



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

---

---

FACULTAD DE QUIMICA

LA PARTICIPACION DEL INGENIERO QUIMICO EN LA  
INDUSTRIA FARMACEUTICA

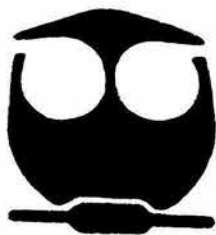
**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A

LILIANA GARCIA CRUZ



MEXICO, D.F.



EXAMENES PROFESIONALES  
FACULTAD DE QUIMICA

2004



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	Eduardo Rojo y de Regil
Vocal	Reynaldo Sandoval González
Secretario	José Antonio Ortiz Ramírez
1er sup.	Ma. De Los Angeles Vargas Hernández
2do sup.	Rolando Javier Bernal Pérez

Sitio donde se desarrollo el tema:

Edificio "E" de la Facultad de Química. UNAM. Ciudad Universitaria.  
México.,D.F

Nombre Completo y firma del Asesor del tema



Reynaldo Sandoval González

Nombre Completo y firma del sustentante



Liliana García Cruz

A mis padres,

Por el apoyo incondicional a lo largo de mi carrera, por los sabios consejos, y por las grandes lecciones de vida que me han dado.

A mis hermanos,

Por la enorme paciencia que tuvieron durante todos estos años, los momentos buenos que pasamos y toda las experiencias que nos hicieron reír y llorar.

A mis profesores,

Por su valioso tiempo invertido y por tanta sabiduría transmitida durante la realización de este trabajo; por su gran calidad humana.

A mis amigos,

Gracias por compartir sueños y un campo de juego. Por su apoyo y solidaridad en los nuevos planes aunque de forma independiente, sé que siempre estarán ahí.

A todos,

Gracias por su apoyo, sinceridad, amor y tiempo, los llevo en el corazón.



## INDICE

	Página
Introducción	1
Capítulo I. Orígenes de la Industria Farmacéutica a nivel Internacional	6
Capítulo II. Historia de la Industria Farmacéutica en México	22
Capítulo III. Situación actual de la Industria Farmacéutica en México	34
Capítulo IV. Estructura de la Industria Farmacéutica a nivel mundial. Origen y evolución	52
Capítulo V. Papel de Ingeniero Químico en la Industria Farmacéutica	158
Capítulo VI. Estudio prospectivo del Ingeniero Químico en la Industria Farmacéutica	187
Conclusiones y Recomendaciones	219
Bibliografía	221
Apéndice	223

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo científico y tecnológico es parte fundamental para el desarrollo de cualquier país. Los últimos años en México, la industria química ha experimentado cambios significativos ante la globalización de la economía, la competitividad de los bienes y servicios en costo, precio y calidad ha sido muy dinámica. Es por ello que el país requiere de profesionales de la Ingeniería Química preparados para modificar y actualizar capacidades instaladas, desarrollar nuevos procesos y tecnologías, para participar con éxito en el mercado nacional e internacional.

El Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos (IMIQ) generó la idea de crear un centro de información sobre la carrera de Ingeniería Química en México y por tal razón comunicó esta idea a la Dirección de la Facultad de Química, por lo cual se estableció el "Centro de Información Nacional sobre la carrera de Ingeniería Química en México", bajo la coordinación de la carrera de Ingeniería Química de la UNAM, a cuyo frente está el Dr. Reynaldo Sandoval González. Esta tesis es una aportación para enriquecer el acervo de dicho centro.

El objetivo de esta tesis es hacer un recorrido por la historia de la Industria Farmacéutica a nivel nacional e internacional. Conocer los cambios más importantes que ha tenido esta industria desde sus orígenes hasta la actualidad en México y por último dar a conocer la importancia que tiene la participación del Ingeniero Químico en esta industria, así como las áreas en la que puede aplicar sus conocimientos y habilidades para la resolución de problemas.

El Ingeniero Químico es el profesionalista que desempeña diversas funciones en los aspectos técnicos, científicos, administrativos y humanos dentro de los sectores económicos que tienen que ver con el desarrollo y la importación de procesos productivos que transforman materias primas y fuentes básicas de energía en productos útiles a la sociedad.

Maneja como norma la optimización y mejora de los procesos existentes a través de la simulación y generación de nuevas tecnologías, con bases ecológicas que prevengan la contaminación y degradación del ambiente. Para lograr lo anterior el Ingeniero Químico deberá aprovechar al máximo los recursos materiales, económicos y humanos que le asignen, administrándolos eficientemente. El Ingeniero Químico debe aplicar el conocimiento científico al aprovechamiento de los recursos naturales en beneficio del hombre. No sólo tiene que conocer la ciencia, sino también aplicarla. Conocer al hombre, la influencia social y económica de su labor.

El desarrollo profesional de Ingeniero Químico comprende los siguientes campos de actividad: Control de procesos, automatización e instrumentación, informática, programación y manejo de computadoras, energéticos, fuentes alternas de energía, control de contaminación, simulación de procesos, síntesis de procesos, producción y calidad, investigación, manejo de desechos tóxicos, administración y ventas. También deberá tener habilidades para el razonamiento lógico, inventiva y originalidad. Capacidad de análisis e interés para dar soluciones prácticas a los problemas, sentido de organización, habilidad para mejorar relaciones personales con miembros de un grupo de trabajo multidisciplinario.

Las industrias en las que el ingeniero químico está capacitado para ejercer su profesión de acuerdo con su preparación son las siguientes: en la industria de extracción y transformación y química; petrolera, aceitera, jabonera, resinas de plástico, pinturas, colorantes, cosméticos, productos farmacéuticos, bebidas, industria alimenticia, industria azucarera, cerámica, textil, fibras sintéticas, hulera, metalúrgica y de productos químicos.

La industria química ocupa el segundo lugar de la producción entre las industrias de transformación antecedida por la alimenticia, seguida de la industria metálica básica y textil, en las cuales la tecnología de procesos químicos es fundamental.

La industria Farmacéutica en México es de vital importancia ya que la vida y la salud de los seres humanos dependen de los medicamentos que se generen a través de esta industria algunas empresas del sector fabrican productos químicos farmacéuticos a granel (producción primaria), y todas ellas los preparan para su uso médico, mediante métodos conocidos colectivamente como producción secundaria. Entre los procesos de producción secundaria altamente automatizada se encuentran: la fabricación de fármacos dosificados, como pastillas, cápsulas o sobres para administración oral, soluciones para inyecciones, óvulos y supositorios.

Otros preparados pueden chuparse como los dulces o caramelos, tomarse oralmente (como los jarabes) o administrarse en forma de inhalaciones con aerosoles dosificados, de gota para la nariz, oídos u ojos, o de cremas, pomadas y lociones aplicadas sobre la piel.

Algunas empresas también fabrican anestésicos y medios de contraste utilizados para visualizar estructuras corporales mediante rayos x o resonancia magnética nuclear (RMN).

Muchas compañías farmacéuticas realizan tareas de investigación y desarrollo (I&D) con el fin de introducir nuevos tratamientos mejorados. En algunos países, cada etapa de las pruebas de nuevos fármacos con animales domésticos (de granja o de laboratorio) o seres humanos, deben recibir la autorización de los organismos reguladores nacionales. Si se produce la aprobación final se conceden patentes para los medicamentos o fármacos recientemente desarrollados o modificados, por periodos de unos 15 años a partir de la fecha de autorización.

Las compañías asignan una marca registrada a sus innovaciones, que pasa a ser de su propiedad exclusiva. Además, los nuevos medicamentos reciben un nombre genérico oficial de propiedad pública. Una vez que expira la patente, cualquier empresa que cumpla las normas del organismo regulador puede fabricar y vender productos con el nombre genérico.

La mayor parte de las empresas farmacéuticas tienen carácter internacional y poseen filiales en muchos países. El sector tecnológicamente muy avanzado, da empleo a muchos profesionales universitarios, como biólogos, bioquímicos, químicos, ingenieros, microbiólogos, farmacéuticos, farmacólogos, médicos, físicos y veterinarios, así como diplomados en enfermería. Estos profesionales trabajan en investigación y desarrollo (I&D), producción, control de calidad, mercadotecnia, representación médica, relaciones públicas o administrativas en general.

Actualmente la humanidad invierte en medicamentos más de 350 mil millones de dólares anuales teniendo el mercado mundial un crecimiento del 8.5%. En México el valor promedio del mercado farmacéutico fue de 3500 millones de dólares en el año 1999<sup>1</sup>. En 2001 el sector químico farmacéutico ocupó dentro de la industria manufacturera el séptimo lugar como actividad exportadora, representando alrededor del 3% de las exportaciones totales de México y se estima que absorbió aproximadamente el 4% del empleo generado por la industria manufacturera. Sin embargo, los últimos dos años este sector ha sufrido una contracción del 3.5%<sup>2</sup>

Debido a los grandes cambios que se han realizado en la última década en la Industria Farmacéutica surge la necesidad de conocer cómo ha evolucionado y hacia dónde se dirige este sector industrial.

---

<sup>1</sup> Andrade R.Salvador,Fernandez Margarita R.El sector Farmacéutico y Farmoquímico en México:Análisis desde la Teoría de la Estructura Social,UAM-X,2003

<sup>2</sup> Sector Químico-Farmacéutico,Situación Actual y Perspectivas,Bancomext 2001

## CAPITULO I

### ORÍGENES DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA A NIVEL INTERNACIONAL

#### ❖ ANTECEDENTES DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA HASTA EL SIGLO XIX

La historia relata el inicio documentado de los fármacos o medicamentos 2 mil años antes de Cristo, en Mesopotamia y Egipto. En Babilonia se usaban plantas medicinales y formas farmacéuticas que todavía se utilizan hoy en día, como supositorios, las grageas, los enemas y los ungüentos. La especialización de algunos practicantes de la medicina para preparar y vender fármacos y medicamentos o formas farmacéuticas, 4 mil años atrás, podría considerarse quizás como el origen del fármaco actual.

En el florecimiento griego que se dió hace 3 mil años, es donde nace la palabra *Pharmakon*, con un significado de remedio o veneno, similar al significado que se le da a un fármaco. Hipócrates quien se refiere inicialmente a una descripción racional de las enfermedades y del tratamiento de las mismas con dietas o estilos de vida, dejando para los casos extremos el uso de fármacos.

El médico griego Galeno, quien practicaba la medicina en Roma en el siglo II después de Cristo, fue quien compiló el conocimiento desarrollado hasta ese momento, estableciendo los procedimientos curativos que tenían como objetivo el balancear o equilibrar los efectos de una enfermedad, usando fármacos con un supuesto efecto contrario al producido por la enfermedad, convirtiéndose este principio en la base de la medicina alópata.

Para mitigar la inflamación se debía aplicar un fármaco húmedo y frío, por ejemplo una preparación de pepinos. Galeno era partidario del uso de varios fármacos a la vez, suponiendo que el organismo sólo haría uso de los fármacos que le permitieran recuperar el balance o equilibrio normal del individuo.

Hasta muchos años después de Galeno se crearon conocimientos de farmacia, anteriormente se relataban o comentaban los ya descritos por Galeno, los cuales fundamentaban la medicina en el concepto de una recuperación del equilibrio normal de los organismos, a través del uso de fármacos que ejercieran efectos contrarios a los de la enfermedad.

Durante la Edad Media (400-1553 d. C.), quienes marcaron el desarrollo de la farmacia fueron los árabes. Es a ellos a quienes se debe la sofisticación de los fármacos. Los griegos, hacían formas farmacéuticas más elegantes o más agradables al gusto, desechando el concepto de que los fármacos más desagradables fueran los más efectivos. Crearon jarabes de sabor más agradable o menos desagradable y grageas o píldoras plateadas o doradas. La obtención de preparados farmacéuticos más elegantes especializó a quienes los hacían, separándolos de los médicos y reconociéndoles como lo que hoy se podría llamar un farmacéutico siguiendo las costumbres árabes, en el siglo XII, en el reino de las dos Sicilias, se separó oficialmente la práctica de la farmacia de la práctica de la medicina. Durante el Renacimiento, con la caída de Constantinopla, el descubrimiento de América y el uso de la imprenta, el conocimiento de las ciencias regresó a Europa.



En esta etapa la farmacia floreció debido en buen parte a la imprenta, ya que ésta representó la posibilidad de difundir los conocimientos tanto escritos como dibujados, lo que fue especialmente importante para la descripción de las plantas medicinales. El *dispensatorium de Valerius Cordus* fue lo que se imprimió y consideró como la primera farmacopea (1546). Un hombre del Renacimiento, Paracelso, representó la más firme libertad para discrepar de los antiguos conocimientos de Galeno, para crear nuevos conocimientos, pero conservando el misticismo religioso de la Edad Media.

A pesar de ser un defensor de los fármacos preparados químicamente, esto es, de los fármacos extraídos y purificados con los métodos de la química, a partir de plantas medicinales o minerales se consideraba que para la recolección de tales sustancias se debería esperar a las condiciones astrológicas apropiadas. Paracelso fue un innovador de la ciencia de la preparación y aplicación de los fármacos, aplicando las herramientas de la ciencia y la química a los fármacos ya conocidos hacia mucho tiempo.

La era de la Química, en la Farmacia, se inicia en el siglo XVI y continúa hasta el siglo XIX, cuando la Química se separa de la Farmacia, como una profesión independiente. Es también en esta época que la Farmacia europea se enriquece con las plantas medicinales o fármacos traídos del nuevo mundo: el tabaco, la cáscara sagrada, la ipecacuana y la quina.

En esta época se cuestiona la teoría del balance o restauración del equilibrio del organismo. Fármacos como la quinina, capaces de curar la fiebre de la malaria, no eran capaces de actuar sobre otro tipo de fiebres. Esta evidencia obligó a la introducción del concepto de fármacos específicos para enfermedades específicas y no para balancear o equilibrar los humores del organismo.

La actividad del farmacéutico hubo de ser definida oficialmente en diferentes épocas para fijar legalmente su ejercicio, por ejemplo en 1777, con la creación del Colegio Francés de Farmacia. La cooperación de los farmacéuticos con los gobiernos permitió la estandarización de los medicamentos, a través de la creación de las farmacopeas.

Entre 1600 y 1800 fue que la Farmacia contribuyó de manera importante, de forma independiente de otras ciencias, al uso de los fármacos. Esto sucedía mientras que los fármacos de origen químico o preparados por aislamiento y purificación con procesos de la química, establecían un predominio sobre otros tipos de fármacos. En esta época los mejores textos de química fueron escritos por farmacéuticos.

## ❖ ORÍGENES DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA A NIVEL MUNDIAL

La industria farmacéutica surgió a partir de una serie de actividades diversas relacionadas con la obtención de sustancias utilizadas en medicina a principios del siglo XIX, los boticarios, químicos o los propietarios de herbolarios obtenían partes secas de diversas plantas, recogidas localmente o en otros continentes.

Estas últimas se compraban a los especieros, que fundamentalmente importaban esencias, pero como negocio secundario también comerciaban con productos utilizados con fines medicinales, entre ellos el opio de Persia o la ipecacuana y la corteza de quina de Sudamérica. Los productos químicos sencillos y los minerales se adquirían a comerciantes de aceites, gomas y encurtidos.

Los boticarios y químicos fabricaban diversos preparados con estas sustancias, como extractos, tinturas, mezclas, lociones, pomadas o píldoras. Algunos profesionales elaboraban mayor cantidad de preparados de la que necesitaban para su propio uso y los vendían a granel a sus colegas.

Algunas medicinas, como las preparadas a partir de la quina, la belladona, de la digital, del cornezuelo del centeno (*Claviceps purpurea*) o del opio (látex seco de la adormidera *Papaver somniferum*), eran realmente útiles, pero su actividad presentaba variaciones considerables.

En 1820, el químico francés Joseph Pelleterier preparó el alcaloide activo de la corteza de quina y lo llamó quinina. Después de ese logro asiló más alcaloides, entre ellos la atropina (obtenida de la belladona) o la estricnina (obtenida de la nuez vómica). Su trabajo y el de otros investigadores hizo posible normalizar varias medicinas y extraer de forma comercial sus principios activos.

Una de las primeras empresas que extrajo alcaloides puros en cantidades comerciales fue la farmacia de T.H.Smith Ltd. en Edimburgo, Escocia. Pronto los detalles de las pruebas químicas fueron difundidos en las farmacopeas, lo que obligó a los fabricantes a establecer sus propios laboratorios.

Los productos químicos extraídos de plantas o animales se conocían como orgánicos, en contraposición a los compuestos inorgánicos derivados de otras fuentes; se creía que los primeros sólo podían ser producidos por seres vivos, de ahí su nombre. En 1828, sin embargo, el químico alemán Friedrich Wöhler calentó un compuesto inorgánico, el cianato de amonio, y logró producir urea, que anteriormente sólo se había conseguido aislar de la orina. Esa síntesis revolucionaria hizo que se intentara sintetizar otros compuestos orgánicos.

Para la futura industria farmacéutica tuvo gran importancia el descubrimiento accidental, en 1856, del primer colorante sintético, la "malva". Este descubrimiento del joven estudiante británico William Henry Perkin incitó a diversos fabricantes de Alemania y Suiza a desarrollar nuevos colores sintéticos, con lo que se ampliaron los conocimientos sobre la nueva química.

