Prog.* 85 [9], EUA, 25-39, 1989.
- López Espinosa, Socorro. "Concamin: algunas propuestas" en *Manufactura* 1 [4], México, 14-17, 1995.
- López Rosado, Diego G. *Problemas económicos de México*, México, UNAM, 1966.
- Martínez del Campo, Manuel. *Industrialización en México. Hacia un análisis crítico*. México, Colmex, 1985.
- Mathis, J.F. Chemical engineers meet a changing world en *Chem. Eng. Prog.* 82 [7], EUA, 17-21, 1986.
- Mercado H., Salvador. *Estrategias empresariales frente al TLC en norteamérica*, México, Editorial PAC, 2a ed., 1994.
- Morell Terreros, Alfredo y Anaya Hernández, José R. La situación de la industria química básica y sus expectativas en *Revista IMIQ* 32 [21], México, 21-34, 1991.
- Mortimore, Michael y Huss, Torben. "Encuesta Industrial en México", en *Comercio Exterior* 41 [7], México, 694-703, 1991.
- Moser, Roger A. Changing chemical industry careers en *Chem. Eng. Prog.* 82 [9], 13-16, 1986.
- Nadal Egea, Alejandro. "Los programas sectoriales de desarrollo industrial en México, 1981-1988" en *Comercio Exterior* 39 [1], México, 30-35, 1989.
- Nafinsa y Cepal. *La política industrial en el desarrollo económico de México*, México, Nafinsa, 1971.
- Olivares, Enrique. *México: crisis y dependencia tecnológica*. México, Editorial Nuestro Tiempo, 1992.

- Ortiz Muñiz, Gilberto. La pequeña y mediana industria en la petroquímica en *Revista IMIQ* 30 [3], México, 22-23, 1988
- Peppas, Nikolaus A. The origins of academic chemical engineering en Peppas, Nikolaus A. ed. *One hundred years of Chemical engineering*, EUA, 1-14, 1989.
- Pérez Aceves, Luis A. y Echavarría Valenzuela, Ignacio. "Competitividad de la industria mexicana de bienes de capital" en *Comercio Exterior* 39 [8], México, 698-709, 1989.
- Potash, Robert A. *El banco de avío de México: el fomento de la industria 1821-1846*, México, FCE, 1986.
- Ramírez L., Fernando y Díaz Ontiveros, Raúl. *Estado y crisis del desarrollo nacional*. México, Ecasa, 1983.
- Rhinehart, R. Russell. Improve the quality of chemical engineering education en *Chem. Eng. Prog.* 87 [8], 67-70, 1991.
- Rivera Ríos, Miguel Angel. *Crisis y reorganización del capitalismo mexicano: 1960-1985*. México, Ediciones Era, 1993.
- Robles, Gonzalo. *Ensayos sobre el desarrollo de México*, México, FCE, 1982.
- Rodríguez S., Leopoldo. La industria química frente a la transición económica del país en *Revista del IMIQ* 28 [3], 22-25, 1987.
- Samuelson, Paul A. *Economics. An introductory analysis*, 7th ed., Massachusetts, McGraw-Hill, 1967.
- Sánchez Ugarte, Fernando; Fernández Pérez, Manuel y Pérez Motta, Eduardo. *La política industrial ante la apertura*, México, FCE, 1994.
- Sciince, C.T. Chemical engineering in the future en *Chem. Eng. Ed* 21 [1], 12-17 y 50-56, 1987.
- Serra Puche, Jaime. *La nueva política industrial de México*, México, Secofi, 1994.
- Serra Puche, Jaime. "Renovación y cambio estructural industrial" en *El Mercado de Valores* 54 [4], México, 3-7, 1994.
- Serra Puche, Jaime, pres. *Hacia un tratado de libre comercio en América del norte*, México, Miguel Angel Porrúa, 1991.
- Serra Puche, Jaime, pres. *Los empresarios y la modernización económica de México*, México, Miguel Angel Porrúa, 1991.
- Shinnar, Reuel. The crisis in chemical engineering en *Chem. Eng. Prog.* 83 [6], EUA, 16-21, 1987.
- Shinnar, Reuel. The future of chemical engineering en *Chem. Eng. Prog.* 87 [9], EUA, 80-85, 1991.
- Shinnar, Reuel y Avidan, Alan I. The chemical industry: past and future performance en *Chem. Eng. Prog.* 84 [7], EUA, 56-66, 1988.
- Solis, Leopoldo. *Medio siglo en la vida económica de México: 1943-1993*. México, El Colegio Nacional, 1994.

Stivalet Corral, Rudi P. Problemática actual de la enseñanza de la ingeniería química en México en *Revista del IMIQ*, junio de 1971, 39-44.

Story, Dale. *Industria, Estado y política en México: los empresarios y el poder*. México, Conaculta, 1990.

Teltel, Simón y Westphal, Larry E. *Cambio tecnológico y desarrollo industrial*, México, FCE, 1990.

Thorp, Rosemary, comp. *América Latina en los años treinta. El papel de la periferia en la crisis mundial*, México, FCE, 1988.

Tótoro Nieto, Dauno y Rodríguez Cortés María E. "¿Ha perdido vigencia la industrialización?" en *Comercio Exterior* 41 [3], México, 227-232, 1991.

Trejo Reyes, Saúl. *El futuro de la política industrial en México*. México, Colmex, 1987.

Urbina del Raso, Alberto, La ingeniería química y su enseñanza en la UNAM en Garritz, Andoni (comp.) *Química en México: ayer, hoy y mañana.*, México, Facultad de Química-UNAM, 1991, 209-217.

Van Ness, H.C. Chemical engineering education. Will we ever get it right en *Chem. Eng. Prog.* 85 [1], 18-23, 1989.

Vernon, Raymond. *El dilema del desarrollo económico de México*, México, Editorial Diana, 1974.

Villareal, René. *Industrialización, deuda y desequilibrio externo en México: un enfoque neoestructuralista (1929-1988)*, México, FCE, 1988.

Wei, James. Educating chemical engineers for the future en Sandler, Stanley L. y Finlayson Bruce A. eds. *Chemical engineering education in a changing environment*, EUA, United Engineers Trustees, 1989.

Wittcof, Harold A. y Reuben, Bryan G. *Productos químicos orgánicos industriales*, México, Editorial Limusa, 1992, 2 v.