Los colorantes o tintes sintéticos tuvieron un impacto enorme en los avances médicos. Aumentaron considerablemente la gama de productos biológicos de tinción, con lo que aceleraron el progreso de la bacteriología y la histología. La búsqueda de nuevos colores estimuló el estudio de la química orgánica, lo que a su vez fomentó la investigación de nuevas medicinas. El primer fármaco sintético fue la acetofenidina, comercializada en 1885 como analgésico por la empresa Bayer de Leverkusen (Alemania) bajo la marca Phenacetin, el paracetamol utilizado hoy como analgésico se derivó posteriormente de aquel compuesto.

El segundo fármaco sintético importante, comercializado en 1897, fue el ácido acetilsalicílico, creado por el doctor Felix Hoffmann en los laboratorios de investigación de Bayer. Este fármaco se vendió en todo el mundo con el nombre comercial de aspirina, propiedad de Bayer, y supuso un tratamiento nuevo y eficaz para los dolores reumáticos. A partir de estos primeros comienzos, Bayer creció hasta convertirse en la gigantesca empresa IG Farbenindustrie.

El primer fármaco que curó una enfermedad infecciosa que causaba una gran mortalidad fue la "bala mágica" del bacteriólogo alemán Paul Ehrlich, convencido de que el arsénico era clave para curar la sífilis, una enfermedad venerea, sintetizó cientos de compuestos orgánicos del arsénico. Más tarde inyectó estos compuestos en ratones previamente infectados con el organismo causante de la enfermedad, la *Treponema pallidum*.

En 1910, fabricó y probó el compuesto número 606, la arsfenamina, que restablecía plenamente a los ratones infectados. Ehrlich se enfrentó entonces al problema de fabricar su compuesto en grandes cantidades, preparado de forma adecuada para su inyección, así como para su distribución. Buscó la ayuda de la empresa química Hoechst AG, de Frankfurt (Alemania). La empresa comercializó la sustancia en ampollitas de vidrio con una dosis única de arsfenamina en polvo, que debía disolverse en agua esterilizada antes de ser inyectada. El fármaco, exportado a todo el mundo, recibió el nombre comercial de salvarsán. Este proceso de descubrimiento, producción comercial y distribución sigue siendo típico de la industria farmacéutica.

En 1916, los científicos de Bayer inventaron un fármaco eficaz para tratar una enfermedad tropical, la tripanosomiasis o enfermedad del sueño. Este mal, que afecta a los seres humanos y al ganado, es provocado por microorganismos llamados tripanosomas, transportados por la mosca tsetse. La I Guerra Mundial interrumpió los suministros de productos alemanes (y también Suizos) a Gran Bretaña y Estados Unidos de América, lo que estimuló actividades de investigación y desarrollo en esos países.

Se considera que los años de entreguerras correspondieron a la "adolescencia" de la industria farmacéutica. El 11 de enero de 1922, en la Universidad de Toronto (Canadá), F.G. Banting y Charles H. Best inyectaron un extracto pancreático a un muchacho de 14 años cuya diabetes se consideraba terminal, y sus síntomas se redujeron de forma importante.

Inmediatamente surgió una demanda mundial de la sustancia salvadora, denominada insulina. Este avance revolucionario supuso el Premio Nobel de Fisiología y Medicina para ambos científicos. Las autoridades de Toronto se dieron cuenta que necesitaban plantearse los problemas de fabricación y distribución de insulina con un enfoque comercial, por lo que acudieron la empresa estadounidense Eli Lilly, de Indianápolis (Indiana). A mediados de 1923, Lily comercializaba ya suficiente insulina para tratar miles de diabéticos en Norteamérica. Las empresas farmacéuticas europeas que fabricaban insulina bajo licencia de la Universidad de Toronto obtuvieron un éxito similar.

Después de estos excelentes resultados, Lilly produjo en 1928 un extracto de hígado de gusto aceptable; hasta entonces, los afectados por la anemia perniciosa tenían que comer regularmente hígado crudo para sobrevivir, un régimen al que substituyó el nuevo fármaco.

El tratamiento de la anemia perniciosa volvió a transformarse en 1948, cuando un equipo de investigación de Glaxo dirigido por el doctor E.Lester Smith aisló la vitamina B12, también conocida como cianocobalamina, a partir de hígado. La compañía descubrió la forma de fabricar esta vitamina en grandes cantidades mediante la fermentación de la pita o agave.

En 1935, el patólogo alemán Gerhard Domagk, de los laboratorios Bayer, comprobó que un colorante comercializado con el nombre de "prontosil" era eficaz contra la infección por estreptococos.

Estos microorganismos eran los causantes de la sepsis puerperal, una enfermedad que a veces seguía al parto y provocaba con frecuencia la muerte de las madres demostró que la parte activa de la molécula de "prontosil" era el radical sulfonamida, lo que estimuló a los investigadores farmacéuticos a sintetizar un serie de fármacos nuevos conocidos como sulfonamidas o sulfamidas.

En 1928, Alexander Fleming descubrió la penicilina y sugirió que podría usarse para tratar determinadas infecciones bacterianas. Sin embargo, este uso no se consideró seriamente hasta 1940, cuando Howard Florey y Ernst Chain (un científico huido de la Alemania nazi) consiguieron producir y presentar la penicilina en una forma más utilizable.

Una serie de empresas del Reino Unido reconocieron su utilidad para el tratamiento de heridas de guerra y comenzaron a fabricarla a partir de cultivos de *Penicillium* desarrollados en baterías de botellas de vidrio. Las cantidades producidas eran insuficientes, por lo que Florey se desplazó a Estados Unidos de América para convencer a las compañías farmacéuticas de que fabricaran penicilina, la empresa química estadounidense Pfizer, de Brooklyn, que fabricaba ácido cítrico mediante la fermentación de melazas, después de muchas investigaciones, adoptó dicho proceso para producir penicilina. Después de la guerra, los tres científicos recibieron el Premio Nobel por sus trabajos y la penicilina pasó a estar disponible en todo el mundo.



Pronto se descubrieron otras sustancias activas contra infecciones muy diversas, que se denominaron colectivamente antibióticos. Uno de los más conocidos fue la estreptomina, descubierta por Selam A. Waksman y desarrollada en los laboratorios de la empresa estadounidense Merck & Co., de Nueva Jersey.

Junto con los productos antibacterianos isoniacida y ácido p-aminosalicílico, la estreptomina curaba la tuberculosis, causada por el bacilo de Koch. La acción eficaz de la isoniacida se descubrió de forma simultánea en los laboratorios de Squibb, en Estados Unidos de América y de Hoffmann-La Roche, en Suiza.

Desgraciadamente para ambas empresas, la sustancia ya se había sintetizado en 1911 como "curiosidad química", por lo que no pudieron obtener para cubrir el costo de la investigación y desarrollo del producto.

En la década de 1950 la industria farmacéutica se consolidó, los laboratorios alemanes, belgas, británicos, franceses, suecos y suizos elaboraron fármacos nuevos y eficaces (y a veces no tan eficaces). El mercado se vio inundado de nuevos antibióticos (penicilinas modificadas químicamente para destruir a las bacterias que se habían hecho resistentes a los productos más antiguos), antihistamínicos para tratar alergias como la urticaria o la fiebre de heno, nuevos analgésicos, somníferos y anestésicos, a medida que las compañías farmacéuticas invertían cada vez más en investigación y desarrollo.

Los titulares de los periódicos europeos comenzaron a expresar críticas por falta de control del sector a raíz del desastre de la talidomida. Este fármaco fue descubierto en Alemania en 1953 y comercializado en ese país en 1956. La talidomida era un tratamiento eficaz para la depresión de los primeros meses del embarazo, un trastorno que a veces llevaba al suicidio a algunas mujeres. Pero, a finales de la década de 1950, se observó que el número de niños nacidos con miembros desarrollados de forma incompleta era estadística mayor entre los hijos de madres tratadas con ese fármaco.

Experimentos posteriores con animales demostraron que la talidomida dañaba el crecimiento de los miembros en el embrión e interrumpía el desarrollo normal a éstos. La difusión de este descubrimiento hizo que el fármaco se retirara en todos los países. La compañía alemana fue acusada de ocultar pruebas y desapareció deshonrosamente.

La talidomida se recetó por primera vez a finales de la década de los 50, como el somnífero Contergan (así fue la marca introducida en el mercado en 1957 por la empresa alemana Grünental), después de unas investigaciones previas que, desde el punto de vista actual, no eran suficientemente completas, pero que, sin embargo, correspondían al estándar en uso, el medicamento se comercializó en Europa y múltiples países como Japón, Australia y Canadá para tratar la ansiedad, el insomnio y en mujeres embarazadas las náuseas y los vómitos matutinos.

En Noviembre de 1961 el Doctor Lenz, un pediatra alemán, informó que se había atribuido un brote, todavía en curso, de una malformación congénita extraordinariamente rara al uso de la talidomida durante el embarazo. Las madres que consumieron en los primeros trimestres de la gestión este nuevo hipnosedante al que se atribuía mayor seguridad que los barbitúricos, dieron lugar al nacimiento de niños con extremidades incompletas, sobre todo en las partes proximales, entidad llamada focomelia.

Las consecuencias que dejó la talidomida fue más de 10 000 casos de malformaciones, de los cuales fallecieron aproximadamente 15%. Por este motivo el producto fue retirado del mercado en 1962.

Las madres que habían tomado el medicamento durante el comienzo del embarazo cuando los brazos y las piernas del bebé comenzaban a formarse, dieron a luz bebés con diversas deformidades en las extremidades, pero de un patrón fácilmente reconocible: la ausencia de la mayor parte de los brazos y la presencia de manitas en forma de aleta que se extienden directamente desde el hombro.

Otra deformidad frecuente era la aplasia radial, la ausencia del pulgar y del hueso adyacente en la parte inferior del brazo. En las extremidades inferiores se produjeron deformaciones similares. La deformación de los bebés afectados casi siempre ocurría a ambos lados y a menudo tanto en los brazos como en las piernas.

Además de las extremidades, entre niños se diagnosticaron muchas otras malformaciones menos raras, tales como; cardiopatía congénitas de diversos tipos, atresias y estenosis del tubo digestivo, microcefalia, anacefalia, malformaciones renales, de los órganos de los sentidos la cara. La malformación que más llamó la atención fue la focomelia. Se reconoció a la talidomida como un teratógeno (un medicamento o agente que causa el desarrollo anormal del embrión o feto).

Estados Unidos de América se libró de la epidemia de focomelia pues la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA), contaba ya en ese entonces con una normatividad más rigurosa para el registro de fármacos. Posteriormente, una revisión de los trabajos experimentales realizados con este fármaco antes de su comercialización reveló que se habían publicado y malinterpretado datos toxicológicos insuficientes y erróneos.

Durante varios años la talidomida hizo que sólo se citara como un medicamento con alta potencialidad teratogénica y como ejemplo de los daños que puede provocar la comercialización de fármacos sin criterios de eficacia y el impacto en el costo-beneficio.

A partir de 1970 se establecieron en muchos países organismos gubernamentales para controlar la calidad, ensayos clínicos, el empaquetado, etiquetado y distribución de los medicamentos. Concediendo autorizaciones a los fabricantes e inspectores para poder visitar en cualquier momento las instalaciones donde se fabricaban y vendían los productos farmacéuticos.

Otros organismos eran responsables de controlar la fabricación y distribución de medicamentos y productos de crecimientos para los animales. La distribución diaria de la gran cantidad de fármacos disponibles a las miles de farmacias y clínicas existentes era imposible sin la ayuda de los servicios de distribución para mayoristas situados estratégicamente. Las farmacias locales, el último eslabón en la cadena del suministro de fármacos a los ciudadanos, eran inspeccionados por agentes responsables de los diferentes ministerios o departamentos de salud.

El éxito de los nuevos productos se ha visto subrayado por el marcado aumento en la esperanza de vida en muchas partes del mundo. La industria farmacéutica también respondió a la necesidad de formas más confiables de control de la natalidad. Al descubrimiento y aislamiento de las hormonas sexuales, tras los trabajos que Adolf Butenandt realizó en Berlín en la primera mitad del siglo XX, le siguió su producción comercial por Schering AG en Alemania y Organon BV en Holanda. Esto hizo posible el desarrollo después de la II Guerra Mundial de píldoras anticonceptivas eficaces. Estos mismos trabajos permitieron el desarrollo posterior de la terapia de sustitución posmenopáusica (TSH).

Las compañías farmacéuticas fueron creadas en diferentes países por empresarios o profesionales, en su mayoría antes de la II Guerra Mundial. Allen & Hambury y Wellcome, en Londres, Merck de Darmstadt (Alemania), y las empresas estadounidenses Parke Davis, Warner Lambert y SmithKline&French fueron fundadas por farmacéuticos.

La farmacia de Edimburgo también se convirtió en una importante empresa de suministro de fármacos. Algunas compañías surgieron a raíz de los comienzos de la industria química, por ejemplo: Zeneca en el Reino Unido, Rhône-Poulenc en Francia, Bayer y Hoechst en Alemania o Ciba-Geigy y Hoffmann-La Roche en Suiza. La belga Janssen, la estadounidense Squibb y la francesa Roussel fueron fundadas por profesionales de la medicina.

## CAPITULO II

### HISTORIA DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA EN MÉXICO

En la época de los aztecas existían rudimentos de terapéutica basados en los principios activos naturales, en la época colonial, la medicina y la farmacia europea se empezaron a aplicar en nuestro país. En la Nueva España no existían los medios necesarios para el desarrollo de los medicamentos ya que los farmacéuticos no tenían la preparación adecuada y no tenían la oportunidad de recibir instrucción profesional.

Con la fundación del Real Seminario de minería se empieza la enseñanza de la Química y posteriormente se establece una escuela dedicada a la Farmacia. José María Vargas y Leopoldo Río de la Loza fundaron la Sociedad Farmacéutica Mexicana en 1870, la cual formuló la primera Farmacopea Nacional en 1874, dando origen de esta manera a la Farmacia Mexicana. Durante el desarrollo de la Farmacéutica en México, el control de calidad adquirió importancia en América.

En el archivo general de la nación existían reales cédulas en las que se daban instrucciones a los visitadores farmacéuticos para la práctica de la vigilancia de los establecimientos farmacéuticos y fiscalizar los títulos y licencias de los médicos, barberos y curanderos. Desde el Virreinato, ya se practicaba el control de algunos establecimientos farmacéuticos.

Después de consumada la independencia en noviembre de 1831, Anastasio Bustamante, vicepresidente de la República Mexicana, promulga una ley e instituye la junta llamada "Facultad Médica del Distrito Federal", primer bosquejo de autoridad sanitaria. En 1833 se creó el "Establecimiento de Ciencias Médicas" que realizaba algunas tareas sanitarias, el 4 de enero de 1891 se constituyó el "Consejo Superior de Salubridad del Departamento Médico" y en ese mismo año se promulgó el Código Sanitario.

Con la creación de consejo superior de Salubridad, se iniciaron labores de la Oficina de Química y Farmacia, teniendo a su cargo la vigilancia de los establecimientos farmacéuticos y el control de los narcóticos de acuerdo con los tratados internacionales que para entonces México habían firmado.

En 1927 el Departamento de Salubridad Pública exigió que todas las "especialidades farmacéuticas" en su mayoría importadas de Europa, así como las nacionales manifestaran sus fórmulas de composición para otorgarles el registro respectivo. En 1928 se promulgó el primer reglamento para el Registro y Certificación de Medicinas de Patente, especialidades y productos de tocador, higiénicos e belleza y similares, estableciéndose así la Oficina General Control de Medicamentos.

En 1940 se inició la revisión de las especialidades farmacéuticas para refrendar el registro a aquellos productos que estuvieran en condiciones aceptables desde el punto de vista de la Farmacología, al comprar la inocuidad y las aplicaciones terapéuticas de los productos. En México únicamente se aceptaron productos medicinales que demostraran su inocuidad y su actividad farmacodinámica.



En Europa los medicamentos eran elaborados en boticas y droguerías de acuerdo a los requerimientos e indicaciones de los médicos y el farmacéutico los fabricaba. Ante la necesidad de homogeneizar y producir en serie las recetas, se ve la posibilidad de estandarizar la producción en plan industrial con la ventaja de la reducción tanto de costos como de precios.

En el año de 1920, en México existían laboratorios dedicados a la obtención dedicados a la obtención de agua destilada, y a la adaptación de productos importados a los requerimientos nacionales. Antes de la Segunda Guerra Mundial se establecieron en México grandes empresas de participación alemana destacando entre estas Behring S.A, Merck S.A y Schering S.A., establecidas en 1930, Bayer S.A, se estableció en 1937.

En el periodo de 1930 a 1950, México registró un desarrollo en las Industria Químico-Farmacéutica y Farmacéuticas Nacionales, por el hecho de que en ese tiempo, la Segunda Guerra Mundial obligó a los países beligerantes a restringir y en algunos casos suprimir la exportación de materias primas y de productos farmacéuticos, con lo que la influencia del capital extranjero disminuye, posibilitando un proceso de sustitución de importaciones que favorece a los empresarios nacionales.

Sin embargo al finalizar la guerra, la influencia del capital extranjero volvió a apoderándose del mercado nacionales. El capital de EUA estuvo representado por los laboratorios Syndey Ross S.A. fundado en 1924, Sharp&Dohme S.A. en 1933, Abbott de México S.A. en 1934, Parke Davis & Co. S.A, E.R.Squibb & Sons S.A., Pfizer S.A., e Ingram de México en 1942.

En el año de 1944, Wyeth se amplió sus operaciones comerciales, constituyendo una empresa mexicana en coordinación con la firma Stille, conformándose así los Laboratorios Wyeth-Stille, que se distinguieron por ser la primera farmacéutica de Latinoamérica que produjo penicilina de manera comercial. Ubicándose entonces en la calle de Versalles N.80. En 1951 cambió la razón social por Wyeth-Vales y debido a su expansión fue necesario trasladar las instalaciones a la zona Industrial Vallejo.

El capital Suizo estuvo representado principalmente por Sandoz de México S.A., Wander de México S.A., Ciba S.A y Roche S.A. Dentro de las industrias más importantes de capital francés se encontraron: Rueff y Cía.S.A., fundada en 1931, Max Abbot y Cia.,S.A., Establecimientos Mexicanos Colliere S.A. en 1929, Grupo Rousell S.A. y Establecimientos Lauzier S.A en 1923.

Las empresas de capital nacional más importantes fueron: Laboratorios Myn S.A., en 1927, Hormona S.A., en 1993, Doctor Zapata S.A., en 1939, Terapia Infantil S.A., en 1949, productos Científicos S.A. en 1974, Laboratorios Senosiain S.A. en 1948 y Productos Liofilizados en 1950. En el año de 1976 los laboratorios más importantes eran: Productos Científicos S.A., Laboratorios Carnot, Productos Científicos S.A. y productos Farmacéuticos S.A. Dentro de la industria Químico-Farmacéutica sobresalen Fermic S.A., Kemika Industrial S.A.,Salicilatos de México S.A., Tecquim S.A., y otras.

Desde la implantación de la Industria Farmacéutica en México, la influencia del capital extranjero estuvo presente en la Industria Química y Química-Farmacéutica. Con el desarrollo de la Industria Química hubieron uniones con algunos laboratorios de capital nacional, ejemplo de esto fueron los Laboratorios Dawe's de México S.A., Aromáticos Petroquímicos S.A, Dow Química Mexicana y otras.

Entre las materias primas de Fabricación Nacional se encuentran las hormonas esteroideas. Russel E. Marker, profesor de la Universidad de Pensylvania, descubrió que en México existían plantas del género de las dioscoreas que tenían en su raíz o rizoma, una sustancia llamada diosgenina. Marker, encontró el procedimiento para producir progesterona a partir de la diosgenina que obtuvo de la raíz de la planta "cabeza de negro" (*Dioscorea macrostachya*). Tal descubrimiento colocó a México a la vanguardia de la industria hormonal. Durante los años de la posguerra en nuestro país se producían con mucho éxito hormonas esteroideas femeninas y masculinas, las cuales eran exportadas a todo el mundo.

A principios de la década de los 50, la empresa Syntex inició un programa muy ambicioso: esperaba sintetizar corticoesteroides. En aquellos años se consideraba a la cortisona como una panacea, capaz de curar la artritis y todas las enfermedades metabólicas, y la industria farmacéutica mundial se encontraba en una auténtica carrera por obtener un proceso de bajo costo que permitiera la producción de cortisona en el ámbito industrial. Para desarrollar el programa, Syntex contaba con dos destacados químicos de Hungría: Esteban Kaufman y Jorge Rosenkranz.

Además contrataron a Carl Djerassi, químico norteamericano de ascendencia austriaca al cual se le reconoce por su creatividad en química, su principal logro fue la síntesis de varios esteroides, entre ellos el compuesto que generó la píldora anticonceptiva. Fue contratado por Syntex, con el objetivo de lograr una síntesis comercial de los corticosteroides, logró sintetizar químicamente el compuesto "F" de Reichstein, pero no tuvo éxito comercial frente a la síntesis ayudada por una transformación microbiológica de los esteroides de la semilla de soya que logró y patentó Upjohn.

Simultáneamente, un grupo de investigadores mexicanos inicia un programa adicional y de poca importancia para las empresas: trata de sintetizar 19-nor-esteroides. Finalmente, Syntex perdió la carrera de la síntesis de cortisona; su proceso resultó muy caro como para competir con otras empresas como Upjohn y Pfizer, quienes combinaron la química con los procesos fermentativos de esteroides. Sus descubrimientos llevaron a la industria de esteroides a la fabricación masiva de hormonas con reducciones notables de precios y a iniciar múltiples programas de investigación que condujeron a las hormonas corticales y a la píldora anticonceptiva.

Después de varias dificultades con los dueños de Syntex, Russel E. Marker se retiró de la compañía para formar una nueva empresa fabricante de esteroides que no tuvo éxito comparada con Syntex. Somlo y Lehman decidieron contratar a Jorge Rosenkranz y Esteban Kaufman para continuar con la investigación y producción de esteroides.

En 1960 la Food and Drug Administration (FDA) aprobó la venta del primer contraceptivo oral. Syntex no pudo aprovechar plenamente su descubrimiento y patente, por carecer de investigación en el área medico-biológica, y por no tener una organización para la comercialización internacional. Otras empresas aprovecharon el descubrimiento de Syntex. México se puso a la cabeza de la producción de materias primas esteroidales, pero no fue por mucho tiempo.

La investigación en el área se fortaleció en Europa y en los Estados Unidos de América, y se perdió el liderazgo. Syntex no formó otras empresas químicas mexicanas exitosas. México obtuvo reconocimiento internacional temporal, después aparecieron otras materias primas para la síntesis de hormonas y China encontró una especie de *Discorea* que es cultivable y que produce Diosgenina de mayor calidad que la mexicana.

Finalmente, el gobierno de Luis Echevarría Álvarez formó la empresa PROQUIVEMEX (Productos Químicos Vegetales Mexicanos) para competir con la industria privada, y la producción de barbasco bajó notablemente.

PRONABIVE (Productora Nacional de Biológicos Veterinarios) destinada a la producción de productos biológicos utilizados en medicina veterinaria. Su campo de acción estaba constituido por las necesidades de las campañas sanitarias que desarrollaba la Dirección de Sanidad de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. En 1976 existían seis empresas dedicadas a esta actividad y fabricaban 109 diferentes productos hormonales.

La producción de antibióticos que se elaboraron en México, fueron del grupo de las tetraciclinas, habiendo comenzado Cyanamid de México, S.A., la producción de clortetraciclina en 1963 y al año siguiente Pfizer, S.A., la de oxitetraciclina.

Las dos montaron plantas completas de fermentación y extracción con objeto de abastecer fundamentalmente las necesidades de sus respectivas especialidades farmacéuticas. En 1968, comenzó Fermic S.A., a producir tetraciclina y oxitetraciclinas.

En 1969 se inicia la producción de penicilinas semisintéticas (ampicilina principalmente), a partir del ácido 6 amino penicilánico, producto químico de importación. En 1970, se empieza, la fabricación de eritromicinas por fermentación. En esa época tuvieron gran demanda los antibióticos del grupo de las penicilinas semisintéticas de amplio espectro, destacando fundamentalmente la ampicilina.

La posibilidad de sustituir las importaciones crecientes de ampicilina mediante su síntesis química en México, fue apoyada por las autoridades de la Secretaría de Industria y Comercio, otorgando facilidades e incentivos para la implantación de industrias en esta rama. En 1970 se estableció Orsabe S.A., que comenzó a producir primero en instalaciones rentadas, mientras construía su propia planta en Cuernavaca, Mor.

En el mismo año de 1970 se constituyeron Fermentaciones y Síntesis S.A. (Ferinsa), en Ramos Arizpe Coahuila y Quinonas de México en Xalostoc, que comenzaron a fabricar ampicilinas en el primer trimestre de 1971. Fermic S.A. entró a este campo en 1971 y en 1972 se instaló Productos Gadeón Richter (América, S.A.), con el mismo objeto.

Las producciones iniciales de ampicilina fueron hechas, transformando el ácido 6-amino penicilánico, producto no antibiótico que se elabora por procesos químicos a partir de penicilina G potásica. En 1972 se elaboraba este intermedio en México, en el año 1973 se inició la planeación de una planta de fermentación para elaborar penicilina G potásica cruda, estableciéndose el Centro Industrial Biquímico (Cibiosa), la cual inició sus producciones en 1977.

A partir de 1972, las fábricas comenzaron a elaborar otras penicilinas semisintéticas, primero derivadas de la ampicilina y posteriormente, otras del grupo. En 1975, se inició la fabricación nacional de antibióticos del grupo de cefalosporinas, con la producción de cefalexina por Fermic S.A. y en ese mismo año existían 15 empresas dedicadas a la fabricación de antibióticos.

La calidad de los antibióticos producidos en el país estaba garantizada tanto por los productores como por los reglamentos existentes en ese año, era necesario registrar y presentar para análisis, cada lote de producción ante la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

En 1973, comenzó la producción por síntesis química de antibióticos del grupo del cloranfenicol por Signa S.A. y Ferinsa, entrando a este campo en el año de 1974, Productos Químicos finos S.A. (PROQUIFIN). Asimismo en 1973, Upjohn decidió instalar una planta de fermentación para la producción de lincomicina, tanto para consumo nacional como para exportación, la cual empezó a producir en 1975.

En el mismo año empezaron a operar las fábricas de Hoechst para derivados de sustitución de tetraciclina y la de Kemika, para sales sódicas de ampicilina y de succinato de cloranfenicol. En 1975 se inició la producción nacional de antibióticos del grupo de las cefalosporinas, con la producción de cefalexina por Fermic S.A. En 1976, se inician Productos Gedeón Richter (América, S.A) y Ferinsa, en la fabricación de cefalexina. En 1977 Fermic S.A., principia la producción de gentamicina por fermentación. Dentro del grupo de los antiinfecciosos se consideran las sulfas, los derivados de la hidroxiquinoleína, pirimidinas, dipironas sódicas, magnéticas y ácido acetil salicílico.

La producción en México tuvo un incremento notable de 1970 a 1976, la exportación de antiinfecciosos y analgésico se inició en 1972, para ese año las empresas dedicados a este ramo industrial eran: Aromáticos Petroquímicos S.A., Ciba-Geigy Mexicana S.A., Dow Química Mexicana S.A., Esquim S.A., Interquim S.A., Laboratorios Julián de México S.A de C.V, Rhodia Mexicana S.A., Salicilatos de México S.A., Signa S.A., Sociedad Mexicana de Química Industrial S.A., Stromex S.A., Syntorgan S.A y Tecquim S.A.



En México se realizaba la producción de algunas vitaminas, dentro de las más importantes se encontraban la cianocobalamina, ácido nicotínico, nicotinamida, hidroxocobalamina, vitamina D<sub>2</sub> (Calciferol), vitamina D<sub>3</sub>, vitamina D<sub>4</sub> y el pantotenato de calcio. La producción nacional estaba a cargo de Catálisis S.A., Distribución y Ventas S.A., Kemika Industrial S.A., Laboratorios Dawe's de México S.A., Nitrógeno Industrial y Alimenticio S.A., Productos Químicos Finos S.A. y Garsimex S.A.

Los medicamentos cuya materia prima son los alcaloides, eran de vital importancia para la salud de la población ya que eran utilizados para combatir diversos padecimientos del ser humano. La producción de alcaloides era escasa, sólo tres empresas se dedicaban a la producción de estas materias primas: Cafeína de México, S.A., Industria de San Martín S.A y mexicana de Alcaloides S.A.

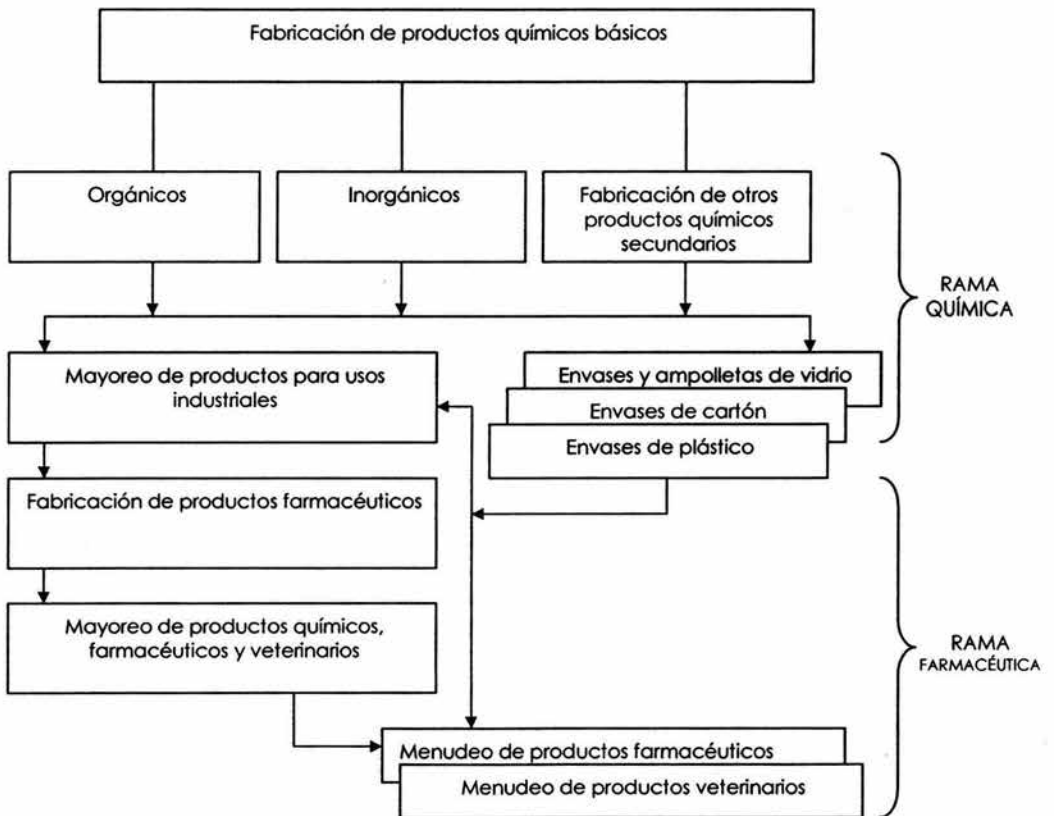
Debido a la producción y la baja exportación de alcaloides se contó con algunas instituciones y Centros de Investigación en donde se fomentaba la producción de materias primas, dichas instituciones contaba con la tecnología adecuada que llevaba a la exportación de algunos alcaloides que se podían obtener de la corteza de quina, de algunas solanáceas y de la ipecacuana. Otros centros de investigación química como el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), contribuyeron al fomento de la producción de las materias primas.

La producción de productos como las enzimas biológicas, glucosa, sorbitol, hexaclorofeno, ácido cítrico y otros productos orgánicos estaban a cargo de las siguientes empresas: Arsen S.A., Canafarma S.A. de C.V., Coyoacán Química S.A., Dow Química Mexicana S.A., Farmoquimia S.A., Organo Síntesis S.A., Polibásico S.A., Productora Química Mexicana S.A., Química Universal S.A., Químico y Derivados S.A., Síntesis Industrial S.A. y Unión Química del Valle de México S.A.

## CAPITULO III

### SITUACIÓN ACTUAL DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA EN MÉXICO

El estudio de la Industria Farmacéutica se compone de dos sectores: la industria Químico-Farmacéutica como fabricante de materias primas y la Industria Farmacéutica como elaboradora de medicamentos formando la siguiente cadena productiva (Figura 1).



**Figura 1. Cadena Productiva de la Industria farmacéutica**

Fuente: Elaboración propia con datos de: Andrade R. Salvador, Fernández Margarita R. El sector Farmacéutico y Farmoquímico en México: Análisis desde la Teoría de la Estructura Social. UAM-X.2003.

En la cadena de valor que fluye desde las materias primas hasta el consumidor final (figura 2), se conjuntan las habilidades para producir y la posibilidad de construir firmes posiciones para competir. Las empresas con el conocimiento básico y con los procedimientos de cómo realizar dicha cadena de valor, construyen barreras de entrada para nuevos competidores. Estas barreras se concretan en la legislación nacional y mundial así como en patentes, marcas y en la maquinaria instalada para realizar los procesos de producción.

En la primera etapa se inicia la cadena de valor, en donde las materias primas comprenden elementos petroquímicos producidos por Petróleos Mexicanos (PEMEX) y elementos procedentes del sector agrícola. En la segunda etapa las sustancias intermedias comprenden sustancias derivadas de la química orgánica e inorgánica y elementos sintéticos.

En la tercera etapa una sustancia activa es la base de un medicamento. La química combinatoria en la nueva química produce múltiples sustancias. Los científicos manipulan las moléculas de las sustancias activas, por ejemplo, combinan radicales terminales. Un caso típico es el de la penicilina tradicional a la que se le agregó amoxicilina y la unión produjo un antibiótico más poderoso. Las sustancias pueden venderse amparadas con patente y marca además adquieren un sobreprecio de más del 100% sobre las sustancias activas que se venden sin marca. Estas sustancias activas sustituyen los medicamentos genéricos.

En la cuarta etapa el ensamble de los medicamentos se realiza en las naves de los laboratorios combinando sustancias activas derivadas de las anteriores etapas y consiste en tres grandes procesos: los sólidos, los semisólidos y los líquidos. Los procesos sólidos incluyen tabletas, polvos, inyectables (diluídos en el momento de su aplicación), las sustancias activas se agregan de forma sólida.

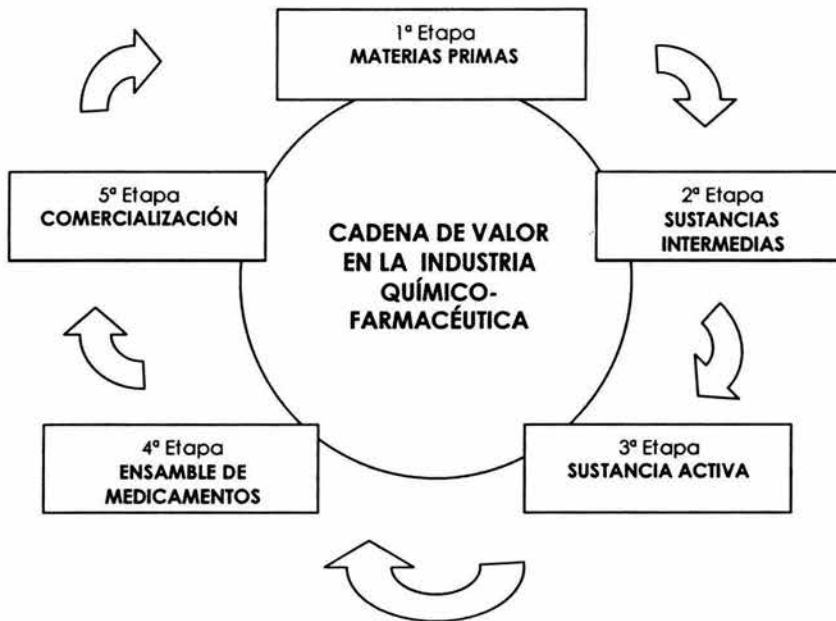


Figura 2. Cadena de Valor en la Industria Químico-Farmacéutica

Fuente: Elaboración propia con datos de: Andrade R. Salvador, Fernández Margarita R. El sector Farmacéutico y Farmoquímico en México: Análisis desde la Teoría de la Estructura Social. UAM-X.2003.

Los procesos semisólidos incluyen suspensiones, pomadas, cremas e inyectables diluidos en el momento de su aplicación; los procesos químicos comprenden jarabes simples con adición de sustancias activas.

En la quinta etapa se lleva a cabo la comercialización de los medicamentos, en donde las firmas despliegan grandes recursos por medio de visitadores médicos para promover entre los doctores la prescripción de determinados medicamentos de patente.

Desde los años cincuenta hasta 1987, la industria nacional podía importar o hasta patentar en México un proceso, no la sustancia activa. Este apoyo de la legislación permitía a los fabricantes nacionales producir sustancias activas sin pagar derechos de patente o regalías a las transnacionales.

En 1976, predominaba el mercado de las empresas extranjeras, las cuales abarcaron el 76% de las ventas del mercado nacional. La venta de 1,828 millones de pesos, que representó sólo el 24% de la venta total de laboratorios establecidos en México, se repartió entre 306 empresas de capital nacional en su totalidad o de participación extranjera mínima y los 5660 millones de ventas de laboratorios extranjeros correspondió a 17 consorcios y 51 empresas extranjeras o de capital mayoritario<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Cruz B. Carlos Francisco, Desarrollo de la Industria Farmacéutica en México y su proyección, 1972.

En ese mismo año habían 12 empresas registradas con menos del 49% de participación extranjera, el 50% de ellas predominantemente de Estados Unidos de América; también resaltó la participación del capital italiano, que ejerció influencia sobre el 16.7% de las empresas consideradas<sup>4</sup>.

También existía un grupo de 144 empresas con participación extranjera mayoritaria, en donde la gran influencia de Estados Unidos de América se hizo presente en 69 empresas y cuya inversión en todas ellas fue de 943.8 millones de pesos. El capital puente proveniente de Panamá se encontró en 8 empresas con una inversión total de 186.95 millones de pesos. Estas cifras contrastan con la inversión canadiense y suiza que fue de 281.3 y 270.8 millones de pesos respectivamente; por lo que a pesar de ser mayor su inversión, sólo se encontraron dentro de las 12 empresas en conjunto (7 se capital suizo)<sup>5</sup>

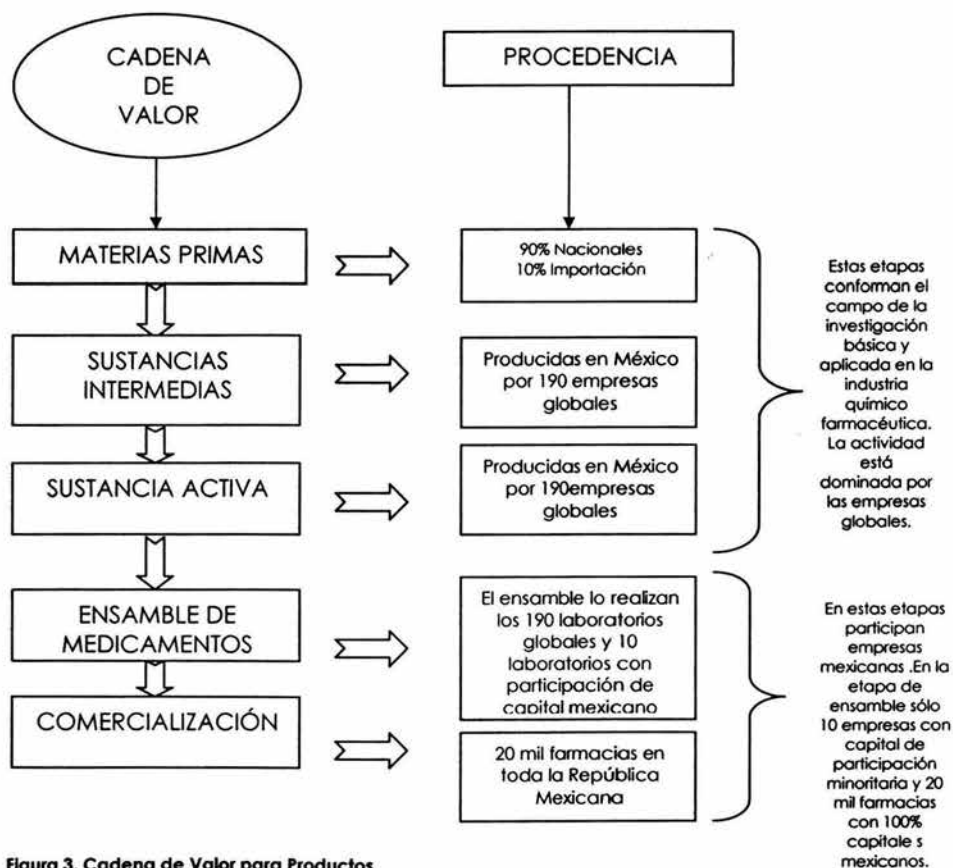
Existió gran influencia de capital uruguayo e italiano con inversiones de 111 y 126.6 millones de pesos respectivamente. También hubieron inversiones de origen japonés, argentino, holandés, inglés, francés, alemán y otros dentro de las industrias farmacéuticas y Químico-Farmacéuticas.

---

<sup>4</sup> Cruz B. Carlos Francisco, Desarrollo de la Industria Farmacéutica en México y su proyección, 1972.

<sup>5</sup> Cámara Nacional de los Laboratorios Químicos-Farmacéuticos, 1976.

En 1980 existían 379 empresas que operaban dentro de esta rama industrial, de éstas 233 se dedicaban a la elaboración de medicamentos de uso humano, 61 a la fabricación de productos veterinarios y el resto, es decir, 85 se dedicaban a la fabricación de los principios activos que eran utilizados como materia prima en la producción de medicamentos de consumo final. Desde las empresas que se dedicaban a la producción de medicamentos de uso humano (233), 70 estaban constituidas por capital extranjero y el resto, 163 empresas por capital mayoritariamente nacional.



**Figura 3. Cadena de Valor para Productos.**

Fuente: Elaboración propia con datos de: Andrade R. Salvador, Fernández Margarita R. El sector Farmacéutico y Farmoquímico en México: Análisis desde la Teoría de la Estructura Social. UAM-X. 2003.



Durante el periodo 1975-1984, México fabricaba 98.9% de las medicinas que se consumían en el mercado farmacéutico mexicano, importándose el resto, es decir el 1.1% mostrando un crecimiento anual del 3%, ya que por tratarse de productos de movimientos reducido no fue necesaria su fabricación. Sin embargo en 1982 debido a la concentración que sufrió la economía la producción de fármacos se redujo al 3%, recuperándose durante 1983 a un nivel similar obtenido en 1981. El crecimiento de la demanda mostró una tendencia superior al de la producción siendo en promedio 6%<sup>4</sup>.

Las empresas tendieron a especializarse, principalmente las de capital extranjero para ganar control de uno o varios de estos mercados. La especialización ofrece ventajas a las compañías farmacéuticas.

Productos Roche S.A. por ejemplo, se especializó en la producción de psicotrópicos basados en el diazepam, en los que el "Valium" y "Librium", fueron por mucho tiempo productores líderes sin mayor competencia de otros medicamentos. El control que ejercieron las empresas alcanzó un 90% aproximadamente del mercado, por ejemplo: La insulina fabricada por Lilly S.A. y el "Cuprex" , fabricado por Merck S.A.

La industria farmacéutica en México empleó en la manufactura de sus productos diversos insumos de diferente orígenes, estos insumos abarcan materias primas activas, excipientes, conservadores, colorantes y reactivos, los materiales de envase y empaque, tales como frascos y ampollitas, blisters, recipientes de cartón, plástico, vidrios y hule.

---

<sup>4</sup> Mendieta H. Alejandro. Diagnóstico de la industria Farmacéutica en México, 1975-1984.

En el caso de las materias primas se trataron de sustancias con actividades farmacológicas definidas y que iban destinadas a tratamientos o cura de una determinada afección. Su grado de pureza varió siempre a partir de un límite mínimo establecido por la farmacopea.

Los excipientes son sustancias inertes que interviene en la fabricación de un medicamento para garantizar su óptima aplicación y efecto terapéutico. Uno de los problemas más grandes que la industria farmacéutica nacional padeció fue el relacionado con la extrema dependencia que tenía el abastecimiento de sus materias primas ya que sólo se producían algunas materias primas básicas necesarias para la elaboración de algunos medicamentos, quedándose algunas empresas en el nivel de laboratorios formuladores de los medicamentos solicitados por la población.

Esta situación presentó una gran problemática asociada a la independencia económica del país, principalmente porque los laboratorios químicos farmacéuticos que producían los activos requeridos eran de origen trasnacional.

Las ventas totales de medicamentos ascendieron a 172 744 millones de pesos 1984, de los cuales correspondieron el 81.4% a las ventas realizadas en el mercado privado, es decir, 140 613 millones de pesos. El restante 18.6%, es decir, 32 131 millones de pesos se destinaron a las ventas de seguridad social<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Mendieta H.Alejandro. Diagnóstico de la Industria Farmacéutica en México, 1975-1984.

Las patentes se constituyeron como el medio de protección de los rendimientos que las empresas farmacéuticas, principalmente extranjeras obtuvieron de los gastos que realizaba por concepto de Investigación y Desarrollo, como un mecanismo que les permitía la fijación de un precio elevado, mientras el derecho del uso de la patente les era exclusivo y por otro el registro de marcas para diferenciar sus productos les facilitó la competencia que no determinaba necesariamente el nivel de los precios.

Por esta razón las empresas se preocuparon por obtener la mayor y más duradero protección de la legislación de propiedad industrial en México y en el resto del Mundo. Desde 1987 y posteriormente, desde la entrada en operación del TLCAN (Tratado de Libre Comercio de América del Norte), la incorporación de México a los mercados abiertos ha obligado a respetar las patentes internacionales.

La estrategia de las empresas estaba constituida fundamentalmente por recursos, sobre todo de investigación; que va desde la química tradicional hasta la biotecnología, cuyo centro de atención lo constituye el genoma humano. Desde los nuevos materiales y los microprocesadores hasta las balanzas moleculares, la espectrometría y la microscopía electrónica.

La tecnología de las empresas globales, es otro conjunto de recursos que conllevan relaciones de transformación capaces de organizarse como propiedades de los sistemas de producción en la plantas ya sea de los proveedores o de las subsidiarias en los países en desarrollo. En este sentido los equipos instalados, con su tecnología, ejercen un poder en las actividades de transformación. Así, los sistemas reproducen en las plantas de los proveedores los recursos tecnológicos.

La Industria Química Farmacéutica es intensiva en capital porque un nuevo producto tarda quince años, en promedio, para lanzarlo al mercado<sup>8</sup>. Los primeros cinco años se consumen en el descubrimiento de sustancias y moléculas. Los diez siguientes se pasan en la validación de la fórmula para cumplir con todos los requisitos de las respectivas legislaciones nacionales. También se considera que la industria es intensiva debido a los niveles de inversión e investigación y desarrollo son muy altos.

La intervención de nuevos productos como componentes de la estrategia se inició en 1865 con Johann Mendel quien fue el primero en exponer las leyes de la herencia. Para el descubrimiento necesitó casi diez mil cruza realizadas con materiales vegetales. En 1869, el bioquímico suizo Johann Friedrich Miescher fue el primero en aislar a partir de las nucleídas de glóbulos blancos, el material hereditario ácido desoxiribonucleico (ADN), sin conocer su función.

---

<sup>8</sup> Pharmaceutical Research and Manufacturing of America (PhRMA)

En 1900, el alemán Carl Erich Correns, el austriaco Armin Tschermak y el holandés Hugo Marie de Vries vuelven a descubrir, cada uno por su lado, las leyes de Mendel con los que éstas se hacen populares y Mendel alcanza fama después de muerto.

En 1901, Hugo Marie de Vries es el primero en descubrir. En 1953, el biólogo, estadounidense James Dewey Watson y el bioquímico inglés Francis Harry Crik establecen, basándose en anteriores análisis estructurales por rayos x del neocelandés Maurice Wilkins, el modelo de Watson y Crik que determina la estructura molecular en espiral del ADN, conocida comúnmente como la doble hélice.

En 1977, los científicos estadounidenses del grupo Herbert introducen por primera vez información genética de un mamífero en bacterias o los que los microbios producen el inhibidor del crecimiento somatostatina. En 1982, en Estados Unidos se comercializa el primer medicamento producido por ingeniería genética: la insulina.

La investigación actual se enfoca al genoma humano ayudando por las nuevas técnicas, como la química combinatoria y el cribado en masa de sustancias. La primera proporciona cantidades enormes de nuevas sustancias y el segundo ayuda a identificarlas al grado de encontrar moléculas.

Los pocos laboratorios con capital mexicano se dedican a maquilar sustancias para el Seguro Social. Los laboratorios trasnacionales establecidos en México realizan investigaciones aplicadas para mejorar sus procesos pero no para hacer progresar sustancialmente el conocimiento, la investigación fundamental la hacen en sus casas matrices.

El valor promedio del mercado farmacéutico en México en el periodo de 1995-1999 fue de 3500 millones de dólares. En este periodo las ventas del segmento de medicamentos de patente ascendieron a 2792 millones de dólares; es decir, el 80% del mercado. Esta cifra mostró que el consumo de medicamentos en nuestro país estuvo dominado por los laboratorios trasnacionales.

El segmento llamado secundario, está compuesto por los medicamentos genéricos; es decir, aquellos productos cuya patente ha expirado y que se puede vender con marca o sin ella. Los medicamentos genéricos intercambiables son aquellas especialidades farmacéuticas con el mismo fármaco o sustancia activa y forma farmacéutica, con igual concentración o potencia, que utiliza la misma vía de administración y con especificaciones farmacopeicas iguales o comparables, que después de haber cumplido con las pruebas a las que se refiere el reglamento, ha comprobado que sus perfiles de disolución, su biodisponibilidad u otros parámetros, según sea el caso, son equivalentes a los del medicamento innovador o producto de referencia y que se encuentra registrado el Catálogo de Medicamentos Genéricos Intercambiables y se identifica con su denominación genérica\*.

---

\* Reglamento de Insumos para la Salud, 1998. (SSA)

El mercado de este segmento representó en promedio hasta el año 2000, 176 millones de dólares, que correspondió a más del 5% del valor de las ventas totales. Otro segmento de mercado está compuesto por los productos genéricos y similares que no han cumplido con las pruebas a que se refiere el Reglamento de Insumos para la Salud. Hasta el año 2000 tuvo un desplazamiento anual de 70 millones de dólares, es decir, el 0.02% del total del mercado<sup>10</sup>.

El último segmento es el mercado del gobierno, integrado por genéricos del cuadro básico del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Esta parte del mercado representó un consumo de 525 millones de dólares, es decir 14.8% del valor total del mercado.

En el mercado privado, propio de los medicamentos de patente, fue donde compitieron los laboratorios transnacionales o empresas globales. Los fabricantes nacionales compitieron en menor escala en el mercado secundario, donde las unidades vendidas alcanzaron en promedio el precio de 1.81 dólares. Pero los dos últimos segmentos, el terciario y el mercado del gobierno estuvieron a cargo de los laboratorios nacionales. En el mercado terciario el precio promedio de unidades alcanzó 1.10 dólares, mientras que en el mercado del gobierno fue inferior en un 40% al precio del mercado terciario.

---

<sup>10</sup> R.Salvador, Fernández Margarita R. El sector Farmacéutico y Farmoquímico en México: Análisis desde la Teoría de la Estructura Social. UAM-X, 2003.

En el año 2000 los laboratorios transnacionales disminuyeron en virtud de las alianzas y fusiones que se registraron, a partir de la última década del siglo XX. Las principales fusiones se hicieron vigorizando a las tecnologías complementarias, de construcción y fortaleciendo la competitividad.

Algunos laboratorios que fabrican medicamentos para el Instituto Mexicano del Seguro Social se fusionaron creando las siguientes empresas: Servoni S.A. , era una paraestatal y se fusionó con Fustery S.A.,Fustery S.A., abarcó a Vitrium.,División Farmacéutica. Esta unidad era la antigua PROQUIVEMEX (Productos Químicos Vegetales Mexicanos), un sueño del régimen de Luis Echeverría con el barbasco y las píldoras anticonceptivas.

El Grupo Proquifin S.A., constó de cinco laboratorios que son Galem S.A., Chemia S.A., Helver S.A., Proquigama S.A., y Provioned S.A., este grupo hace 25 años fabricaba materias primas; la vitamina B12 junto con la Prodolina. Senosiain S.A. fue el laboratorio más grande con plantas en Celaya. El grupo Ifaco S.A, contaba con tres laboratorios Cryo Pharma S.A, Salus S.A y Pizzar S.A.

Las políticas públicas en México, a partir de la industria químico-farmacéutica nacieron en el año de 1940. El laboratorio Senosiain, surgido de la farmacia del mismo nombre fue le primer laboratorio en México y comenzó su producción con supositorios de glicerina. Las empresas trasnacionales ante la imposibilidad de importar insumos durante la Segunda Guerra Mundial, comenzaron a sustituir sus representaciones comerciales con plantas productoras.



En 1940 existían 60 empresas farmacéuticas, su número aumentó en los ochenta a 200 laboratorios. En cuanto a las compañías farmoquímicas, caracterizadas por ser de capital mexicano eran 6 en los años 60. Su número creció a 90 empresas a finales de la década de 1980 y se escenificó la lucha entre las empresas trasnacionales y los productores del país. En la contienda el gobierno, como órgano regulador, había jugado un papel ponderante. La contienda se producía por la misma estructura del sector. Los actores en la contienda fueron todos los que intervinieron en la acción productiva.

Cada actor formó una estrategia, es decir, un conjunto de criterios guidores de su acción real. En esa lid se pudieron visualizar aquellas empresas que colocaron como soporte al conocimiento básico, otras a la tecnología aplicada y unas más a eficientes procesos de producción y de comercialización. Todos los actores demandaron protección de cada uno de sus gobiernos con esto mantuvieron su posición en el mercado.

Los connacionales pedían profundizar las políticas de barreras arancelarias y de sustitución de las importaciones. Las trasnacionales se esforzaban para que las autoridades reconocieran la propiedad intelectual de las patentes. De 1940 hasta finales de 1980, la lucha en el aspecto de políticas públicas registró las siguientes disposiciones legales las cuales produjeron ciertos efectos.

La crisis de 1982, forzó un cambio drástico en la política gubernamental hacia el sector farmoquímico y farmacéutico. En un ambiente de incertidumbre generalizada y de constantes devaluaciones, acompañadas por altos índices de inflación, las materias primas del sector aumentaron súbitamente con el consecuente desabasto de medicamentos.

La respuesta del gobierno se dio a conocer en el Decreto de Fomento y Regulación de la Industria Farmacéutica de 1984<sup>11</sup>. Esta legislación buscó favorecer la autosuficiencia de productos, facilitó la creación de empresas con alto nivel de integración nacional, concedió financiamiento con tasas de interés preferencial a las empresas de capital mayoritario mexicano, con un alto grado de integración nacional y con ventas al Sector Salud.

Si durante las cinco décadas anteriores la sustitución de importaciones y el resguardo del mercado nacional habían sido los pilares de la estrategia de desarrollo, desde mediados de los ochenta, el gobierno cambió los criterios estratégicos: el punto central del desarrollo fue la estabilidad macroeconómica basada en las exportaciones del sector manufacturero.

Esto trajo consigo la desregulación generalizada, incluyendo la privatización de empresas paraestatales y lo más decisivo para los sectores productivos incluyendo al farmacéutico, fue la implantación de políticas industriales horizontales, es decir, el gobierno pasó de tratar a cada sector considerando su contexto y sus necesidades, a considerar a todos los sectores por igual.

---

<sup>11</sup> SECOFI, 1984

Los cambios más trascendentales en el sector farmacéutico fueron la paulatina liberación de los precios principalmente de los medicamentos. Todo comenzó con los medicamentos de consumo popular, siguiendo con su totalidad de la industria farmacéutica. Así autorizaron aumentos con tasas fijas mensuales, hasta llegar cerca del precio del producto "líder" según las consideraciones de los fabricantes.

De igual manera, los cambios en los concursos de licitación de medicamentos del gobierno también afectaron a la industria farmacéutica, principalmente a las empresas de capital mexicano, especializadas en su mayoría en el sector público.

Las compras de las instituciones federales se descentralizaron; los productos farmacéuticos se adquirieron por institución y por entidad federativa. Los tres aspectos que han causado un impacto profundo en las actividades de las industrias farmoquímica y farmacéutica han sido los cambios en la Ley de la Propiedad Industrial, en la Ley General de Salud y la liberación comercial de la investigación extranjera.

Los cambios manifestados en esas leyes y reglamentos, provocaron conflictos entre las empresas del sector. Los líderes en la fabricación de genéricos, en su mayoría transnacionales, mostraron inconformidad al aceptar el intercambio de medicamentos con el argumento de que no podían reproducir.

Por otra parte, ante la creciente apertura comercial para importar insumos o farmoquímicos y la generalizada desregularización del sector, los laboratorios nacionales tampoco podían estar seguros de aumentar sus posibilidades para integrarse más en el sector.

En la ley de Inversión Extranjera, la industria farmacéutica perdió su carácter de prioritaria y estratégica. Esta ley eliminó los antiguos topes de inversión extranjera directa, así como los requisitos relacionados con pisos de valor agregado, exportaciones y grado de sustitución de importaciones.

En la industria farmacéutica no existe ningún tipo de restricciones desde 1993, y está en condiciones de participar en cualquier proporción en el capital social de las empresas mexicanas.

Para 1993, se produjeron una gran cantidad de fusiones, se hicieron negociaciones en torno a nuevas disposiciones y muchas empresas desaparecieron, el cierre más significativo fue el de las empresas de la industria farmoquímica. De 94 empresas dedicadas a la fabricación de farmoquímicos, con 700 millones de dólares en 1987<sup>12</sup>, el 95% suspendió sus actividades al no competir con empresas extranjeras que colocaron sus productos en el contexto de la apertura de las importaciones.

---

<sup>12</sup> CANACINTRA. 1993

## CAPITULO IV

### ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA A NIVEL MUNDIAL

En la antigüedad los sabios filósofos pretendían abarcar todo el conocimiento humano. El filósofo griego proponía doctrinas ambiciosas, lógicas, satisfactorias para el espíritu, sin embargo carente de todo valor científico pues no se basaban en ningún apoyo experimental. La química siendo una ciencia aplicada fue estudiada por algunos filósofos. Tales y la escuela Jónica (VII-VI a.C), se inició en la ciencia con los sacerdotes de Menfis y Tebas. Era un hombre reflexivo, se hacía las siguientes preguntas fundamentales:

*¿Por qué y cómo se ha producido todo lo que existe?, ¿Cuáles son los orígenes y la finalidad de la materia?*<sup>13</sup>

Llegando a la conclusión de que el agua era el principio de todo, resumiéndose su pensamiento en: *"nada viene de la nada, todo viene del agua, y se convierte en agua"*<sup>14</sup> Anaximandro (611-545 a.C.) continuó enseñando las doctrinas de la escuela jónica, aunque consideró como principio universal a algo indefinido, *un principio etéreo* que penetraba la materia. Más tarde Anaxímenes (aprox. 557 a.C) consideró el aire como el principio de todo: *"todo viene del aire y todo retorna a él"*. La condensación y la evaporación, el frío y el calor, determinaban todas las modificaciones de la materia.

---

<sup>13</sup> Wojtkowiak, Bruno. Historia de la Química de la antigüedad a 1950.Ed.Cribia 1950

<sup>14</sup> Wojtkowiak, Bruno. Historia de la Química de la antigüedad a 1950.Ed.Cribia 1950

En el siglo VI a.C Pitágoras y su escuela concluyeron que el principio de todo era el orden o la armonía. Su influencia fue grande en los neoplatónicos y en los futuros alquimistas. Es con la doctrina de Pitágoras de los números con la que se relacionaban las teorías de los elementos. A cada elemento correspondía un sólido geométrico. La tierra era el cubo, el fuego un tetraedro, el aire un octaedro, el agua el icosaedro, y el éter el dodecaedro.

En este sistema, las moléculas serían elementos infinitamente pequeños. Heráclito de Efeso (540-580 a.C) consideraba al fuego como principio ígneo, principio de todo; para él, el fuego era la fuerza primordial a la que obedecían todos los fenómenos y todos los cambios sufridos por los cuerpos. Según Heráclito *"vivimos al aspirar la esencia divina en la respiración"*<sup>15</sup>. Se cree que aquí se revela con dos mil años de avance el descubrimiento intuitivo del oxígeno.

Empédocles (490-430 a.C) fue el precursor de la teoría de los cuatro elementos: el fuego, el aire, el agua y la tierra. Estos elementos están compuestos por una multitud de partículas muy pequeñas, indivisibles. Leucipio (495 a.C) contemporáneo de Empédocles, es el autor del "atomismo" continuado y perfeccionado por su discípulo Demócrito. Su filosofía está próxima a la de los eleáticos y a la de Empédocles. Considera que los elementos, agua, aire y fuego no son más que compuestos que se pueden dividir dando partículas indivisibles (átomos en griego). Los átomos están sometidos a movimientos interiores que son los que dan lugar a las formaciones o descomposiciones.

---

<sup>15</sup> Wojtkowiak, Bruno. Historia de la Química de la antigüedad a 1950. Ed. Cribia 1950.

Demócrito (460-390 a.C) fue uno de los grandes pensadores de la antigüedad. A partir del principio "*nada se hace de la nada*" admite la existencia de los átomos. Supone que todos los átomos, de tamaño diferente están entre ellos en un estado pasivo o activo. Además estas partículas son impenetrables. Platón (429-349 a.C) rechazó el atomismo y lo reemplazó por la teoría de las ideas: el *Timeo*, que decía que el mundo está compuesto por cuatro elementos.

Dios formó el mundo con el fuego, el agua, el aire y la tierra, creó cuatro órdenes de seres animados que corresponden a los cuatro elementos: el primero es el orden celeste de los dioses, formados por el fuego, el segundo comprende los animales alados que viven en el aire, el tercero es el de los animales que viven en el agua, y el cuarto el de los animales que viven en la tierra.

Platón propuso una clasificación de los compuestos orgánicos pertenecientes al mundo vegetal, los jugos pueden dividirse en cuatro principales. La primera al que pertenece el vino, contiene el fuego, en la segunda se encuentra a la resina, el pez (resina de pino y abeto), los aceites y las grasas; la tercera es la que produce la sensación de dulzor y a la que se llama miel, y por fin la cuarta que comprende los jugos lechosos como los de la higuera o de las dormideras.

Si Aristóteles no fue el inventor de la destilación (descubrimiento que se atribuye a los árabes, no estuvo muy lejos de ello, como lo muestra uno de los párrafos de *Las meteorológicas*: "El agua del mar se vuelve potable por evaporación. El vino y otros líquidos pueden someterse al mismo tratamiento y por re-enfriamiento se vuelven otra vez en líquidos" <sup>16</sup>.

Explicó la formación por el rocío mediante la condensación de vapor de agua suspendido en el aire; la nieve no era más que agua congelada por un frío mayor al necesario para la condensación del vapor de agua. Teofrasto (372-287 a.C) fue el más brillante de los discípulos de Aristóteles. En su tratado señaló que el carbón fósil desempeña el mismo papel que el carbón de leña para los fundidores y herreros. Se constata que el carbón fósil utilizado en metalurgia se remonta a la antigüedad.

Escribía que las piedras preciosas se pulían con hierro y que fundiendo cobre con las sustancias que daban lugar a vidrio ordinario, se obtenía un vidrio coloreado. Dio detalles de la preparación del minio (óxido de plomo rojo que dispersado en un aceite protege el hierro de la herrumbre), del albayalde (carbonato básico de plomo, blanco utilizado en pintura; su uso se prohibió desde 1915), y cardenillo (carbonato básico de cobre que se forma sobre los objetos de cobre o de bronce expuestos al aire húmedo).

---

<sup>16</sup> Wojtkowiak, Bruno. Historia de la Química de la antigüedad a 1950. Ed. Cribia 1950



La transición entre la antigüedad y la edad media (del siglo II al VI d.C) tiene lugar principalmente a través de la Escuela de Alejandría. Los Ptolomos que gobernaron en Egipto desde el siglo III a.C consideraron buena política reunir en un centro todo lo que el mundo griego tenía de sabios y letrados. Zenodote, primer bibliotecario de la escuela reunió las obras más ilustres como: *Elementos*, *Datos* y *las Cónicas*<sup>17</sup> de Euclides. Herófilo fue fundador de una escuela médica; Aristarco de Samos físico, Erasítrates fisiólogo, anatomista y patólogo. Arquímedes técnico-científico, Ctesibios fundador de la escuela de los mecanicistas, inventor de los órganos hidráulicos; Herón matemático y constructor de autómatas.

En el siglo IX, Fotius comenta que Zósimo escribió veintiocho libros sobre química, pudiéndose ver además que la destilación es una operación conocida desde hace mucho tiempo. Existe igualmente un estudio sobre la composición de las aguas y sobre sus vertidos. En la obra griega de la época bizantina (siglo X) existen interesantes informaciones históricas, Dioclesiano (245-313 a.C) emperador entre 248 y 305 a.C quiso castigar a los egipcios que fabricaban su pseudooro, con un compuesto apropiado que convertía a un bello color dorado a los metales comunes, como el plomo.

Dándose cuenta de la influencia que tales prácticas ejercían sobre la moneda, publicó un edicto en el 290 a.C según el cual todas las obras de alquimia debían ser quemadas. Los documentos no fueron destruidos y fueron descubiertos en Tebas y se encuentran hoy en el museo de Leiden, Holanda.

---

<sup>17</sup>Wojtkowiak, Bruno. Historia de la Química de la antigüedad a 1950. Ed.Cribia 1950

Durante la alta Edad Media (siglo VI al VII), los conocimientos alquímicos no evolucionaron por falta de personalidades notables; se aplicaban las ciencias y las artes legadas de la antigüedad. Los árabes asimilaron a la alquimia hacia mediados del siglo VII y posteriormente la introdujeron en España y en Italia. En el occidente cristiano sólo se desarrolló entre los siglos XII y XVI. Para los alquimistas su principal objeto era descubrir la piedra filosofal, la cual les permitiría fabricar oro a partir de los metales comunes.

Para algunos, esta famosa piedra era el cinabrio (sulfuro natural de mercurio de un bello color rojo bermellón), o el azufre que para otros se encontraba en la cadmia (blenda, sulfuro de zinc; el zinc no era conocido, pero sí su aleación con el cobre llamado latón) que amarilleaba el cobre o en el arsénico que lo volvía blanco <sup>18</sup> Para todos los elementos existía una sustancia que transmutaba los metales en oro los que les haría ricos.

Los árabes se ocuparon más de la medicina y de la farmacia (de la que fueron creadores). Estaban muy interesados en preparar remedios. Hacia finales del siglo VIII, se instaló la primera farmacia pública en Bagdad y en Europa fue creada hasta el siglo XI, en Salerno. Entre los árabes célebres, se encontraban: Rhazes (860-940) que describió un procedimiento de deshidratación del alcohol o "espíritu del vino" que lo obtuvo por primera vez, al destilar el vino.

---

<sup>18</sup> Wojtkowiak, Bruno. Historia de la Química de la antigüedad a 1950. Ed. Cribia 1950

Avicena (Ibn Sina) (980-1036) era filósofo, astrónomo, matemático, alquimista y sobre todo médico. En su tratado de las Piedras se puede leer un interesante capítulo sobre el origen de las montañas y otro sobre la clasificación de los minerales.

Los alquimistas Chinos se interesaron, al igual que los árabes, por la transmutación de los metales en oro. Chang'Po-tuan escribió hacia el año 1000 una obra "Wu chen p'ien" donde se desarrolló la evolución de las doctrinas alquimistas en China durante la Edad Media.

En el siglo XII, la alquimia se desarrolló en Francia, en Alemania y en Inglaterra pasando por España e Italia. La obra del monje Teófilo (siglo X) "Schedula diversarium artium", una de las obras más valiosas de la Edad Media, pasó por ser el escrito más antiguo del Occidente cristiano que contenía una receta alquímica. Fue el texto con el cual los monjes eruditos transmitieron los conocimientos de la antigüedad hacia el siglo XII.

La edad de Oro de la alquimia occidental se sitúa entre los siglos XIII y XIV siendo los más importantes: Alberto Magno (1193-1280) quien fue el alquimista más influyente de Alemania. Fue el primero en introducir teorías de afinidad electrónica. Exaltó las ventajas de método de separación como la sublimación y la destilación, describió la técnica del baño maría. Partiendo de la teoría de la transmutación, consideró a la naturaleza como a la única alquimista, pues cualquier muestra de oro o de plata que estudió no soportó la prueba del fuego.

Roger Bacon (1120-1292), alquimista inglés demostró que el empleo de vidrios pulido o de minerales como el cuarzo permitía la observación de los objetos aumentados ópticamente. En química dijo que "el aire era el alimento del fuego", dando así el primer paso hacia la explicación del fenómeno de la combustión. Clasificó las diferentes técnicas alquímicas de la época: La solidificación, la resolución (disolución), el reblandecimiento, la purificación, la proporción, la separación, la destilación, la calcinación y la fijación.

Con la invención de la imprenta (1450), el descubrimiento de América (1492), los inicios del Renacimiento y de la Reforma las ciencias sufrieron una gran renovación. El siglo XVI es el periodo donde se opera la transición entre la alquimia y la química.

Paracelso (1493-1541) alquimista, médico suizo, utilizó muchos compuestos químicos como medicamentos, como las sales de los metales pesados (las sales de mercurio, por ejemplo, se mostraron eficaces para el tratamientos de la sífilis) que se conocían como venenos. El "espíritu del vino" como él llamaba al alcohol era hecho de una mezcla de alcohol y ácido sulfúrico conocido con el nombre de "Elixir ácido de Haller" y que fue un medicamento muy empleado en la época. Es el creador de la iatroquímica, teoría según la cual todos los fenómenos fisiológicos y patológicos se deben a reacciones químicas, de la química farmacéutica suave así como de la toxicología.

En esta época se desarrollaron las técnicas de la minería, de la fundición de la metalurgia de la construcción, de la pirotecnia, de la destilación, así como la invención del cañón y de la pólvora. Fue en Italia donde se imprimió el primer tratado de tecnología química cuyo autor fue Vannocio Bringuccio (1480-1538). Bernardo Palissy (1499-1589) es un precursor de la química técnica contribuyó al desarrollo de la cerámica con una técnica de esmaltado de la arcilla y con la obtención de esmaltes de plomo y de estaño. Puso a punto la fabricación de porcelana.

Para 1700 se crearon las Academias de Ciencias entre ellas la academia de Berlín y en 1724 la de San Petersburgo. La enseñanza de la química se hizo oficial para Francia a partir de 1648. Los dos sabios que dominaron la química en esa época fueron Van Helmont y Boyle. Para 1750 la industria química se desarrollaba rápidamente; una de las causas de este progreso fue la fabricación del gas del alumbrado.

Philippe Lebon (1769-1804) el primero que concibió la producción de un gas combustible por destilación de materia de la hulla. Doce años después el alemán Winzler fundó en Londres la primera compañía de gas.

A partir de los alquitranes de hulla, Gallen aisló naftaleno en 1820. Runge obtuvo varios productos de importancia: pirrol, quinoleína fenol y un producto sólido que denominó cianol. Perkin fabricó industrialmente el púrpura de anilina, que sirvió para colorear la seda, lana y para estampar los tejidos, teniendo propiedades cada vez más resistentes y más rentables.

Existieron dos periodos el primero hasta 1869, que corresponde a los trabajos empíricos que se referían a la búsqueda de nuevos colorantes por tanteo. Los productos de partida eran esencialmente el benceno, el tolueno y principalmente la anilina que era fabricada en Francia y Gran Bretaña. En el segundo periodo desde 1864 hasta el año 1890, se mejoraron los procesos de fabricación y la variedad de materias primas. La industria de los productos semi-acabados suministraban derivados clorados, nitrados, dinitrados y aminados del benceno y tolueno, a los que se les añadían los ácidos bencensulfónicos, la anilina, la nitroanilina, el fenol, el naftaleno, el ácido ftálico y el difenilo.

Este desarrollo prodigioso de los compuestos se debió a la íntima colaboración entre los laboratorios y la industria. Las investigaciones se hacían de forma empírica aunque fuera una metodología bien establecida, lo que dio lugar a un número impresionante de solicitudes de patentes a partir de los tratados de pioneros como Baeyer, Béchamp, Buchner, entre otros.

Frente a la competencia de los productos de síntesis, desaparecieron algunos cultivos de plantas prósperas en otros tiempos. Se estableció una lucha muy dura entre los distintos países fabricantes de los colorantes sintéticos que acabaron con el desplazamiento del centro de grandes industrias hacia Alemania y Suiza.

Así en 1896, después del descubrimiento del primer colorante sintético la producción alemana representaba un valor de alrededor de 90 millones de francos suizos<sup>19</sup>. Las consecuencias del desarrollo de la industria de los colorantes son múltiples y muy importantes por ejemplo, se revolucionaron técnicas industriales en la fabricación de productos base y semiacabados.

Hacia 1870, no se fabricaban por vía sintética más que una docena de productos farmacéuticos. Esta industria conocida a partir de esta época tuvo un avance sin precedentes, cuando firmas como la Badische Aniline und. Sod Fabrik (BASF), Kalle y la firma Meiter Lucius, Brüning en Höchst (MLB) comenzaron la fabricación en gran escala de nuevos productos que disponían para ello de diversos productos semiacabados, métodos de síntesis, procesos industriales, investigadores e ingenieros muy calificados, de un equipo considerable y sobre todo de una excelente organización de investigación y desarrollo que tenía por misión la revalorización de los productos obtenidos en la síntesis de los colorantes.

El ácido salicílico preparado por J. Kolbe en 1859, Stricker lo reconoció en 1876 como antirreumático. Su derivado acetilado, o aspirina, fue propuesto por J. Dreser en 1889 como antipirético de acción analgésica. Desde 1866, se utilizó la acetanilida ( $C_6H_5NHCOCH_3$ ) con el nombre de antifebrina, la antipirina (fenil-dimetil-pirazolona) sintetizada por L. Knorr fue utilizada ampliamente en terapéutica. A partir de la acetona y del mercaptano, E. Baumann preparó hipnóticos como el sulfanol, el tiazol (obtenido al reemplazar la cetona por la metilacetona) y el tetronal (a partir de la dietilcetona).

---

<sup>19</sup> Wojtkowiak, Bruno. Historia de la Química de la antigüedad a 1950. Ed. Cribia 1950

En la misma época, se aisló la cocaína a partir de las hojas de la coca (y de otras sustancias de la misma familia) y se comenzó la fabricación de nuevos productos de gran valor agregado, como la fencetina antipirético, prácticamente no tóxico, el salol, salicilato de fenilo descubierto por Nencki; antiséptico intestinal y genitourinario, formando parte de pomadas antisépticas y antisolares

En los años setenta, Perkin obtuvo el ácido cinámico al calentar al aldehído benzoico con acetato de sodio en presencia de anhídrido acético. Los ésteres metílico y etílico, de olor agradable, se utilizaron en la perfumería. A partir de la segunda mitad del siglo XIX se desarrollaban diversos sectores industriales. Las grandes ciudades Suizas otorgaron concesiones para la instalación de fábricas químicas desde 1854, pero los inspectores sanitarios controlaron severamente la contaminación del aire y del agua. En gran Bretaña, el país más industrializado de la época el Parlamento promulgó dos leyes en las cuáles obligaba a las fábricas de sosa a recuperar el ácido clorhídrico gaseoso y prohibía todo vertido de contaminantes a los ríos.

La de 1892 extendía estas disposiciones a todas las industrias químicas. En el plano internacional, se planteó una segurísima competencia entre las naciones industrializadas emitiendo cada una de ellas disposiciones aduaneras particulares para proteger su mercado interno.



La legislación sobre las patentes jugó un papel importante en la evolución de la industria química orgánica. Se abrieron rápidamente oficinas nacionales de patentes en 1624 en Inglaterra, en 1790 en Estados Unidos de América y en 1791 en Francia; después siguieron en Prusia en 1815, Baviera en 1825, Wutemberg en 1836 y muchos países de América Latina entre 1830 y 1845. En la segunda mitad del siglo XIX, fueron Bélgica, Italia, Canadá, Alemania, Rusia y Austria.

Al principio estos organismos jugaron un papel secundario pero con la mecanización de la industria y el crecimiento de la producción y el desarrollo de comercio, su importancia creció progresivamente. En 1877 se dictó una legislación unificada para toda Alemania que fue modificada en 1891, presionados por la sociedad química alemana, se retiró de la protección por patentes los productos químicos, farmacéuticos y alimenticios. Por el contrario se patentaron los métodos de fabricación que tenían algo novedoso u original.

Las disposiciones de la legislación de Francia, Italia, España y Bélgica fueron muy diferentes, el principio básico se apoyaba en la propiedad industrial garantizando al inventor la protección de su producto patentado, con carácter de monopolio, durante quince años sin tener en cuenta el método de fabricación. Esto fue un error fundamental, pues un producto una vez protegido ya no interesaba a los investigadores que hubieran podido en algunos casos mejorar los procedimientos de fabricación.

Este fue una de las principales causas del declive de la industria farmacéutica. En 1833, solamente algunos países firmaron la convención internacional sobre patentes.

En Alemania ningún especialista en los problemas industriales de los años 1850 habría podido prever el avance de la industria alemana. En esta mitad del siglo XIX se beneficiaba con cierto número de circunstancias favorables: estabilidad política, posición geográfica, recursos financieros internos, creatividad nacional entre otras. Supo sacar provecho de las inversiones que se habían hecho algunos años atrás en el desarrollo de la investigación y de las escuelas profesionales despliegue de industrias en sectores como el metalúrgico, la construcción de máquinas, el textil, la química y el desarrollo de las vías de comunicación.

Un ejemplo de este éxito es el desarrollo de las empresas BASF. En 1861 la "Dyckerhoff, Clemmu. Co" pequeña empresa química, se instaló en los alrededores de Mannheim, en el Bade-Würtemberg. Cuatro años más tarde, el municipio le obligó a abandonar esta ciudad y se instaló en Ludwigshafen, pequeña ciudad del Palatinado. Manteniendo el calificativo "badische" cambió el nombre denominándose "Badische Anilin und Soda Fabrik" (BASF).

Desde el comienzo, contó con la colaboración de eminentes químicos como Caro, Graebe y Liebermann que lograron, entre otros la síntesis de la alizarina. En 1871, la BASF fabricó 15 toneladas de alizarina sintética; treinta años más tarde la producción alcanzaba las 200 toneladas.

En 1871 tras más de diez años de existencia, la BASF contaba con 520 empleados y consumía 15 000 toneladas de carbón por año. En 1900, sus efectivos ascendían a 67 000 obreros, 5000 ingenieros, técnicos e investigadores y sus necesidades de carbón sobrepasaban las 300 000 toneladas <sup>20</sup> En vísperas de la primera guerra mundial, La BASF era uno de los complejos químico más importantes del mundo y la fábrica de Ludwigshafen, la más importante de Alemania producía diferentes productos.

Esta misma dinámica se encontraba en la sociedad competidora de la "Meister, Luciens u. Breining, Farbwerke"(M.L.B) creada en 1862 en Höchst, que en 1867 fabricaba treinta colorantes sintéticos y que algunos años más tarde distribuirían al mundo entero medicamentos tan conocidos como la antipirina y el piramidón. La tercera industria química era la firma Bayer, instalada en Eberfeld. En 1891 compró a "Leveskus" su fábrica de alizarina y su director Duisberg, construyó en este lugar un importante complejo químico.

---

<sup>20</sup> Wojtkowiak, Bruno. Historia de la Química de la antigüedad a 1950.Ed.Cribia 1950

El cuarto gran complejo creado en 1867, y llamado "Aktiengesellschaft für anilin fabrikation" (Agfa), construyó varias fábricas de Treptow, cerca de Berlín y en Wolfen; fabricaban, además de colorantes películas fotográficas de renombre internacional. Agfa tuvo el mérito de lanzar en el mercado el célebre verde de malaquita. También aparecieron otras empresas de menor importancia en Alemania en esta segunda mitad del siglo XIX Kalle u. Cola L. Casell u. Co., la Chemische Fabrik vormals Weiler-ter-Meer, la Chemische Fabrik Griesheim (química mineral y electroquímica) y Merck. Toda la industria química alemana disponía de una excelente organización comercial y de agentes diseminados por todo el mundo. El historiador inglés Knowles escribió:

*"Junto al desarrollo de las comunicaciones (principalmente el tren) y la electricidad, la industria química fue una de las palancas más importantes del progreso de Alemania del siglo XIX. Ella es la que fertilizará la tierra alemana y asegurará el bienestar de esta nación."* <sup>21</sup>

Suiza experimentó en la misma época a una escala menor un avance comparable. En la región de Basilea se implantaron complejos como los de Ciba, Geigy, Sandoz y Durand-Hunguenin, bajo la presión de la competencia alemana, estas firmas abandonaron progresivamente la producción de colorantes en grandes cantidades para especializarse en la fabricación de colorantes específicos de gran valor. En 1887, Suiza creó el consorcio Aluminium Industrie A. G. Shaffhansen en vista de la fabricación del aluminio por procedimientos electroquímicos.

---

<sup>21</sup> Wojtkowiak, Bruno. Historia de la Química de la antigüedad a 1950. Ed. Cribia 1950

Francia no tuvo un desarrollo comparable, su industria química se componía de fábricas pequeñas y medianas de regular importancia que con dificultades se enfrentarían a la competencia internacional especialmente en química inorgánica con Inglaterra y en química orgánica con Alemania y Suiza.

El tratado comercial firmado en 1860 que trabajó algunos derechos de aduanas de los productos químicos perjudicó enormemente a los pequeños fabricantes franceses. La dispersión de las materias primas de las fábricas del mercado de subproductos no era una situación favorable. A pesar de las dificultades, la industria química mineral mantenía una actividad significativa. La producción de ácido sulfúrico se triplicó entre 1880 y 1900, para alcanzar a fines del siglo XIX, 625 000 ton/año<sup>22</sup>. La producción de sosa aumentó en las mismas proporciones. Los productos más importantes eran Kuhlman y ST, Gobain; Kuhlman fabricaban todo los ácidos inorgánicos, sosa, abonos, agentes blanqueadores y sal de Gauderl.

La situación fue difícil en Francia, dos razones principales fueron: en primer lugar, una legislación aduanera inadaptada sobre la importación de materias primas por productos semiacabados y manufacturados, la competencia y expansionismo alemanes en la química de los colorantes y parcialmente en la de los productos farmacéuticos a los cuales no supo hacer frente. La situación se hizo más preocupante cuando comenzaron a instalarse filiales extranjeras: la BASF en Neuville sur Saône en 1878 y Höchst en 1881.

---

<sup>22</sup> Wojtkowiak, Bruno. Historia de la Química de la antigüedad a 1950. Ed. Cribia 1950

En Inglaterra entre 1850 y 1880, los productos químicos ingleses dominaron los mercados europeos y americanos, la exportación de álcalis pasó durante estos treinta años de 16 000 a 170 000 toneladas por año <sup>23</sup>. En la segunda mitad del siglo XIX surgió un nuevo complejo industrial en Tyneside, que se llamó el triángulo químico: St. Helen – Warrington-Widnes. En 1886 existían en este sector dieciséis fábricas que producían sosa.

La firma Brunner Mond and Co.Ltd adquirió en 1872 la licencia Solvay para fabricar sosa según el procedimiento del amoniaco; desde su iniciación en 1814, la producción aumentó de forma considerable de 2 300 toneladas en 1875 a 77 500 en 1885 y 240 000 en 1903 <sup>24</sup>.

En 1890 nació L'United Alkali Co. Ltd. (UAC), que se convirtió rápidamente en el complejo químico, más importante del mundo, con 45 industrias químicas y 3 paraquímicas. En comparación con la inorgánica, la industria química orgánica desarrolló muy poco, hubo un acuerdo entre Alemania e Inglaterra; esta última suministraba materias primas y productos semiacabados, procedentes del alquitrán de hulla a Alemania quien, a cambio enviaba productos acabados y especialmente los colorantes indispensables para la gran industria textil británica.

---

<sup>23</sup> Wojtkowiak, Bruno. Historia de la Química de la antigüedad a 1950.Ed.Cribia 1950

<sup>24</sup> Wojtkowiak, Bruno. Historia de la Química de la antigüedad a 1950.Ed.Cribia 1950

En Estados Unidos de América; el hecho más destacable de la segunda mitad del siglo XIX fue el descubrimiento de yacimientos petroleros en Pensilvania, que iban a determinar la orientación de la industria química norteamericana. En 1859 se construyó la primera refinería operativa. A partir de este momento, la industria petrolera fue desarrollándose progresivamente, exigiendo un aprovisionamiento de productos químicos variados y en especial de ácido sulfúrico.

A partir de 1880, bajo la influencia de la competencia inglesa, la situación evolucionó rápidamente; se vio nacer por todos lados una industria química inorgánica que producía sobre todo sosa y ácidos minerales. Entre las grandes firmas que se crean en la época, se pueden citar Solvay Process Corp., Michigan Alkali Co. y Mathieson Alkali Co.

Entre 1878 y 1888, los cuatro grandes consorcios alemanes, BASF, Höchst, Agfa y Bayer, crearon cada uno su filial rusa. Estas fábricas se ocupaban de la fase final de la fabricación, que era alemana en un 90%. En 1857 se instaló un importante complejo químico, L'Aussiger Verein en Checoslovaquia. Diez años más tarde, llegó a ser el complejo industrial más importante del antiguo imperio austriaco. Finalmente, en Bélgica, se desarrolló la industria química para producir sosa, ácido sulfúrico, abonos, vidrio y cerámicos. Las coquerías y las fábricas de gas suministraban la materia prima orgánica.

En 1846 la nitrocelulosa fue obtenida por C. F. Schönbein (1799-1868) habiendo obtenido nitrocelulosa con ácido nítrico. El derivado menos nitrado (dinitrado), soluble en alcohol-éter, originaba el colodión que, mezclado con alcanfor, se transforma en celuloide que fue la primera sustancia plástica descubierta por W. Hyatt en 1870. El mismo fundó la Celluloïd Manufacturing Co., que producía este compuesto industrialmente, tenía la desventaja de ser extremadamente inflamable, lo que hizo que se reemplazase por otros productos en el siglo XX.

El derivado fuertemente nitrado (trinitrato) es insoluble en la mezcla alcohol-éter y sirvió para preparar el algodón, que se utilizó a su vez para fabricar las fibras artificiales. En 1847, el italiano Ascanio Sobrero preparó el éter nítrico del glicerol (glicerina) al que denominó nitroglicerina.

Alfred Nobel (1833-1869), obtuvo en 1866 la dinamita, explosivo insensible al choque y sacudidas. Al disolver la nitrocelulosa en nitroglicerina, preparó en 1875 una goma-dinamita, base de la pólvora sin humo, que reemplazó a la vieja pólvora negra utilizada en las armas hasta 1888. El ácido pícrico (trinitrofenol) utilizado como explosivo fue reemplazado en 1891 como propuesta de Haeussermann por el trinitrotolueno (TNT.)

Chardonnet (1839-1924) al estudiar las propiedades explosivas de la nitrocelulosa, obtuvo en 1885 por primera vez una fibra sintética que llamo seda artificial. El descubrimiento del celuloide, la seda artificial (rayón viscosa), la pólvora sin humo, los plásticos, los barnices celulósicos, el papel a partir de la madera, aumentó las enormes necesidades de celulosa.



A mediados del siglo XIX, la técnica fotográfica experimentó un rápido desarrollo. Se logró hacer tomas de vistas instantáneas y se inventó la película fotográfica. H.H.Wogel, al impregnar con material colorante las placas de gelatina y de bromuro de plata, inició la fotografía en color. En 1886, George Eastman sustituyó las pesadas y frágiles placas de vidrio por los rollos de películas de celuloide. En base a esta idea, lanzó en 1888 el aparato Kodak.

La fabricación del vidrio experimentó igualmente una mejora sin precedentes gracias a una investigación sistemática; según la composición se obtenía vidrios con propiedades bien definidas (resistencia, dureza, cualidades ópticas) llamado cristal de Bohemia. Ludwing Knapp (1814-1904) revolucionó la industria del cemento. Las técnicas de fabricación del hierro, de la fundición y de los aceros dieron lugar en este periodo a una verdadera evolución industrial.

La fabricación del acero la inició el inglés Henry Bessemer (1813-1898), quien tuvo la idea de soplar una corriente de aire a través de la masa de fundición. Este procedimiento simple es mucho más rápido y ventajoso que el practicado anteriormente por cementación del hierro (calentamiento en presencia de carbono)

En 1878-1880, Thomas (1850-1885) y Gilchrist lograron preparar acero de buena calidad a partir de minerales fosforados empleando un revestimiento que aseguraba la eliminación del fósforo de la fundición. Se realizaron grandes progresos en la obtención de otros metales.

Se perfeccionaron las aleaciones ya existentes y se fabricaron otras (por ejemplo, el metal blanco o plata alemana para confeccionar diversos utensilios y monedas. Los carbonilos metálicos permitieron la preparación de metales en forma muy dividida y activa, utilizados en catálisis).

La utilización de la corriente eléctrica en la industria química permitió el desarrollo de técnicas de altas temperaturas. Henri Moissan (1852-1907) introdujo el horno de arco eléctrico en el laboratorio en 1892 (podía alcanzar 3500° C) y preparó también diversos carburos, nitruros y boruros metálicos. Sus trabajos tuvieron una gran importancia, pues permitieron preparar carburos de calcio (desarrollados por Wöhler a escala industrial).

Como consecuencia de la primera guerra mundial la fabricación de pólvora y explosivos aumentó de forma considerable. El bloqueo de los países continentales golpeó frontalmente a Alemania; aunque tenía reservas de nitrato de Chile para varios meses, carecía de materias primas como petróleo, grasas, aceite, pirita, azufre, ácido sulfúrico, caucho, lana y metales.

Alemania experimentó un prodigioso desarrollo en el sector industrial del amoníaco, del ácido nítrico y de los nitratos. La firma Lindé construyó instalaciones gigantescas de preparación de nitrógeno cuyo rendimiento alcanzaba los 15 000 m<sup>3</sup> por hora, permitiendo entre 1913 y 1918 un aumento de la producción diaria de amoníaco de 30 a 1,000 toneladas<sup>25</sup>.

---

<sup>25</sup> Wojtkowiak, Bruno. Historia de la Química de la antigüedad a 1950. Ed. Cribia. 1950

La oxidación de amoníaco a ácido nítrico por el procedimiento de Ostwald permitió a Alemania cubrir sus necesidades de nitratos. La industria química alemana fabricó productos como cloro, bromo, derivados del bencilo, bromoacetona, fosgeno, ácido cloropícrico, derivados del cianógeno y carbazol, utilizados en la preparación de armas químicas y de los cuales los más utilizados eran gases sofocantes, tóxicos, lacrimógenos y vesicantes. Se fabricaron igualmente fumígenos, que se utilizaban para el camuflaje.

Al comienzo de la guerra, la industria química inglesa y especialmente la inorgánica, estaba en plena expansión y ocupaba la primera posición mundial. Destacaba en la fabricación de ácido sulfúrico, sosa caústica, superfosfatos, sulfato de amonio, fosfatos, cloruros, sódio metálico, bórax y agentes blanqueadores. En el campo de la química orgánica, la posición de Inglaterra era buena en la fabricación de materias primas como el benceno, el tolueno, el fenol, el antraceno y la anilina.

La primera guerra mundial tuvo una gran influencia en el desarrollo industrial de cuatro países: Rusia, Italia, Japón y Estados Unidos de América. En 1912 ya existían en Rusia y en la Polonia ocupada, alrededor de 550 fábricas químicas en las que trabajaban 78 000 obreros <sup>26</sup>.

---

<sup>26</sup> Wojtkowiak, Bruno. Historia de la Química de la antigüedad a 1950. Ed. Cribia. 1950.

Se fabricaba ácido sulfúrico por el procedimiento de las cámaras de plomo y óleum por el método de contacto, lo que era una novedad en Europa. Se producía ácido clorhídrico y nítrico, sosa, cloro, fertilizantes, alcohol, jabón, azúcar, cerillas, así como derivados de las destilaciones del petróleo, del carbón y de la madera. La industria química orgánica rusa era relativamente débil, y la que existía quedó privada súbitamente con la guerra de los productos intermedios que le suministraba Alemania.

Debido a la falta de medicamentos de colorantes y de material de laboratorio las autoridades encargaron a un departamento especial la planificación de las necesidades de los productos químicos para sostener el esfuerzo de la guerra. Con la influencia de los círculos científicos, se desarrolló igualmente la fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos sintéticos. Desde 1946, se encontraban en el mercado productos como el ácido salicílico y numerosos derivados.

Por todas partes se veían los grandes avances tecnológicos; en las coquerías, las refinerías de petróleo, las unidades de destilación de carbón y las fábricas de colorantes. Junto a la fábrica de colorantes de Petrogrado, instalada por el polaco S. Dronowski, se inauguró una nueva y gran empresa que reagrupaba a las antiguas fábricas alemanas, con el nombre de Ruskokraska. Los materiales explosivos se fabricaron al máximo de la capacidad de producción pero se desarrolló también la fabricación de compuestos como el cloroformo, la urotropina, el éter, el metanol, el ácido acético, el naftaleno, el yodo, el tiosulfato de sodio y los colorantes.

Las inversiones en la industria química fueron muy importantes en la región de Turín, especialmente en la industria farmacéutica que producía aspirina, fenacetina, antipirina, ácido salicílico, morfina, codeína, quinina y salvarsan, así como sales inorgánicas. Japón desarrolló intensamente su industria química, aprovechando al máximo la situación económica del extremo oriente, donde los países occidentales ocupados con la guerra que se desarrollaba principalmente en Europa. Una de las primeras industrias en establecerse fue la Nipon Seizo Kaushki Kaisha que trajo todo su equipo de Estados Unidos de América, estuvo en condiciones de producir la anilina y otros intermediarios químicos, así como colorantes. Le siguieron la Miike Coal Tar Works y la Nagoya Gas Co.

Todas estas disposiciones a favor de la industria química se aplicaron con una excelente organización, dando una gran importancia a la investigación científica. En marzo de 1917 se creó el instituto de investigaciones físicas y químicas de Tokio que disponía de un equipo de primera calidad. Este instituto contó bien con 18 departamentos y seis laboratorios. En 1925, el efecto de la formación de técnicos fue igualmente benéfico para la industria química formando nuevas industrias, la Nipón Chemical Ind. Co., la Nipón Acetic Acid Co. y la Electro Chemical Ind. Co, fabricaban farmacéuticos y compuestos tales como el ácido, el amoníaco y las sales derivadas, el bromo, el yodo, el sulfuro de carbono, la sosa, el éter, la glicerina, el mentol cristalizado, el ácido fosfórico y el sodio metálico.

A finales del siglo XIX y principios del XX, este país disponía de muchos minerales y materias primas para la industria química, de energía eléctrica barata y de instalaciones técnicas modernas así como vías de comunicaciones y el comercio eran relativamente recientes, además se beneficiaron de las últimas adquisiciones tecnológicas. Entre 1890 y 1905, la industria química experimentó un periodo de concentración y reorganización muy importante. Desaparecieron el 20% de las empresas. En el mismo periodo la producción de petróleo y sus derivados se multiplicó por tres, la de coque por cuatro y la de sosa cáustica, obtenida por vía electrolítica, por diez.

En 1911, la fusión de doce fábricas de productos químicos pesados dio origen a la creación de la General Chemical Co. La Tennessee Kopper et Chemical Corp. of New York construyó la mayor fábrica de obtención de ácido sulfúrico. Sociedades como la American Agricultural Chemical Co., la Virginia-Carolina Chemical Co., la Agricultural Investment Co., la International Agricultural Co., y otras incluían varias decenas de fábricas. Las del grupo Du Pont las cuáles fueron reestructuradas y asociadas a otras creando así el famoso trust E.I. Du Pont de Nemours and Co., que se especializó en la fabricación de explosivos y en la química mineral pesada.

A mediados del año 1916 treinta y siete fábricas producían productos intermedios orgánicos; a finales de este mismo año eran ya 48 las fábricas que producían estos compuestos y algunas decenas de colorantes.

A comienzos de 1917, la empresa Dow Chemical Co., en Michigan comenzó la producción por síntesis de índigo. La empresa Du Pont decidió construir en 1916 una enorme fábrica para producir compuestos orgánicos sintéticos, cuyo costo se aproximó a los 60 millones de dólares. En 1917 se constituyó el gran consorcio Allied Chemical and Dye Corporation que agrupó a las antiguas y nuevas fábricas de colorantes a las que se incorporaron unidades de tratamientos de los alquitranes de hulla así como fábricas de compuestos orgánicos.

América se convirtió en un importante exportador de colorantes sintéticos entre los años 1919 y 1920, exportaciones cuyo monto se elevó a 11 millones de dólares. Lo mismo ocurrió con las fibras artificiales. Hasta 1914 la química orgánica estaba implantada en algunas regiones de Europa occidental y en ciertas zonas de Estados Unidos de América, siendo Alemania y Suiza las principales. Los consorcios alemanes abastecían al mundo entero de colorantes, productos farmacéuticos y fotográficos.

Aparte de la reorganización geográfica de la industria química, se produjeron también en la naturaleza de los productos fabricados. Por ejemplo, la producción de compuestos nitrados aumentó un 60% entre 1913 y 1925. En 1913 los compuestos nitrados eran en un 56% nitrato de Chile, un 37% sulfato de amonio y un 7% productos de síntesis. Después de la guerra estas cifras se invirtieron; el nitrato de Chile representaba sólo el 29%, el sulfato de amonio el 21% y los compuestos sintéticos alcanzaron el 50%<sup>27</sup>.

---

<sup>27</sup> Wojtkowiak, Bruno. Historia de la Química de la antigüedad a 1950. Ed. Cribia 1950.

El comercio mundial de colorantes disminuyó a la mitad después de la guerra; el monopolio de los alemanes fue abolido y los nuevos proveedores mundiales fueron los Estados Unidos de América, Gran Bretaña, Francia, Japón e Italia. La tendencia a reagruparse comenzó en Alemania en 1906, la pequeña sociedad agrupaba a AGFA, BASF y Bayer. En 1908 se constituyó un segundo bloque con MLB, Casell y Kalle. Durante la guerra, estos dos grupos se fusionaron englobando de paso a otras pequeñas fábricas constituyendo así el primer trust llamado I.G. der Farben -Industrie. A partir de 1925, la I. G. Farben fabricaba el 100% de los colorantes alemanes, el 85% de los compuestos nitrogenados y el 90% del ácido sulfúrico <sup>28</sup>.

En 1926 apareció en Inglaterra la Imperial Chemical Industries Ltd(I.C.I), que reagrupaba a la Brunner-Mond, la United Alkali, la Nobelès Explosives Co. y la British Dyestuffs. La (I.C.I), producían la mitad de los compuestos nitrogenados y casi la mitad de los colorantes dominando además la industria química pesada. El medio siglo que va de 1875 a1925 fue la época de una gran revolución en la industria química. En 1900, la producción anual de petróleo bruto era de 20 millones de toneladas, en 1920 eran 100 millones y en 1940 sobrepasaron los 300 millones de toneladas <sup>29</sup>.El desarrollo de la industria del automóvil y aeronáutica exigía cada día mayor calidad de carburantes, lo que hizo necesario poner a punto procedimientos de "craqueo" que rompían la moléculas de los aceites pesados y las transformaban en hidrocarburos líquidos más ligeros.

---

<sup>28</sup> Wojtkowiak, Bruno. Historia de la Química de la antigüedad a 1950.Ed.Cribia 1950.

<sup>29</sup> Wojtkowiak, Bruno. Historia de la Química de la antigüedad a 1950.Ed.Cribia 1950



En 1957, el mundo contaba con 740 refinerías de petróleo con una capacidad total de refinación del orden de los 1 000 millones de toneladas por año. Toda esta industria producía esencialmente carburantes y los múltiples productos necesarios en petroquímica. La segunda materia prima importante era el gas natural que iba a revolucionar los métodos de síntesis de muchos productos químicos a principios de siglo. Fue en los años treinta cuando se tomó conciencia de que el gas natural y algunas de sus impurezas como el azufre tenían interés industrial y económico.

El petróleo y el gas natural son de vital importancia para la industria química ya que producen la mayoría de las materias primas, como el hidrógeno, el éter etílico, el alcohol, la acetona, y los hidrocarburos aromáticos. El tercer sector más importante concierne a la gran producción de gas de alto grado de pureza. El hidrógeno es utilizado en las síntesis orgánicas y minerales, en las hidrogenaciones de los combustibles sólidos y líquidos, en las reducciones catalíticas y para la obtención de altas temperaturas. El oxígeno también se utiliza a gran escala en la industria química desde los años treinta su consumo aumentó en las acereras metalúrgicas y en la gasificación de combustibles sólidos.

El amoníaco es un gas clave en la fabricación de los abonos nitrogenados, del ácido nítrico y de los nitratos y es muy utilizado en la industria de los explosivos, los materiales plásticos, los colorantes y los productos farmacéuticos.

A partir de 1904 se utilizó el cloro como desinfectante del agua potable. Así las necesidades se incrementaron a 370 000 Toneladas/año <sup>30</sup>. Lo que caracterizó a la industria química de esta época fue la gran diversidad y la competencia entre los métodos de fabricación que experimentaron cambios con relativa frecuencia. Al mismo tiempo la industria química experimentó una verdadera revolución al pasar progresivamente del periodo de la mecánica al de la automatización. Entre 1920 y 1940 se estudiaron las condiciones operación y tecnologías para obtener industrialmente diversos compuestos.

En Europa occidental la producción petroquímica se multiplicó por cien entre 1946 y 1956. Estos sectores clave de la química orgánica industrial mediante su tecnología química han dado la posibilidad de resolver numerosos problemas económicos.

Como consecuencia de la segunda guerra mundial Alemania se aísla de las fuentes mundiales de petróleo, mientras que los aliados experimentaron una escasez de compuestos aromáticos. En los Estados Unidos de América se pusieron en marcha en un tiempo extraordinario varias decenas de unidades de fabricación de caucho sintético que producían alrededor de 900 000 toneladas al final de la guerra.

---

<sup>30</sup> Wojtkowiak, Bruno. Historia de la Química de la antigüedad a 1950. Ed. Cribia 1950.

Algunos sectores entraron en una etapa de recesión aunque la química continuó progresando en el campo de los polímeros, las fibras sintéticas y los cauchos sintéticos. Se desarrolló la fabricación de copolímeros con gran resistencia química, no conductores de electricidad, ligeros, durables, elásticos y resistentes. La industria de la seda artificial y de las fibras de celulosa comenzó a finales del último siglo. Entre 1918 y 1930 la producción de seda artificial creció alcanzando las 200 000 toneladas. El nylon, el poliéster y la fibra policarbonitrilica fueron fibras sintéticas que se caracterizaron por su resistencia al desgaste y por un hermoso brillo. Los cauchos sintéticos formaron parte de la nueva química. Entre 1939 y 1959 la producción de caucho natural se multiplicó por dos alcanzando dos millones de toneladas al año.

La producción de detergente sintético cualitativamente, durante la guerra esta rama apenas se desarrolló; la producción no alcanzaba las 15 000 toneladas al año. Veinte años después, llegaba a las 2.5 millones de toneladas, incluyéndose así entre los productos más importantes de la industria química <sup>31</sup>.

La producción de fertilizantes, de ácidos, de sosa, de agente blanqueadores, de gases técnicos, de vidrio de cementos, de cerámicas de metales y tierras de catalizadores creció regularmente y se mejoró en forma continua.

---

<sup>31</sup> Wojtkowiak, Bruno. Historia de la Química de la antigüedad a 1950. Ed. Cribia 1950.

## ❖ MUNDO FARMACÉUTICO

La química, pero sobre toda la química farmacéutica a lo largo de la historia ha resuelto muchos problemas, fue un catalizador para el desarrollo de la industria a través de todo el mundo y ha proporcionado al hombre todas las herramientas para la soluciones de necesidades creadas por el medio y por él mismo.

El fundamento de la industria farmacéutica moderna se remonta a la investigación de métodos ortodoxos para el desarrollo de medicamentos desde antes de la Segunda Guerra mundial. Los laboratorios del mundo aparecieron hace cuatro décadas para combatir enfermedades fatales y erradicando otras. Los medicamentos podían modificar la mortalidad en todo el mundo.

Para algunas enfermedades el mismo producto domina el mercado a través del mundo, pero en otros casos el producto líder puede cambiar dependiendo el país donde se desarrolle. Las industrias farmacéuticas multinacionales dedicadas a la fabricación de medicinas lo hacen mediante cuatro etapas: producción de medicamentos, investigación, fabricación y distribución. Estas empresas se caracterizan por tener ventas anuales al menos de 200 millones de dólares y en algunos casos exceden el billón de dólares <sup>32</sup>. Además integran firmas en lugares particularmente con alta prioridad en desarrollo de productos generando entidades moleculares nuevas, las cuales son esenciales para las actividades de investigación y producción.

---

<sup>32</sup> Balance Robert, Janós Pogány and Helmut Forstner. The world's Pharmaceutical Industries. An International Perspective on Innovation, competition and Policy. UNIDO. 1992

La falta de investigación o facilidad de distribución no significa que las empresas queden excluidas de más mercados internacionales. Algunas operan con subsidiarias extranjeras además otras mantienen el comercio oficial y científico, algunas empresas exportan y venden medicamentos a través de sus propios canales de distribución o a través del comercio internacional en el mercado abierto.

Existen pequeñas compañías farmacéuticas, industrias familiares compañías de mediano tamaño sin ninguna capacidad para la investigación, ellos utilizan el conocimiento tecnológico de otros para manufacturar sus productos. Los materiales de empaque y los ingredientes activos son vendidos también a través de vendedores autorizados y las medicinas son vendidas bajo marca registrada y con un menor costo. Las ventas de las grandes empresas se dividen entre el mercado público y mercado privado.

Existen países con una industria farmacéutica grande y sofisticada en desarrollo e investigación, el líder de estos países se determina de acuerdo a la producción, exportación y consumo de medicamentos. Los grandes productores son multinacionales con grandes inversiones extranjeras en otros países, los cuáles son miembros del mismo grupo caracterizándose por una rápida y creciente venta de medicamentos en su país.

Existen países que solo son filiales, no originan ningún medicamento y sólo son subsidiarias vendiendo los productos que son importados. La variedad de productos extranjeros depende de las políticas del país, el tamaño del mercado y la estrategia de las multinacionales. En algunos casos las subsidiarias extranjeras reclaman no más del 20 por ciento del mercado nacional. En otros países esta cantidad es mayor proporcionándole más de la tercera parte del mercado. Algunos ejemplos se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 1. CLASIFICACIÓN DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA EN EL MUNDO<sup>33</sup>**

Países con una industria farmacéutica sofisticada y una importante base en investigación	Bélgica, Francia, Alemania, Italia, Japón, Suiza, Suecia, Inglaterra, Estados Unidos de América	
Países con capacidades innovadoras (productores de principios activos)	Argentina, Australia, Austria, Canadá, China, Dinamarca, Finlandia, Hungría, India, Irlanda, Israel, México, Portugal, República de Corea, España, Rusia, Yugoslavia.	
Países con capacidades reproductivas	Productoras de principios activos y productos terminados	Bolivia, Brasil, Bulgaria, Cuba, Checoslovaquia, Egipto, Indonesia, Noruega, Polonia, Puerto Rico, Rumania, Turquía.
	Productoras de productos terminados	Albania, Angola, Bangladesh, Belice, Camboya, Chile, Colombia, Costa Rica, Grecia, Iraq, Haití, Honduras, Mongolia, Marruecos, Liberia, Malta, Jamaica, Etiopía.
Países sin una Industria Farmacéutica	Andorra, Bermuda, Congo, Botswana, Oman, Luxemburgo, Laos, Qatar, Togo	

<sup>33</sup> Balance Robert, Janós Pogány and Helmunt Forstner. The world's Pharmaceutical Industries. An International Perspective on Innovation, competition and Policy. UNIDO. 1992

El rápido crecimiento de la población genera una demanda de medicinas más caras y un incremento en la frecuencia de consumo. Los gobiernos de estos países establecen sistemas públicos de salud los cuales ayudan a los ancianos y a los menores.

El sector público cuenta con más de la mitad de los medicamentos expedidos en todos los países excepto Estados Unidos de América. Algunos gobiernos que apoyaron la investigación obtuvieron excelentes resultados con la combinación de empresas públicas y privadas. Más de 90% de los nuevos medicamentos fueron fabricados por países desarrollados (Ver Tabla 2).

**Tabla 2. DESARROLLO DE LA PRODUCCIÓN FARMACÉUTICA A NIVEL MUNDIAL. EXPORTACIONES Y CONSUMO, 1975-1990** <sup>34</sup>

Grupo de Países	Producción compartida a nivel mundial (%)		Exportaciones compartidas (%)		Consumo per cápita(dls.)	
	1975	1990	1975	1990	1975	1990
Países con una industria farmacéutica sofisticada y una importante base en investigación	60	69	78	68	65.8	150.5
Países con capacidades innovadoras (productores de principios activos)	28	22	19	27	9.6	12.2
Países con capacidades reproductivas	12	9	4	5	7.4	9.4
Países sin una Industria Farmacéutica	-	-	-	-	5.4	8.2

<sup>34</sup> Balance Robert, Janós Pogány and Helmut Forstner. The world's Pharmaceutical Industries. An International Perspective on Innovation, competition and Policy. UNIDO. 1992.

El desarrollo de un nuevo fármaco empieza con la identificación de una nueva entidad química (NEQ). Estos compuestos generalmente se patentan tan pronto como son descubiertos. Más del 95% de los NEQ's no cumplen con las pruebas diseñadas para determinar eficacia y seguridad pero esto sirve como base para mejorar o crear un nuevo fármaco. En general las compañías mantienen su competencia en una línea constante hacia la investigación y mejoramiento de nuevos fármacos. Los países con mayor desarrollo cuentan con una industria farmacéutica integrada, son las principales fuentes de nuevos fármacos.

Aproximadamente entre 1960 y 1988, dos mil NEQ's fueron comercializados exitosamente como nuevos fármacos. Cerca del 90 % fueron producidos por corporativos integrados o compañías innovadoras pertenecientes a países industrializados<sup>35</sup>. La competencia se basa en el precio, la eficacia y la originalidad. Un fármaco genérico es conocido como aquel que no está protegido por una patente o es no patentable. El mercado global para fármacos genéricos en 1991 fue de 15 mil millones de dólares, aproximadamente el 8 por ciento de las ventas del mundo.

El nombre de un producto genérico puede ser una marca registrada o el nombre de un "no propietario". Las entidades nacionales e internacionales asignan nombres "no propietarios"<sup>36</sup> a cada fármaco y el que manufactura es libre de escoger uno u otro. Entonces es posible manufacturar un fármaco que sea idéntico en nombre y en cualidades terapéuticas.

---

<sup>35</sup> Balance Robert, Janós Pogány and Helmut Forstner. The world's Pharmaceutical Industries. An International Perspective on Innovation, competition and Policy. UNIDO. 1992

<sup>36</sup> Ibidem



Existen principios activos y preparaciones farmacéuticas, estas últimas se clasifican de acuerdo a su uso final, las formas más comunes de preparaciones farmacéuticas son: tabletas, inyecciones, soluciones y cápsulas (Ver Tabla 3)

**Tabla 3. ALTERNATIVAS POR GRUPOS DE LOS PRODUCTOS DE LOS PRODUCTOS FARMACÉUTICOS** <sup>37</sup>

FORMA DE COMPETENCIA	USO FINAL	ELECCIÓN DEL MERCADO Y CANAL DE DISTRIBUCIÓN	TIPOS DE MERCADOS EXCLUSIVOS
<p>1. Medicamentos de fuente única:</p> <p>Fármaco innovador producido por una NQE's</p>	<p>1. Principios activos:</p> <p>Los productos intermedios son fabricados por síntesis, fermentación o extracción de fuentes naturales.</p>	<p>1. Medicamento con receta médica:</p> <p>Proporcionado por farmacias hospitalares públicos o privados, doctores y otros puntos de venta.</p>	<p>1. Patentes protegidas:</p> <p>Incluye NEQ's, prorrogas en variación de químicos innovadores tan buenas como las patentadas en procesos tecnológicos.</p>
<p>2. Medicamentos de múltiples fuentes:</p> <p>Son conocidos como genéricos. Algunos se venden bajo un nombre no propietario y otros son vendidos bajo una marca registrada.</p>	<p>2. Preparaciones Farmacéuticas:</p> <p>Productos finales como tabletas, inyecciones, soluciones y cápsulas.</p>	<p>2. Medicamentos de venta libre:</p> <p>Los productos varían dependiendo de las regulaciones nacionales, pueden ser distribuidos a través de diferentes profesionales y puntos de venta comerciales.</p>	<p>2. Otras medidas políticas:</p> <p>Monopolios temporales para el control de nuevos medicamentos.</p>
	<p>3. Diagnóstico:</p> <p>Un grupo heterogéneo de productos finales se derivan de fuentes químicas o biológicas</p>		
	<p>4. Biológicas:</p> <p>Principalmente consiste en vacunas que son utilizadas en la prevención de enfermedades infantiles</p>	<p>3. Productos parafarmacéuticos:</p> <p>Versiones homeopáticas de algunos productos farmacéuticos pueden obtenerse a través de farmacias, puntos de venta especiales o en fábricas productoras de medicinas tradicionales.</p>	<p>3. Medidas específicas de algunas empresas:</p> <p>Control de los principios activos; desarrollo de conocimientos para una manufactura sofisticada.</p>

<sup>37</sup> Balance Robert, Janós Pogány and Helmut Forstner. The world's Pharmaceutical Industries. An International Perspective on Innovation, competition and Policy. UNIDO. 1992

Los principios activos son los ingredientes utilizados para producir un fármaco, pero la parte menos conocida para la industria. Los principios activos se disponen ampliamente ya que son producidos con químicos orgánicos que se venden en mercados abiertos y las tecnologías utilizadas en el proceso de producción son conocidas. Tienen métodos bien definidos de operación, los inventos a nivel mundial son asegurados con patentes, las medicinas son distribuidas a través de subsidiarias intermediarias, doctores y vendedores acreditados. Los medicamentos son vendidos generalmente bajo marcas registradas en un mercado privado.

El tipo de fármacos que se desarrollaron y comercializaron durante 1989 y a finales del mismo año se muestran en la Tabla 4. Por ejemplo: Para países industrializados los antiinfecciosos encontraron una aplicación entre la niñez.

**Tabla 4. FÁRMACOS EN DESARROLLO PRECLÍNICO, 1989<sup>38</sup>**

Categoría	Número	Distribución total
Medicamentos antiinfecciosos	779	17.9
Productos Biotecnológicos	577	13.2
Productos anticancerígenos	563	12.9
Medicamentos Neurológicos	450	10.3
Cardiovasculares	378	8.7
Productos antiparasitarios	50	1.1
Otros	1559	35.9
Total	4356	100

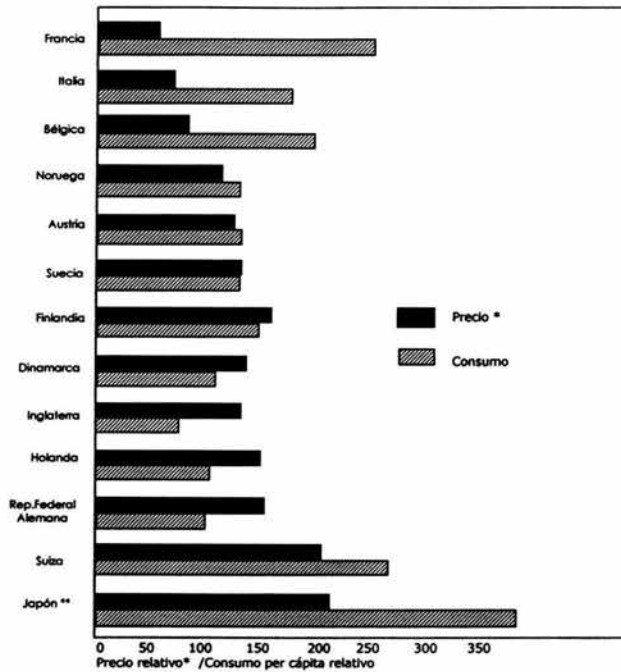
<sup>38</sup> Balance Robert, Janós Pogány and Helmut Forstner. The world's Pharmaceutical Industries. An International Perspective on Innovation, competition and Policy. UNIDO. 1992

La industria farmacéutica tiene una contribución muy pequeña en términos exportaciones o ingresos generados a nivel nacional, pero si hablamos del papel tan importante que juega la industria farmacéutica a nivel mundial ya que la salud y la vida de las persona que viven en cada país dependen de la capacidad de desarrollar medicamentos modernos eficientes y a un precio accesible.

Muchas compañías europeas se derivaron de la industria química del siglo XIX, en donde en esa época ya se habían descubierto algunos medicamentos. Algunas empresas americanas fueron satélites de la industria química europea antes de que fueran independientes. La industria farmacéutica moderna empezó a tomar forma hasta después de la segunda Guerra mundial, debido al rápido crecimiento en la demanda de medicamentos por lo que las empresas farmacéuticas tuvieron que actualizar sus métodos.

Un factor importante en la medicina es el precio, sin embargo no relevante cuando se trata de explicar la estructura del consumo de algun país desarrollado debido a que los programas de prevención públicos de salud atienden a la mayoría de la población. (Ver Gráfica 1).

**GRÁFICA 1.PRECIOS RELATIVOS Y CONSUMO PER. CÁPITA DE PREPARACIONES FARMACÉUTICAS EN DÓLARES, 1983(ÍNDICE SUIZA=100)<sup>39</sup> (índice suiza=100).**



Notas  
\* Para medicinas seleccionadas  
\*\* Basado en precio promedio 1982

<sup>39</sup> Balance Robert, Janós Pogány and Helmut Forstner. The world's Pharmaceutical Industries. An International Perspective on Innovation, competition and Policy. UNIDO. 1992

La necesidad de los medicamentos crece en proporción a la edad de la población de un país. El envejecimiento de la población en países industrializados es más rápido. La proporción de las personas por encima de los 45 años se incrementará de la tercera parte de la población a casi el 40 % para el año 2015.

Los productos farmacéuticos son comercializados de forma directa o intermedia. Los productos intermedios o principios activos son suministrados por productores de químicos finos que son procesados para convertirlos en fármacos. El producto final se exporta a un importador quien vende medicamentos en el Mercado nacional.

Los principios activos son vendidos en mercados abiertos principalmente como productos químicos finos y químicos especialmente como químicos con patentes expiradas, los cuáles se utilizan para producir productos genéricos por otro lado las empresas transnacionales venden principios activos y preparaciones farmacéuticas para sus afiliadas licencias y distribuidores autorizados.

En 1988 sólo cuatro países dominaron el mercado mundial, Alemania, Suiza, Inglaterra y Estados Unidos de América contando con más de la mitad de las exportaciones del mundo. (Ver Tabla 5). El éxito se debió a que las empresas operaron como multinacionales. La habilidad de las multinacionales para vender sus productos en una escala internacional lo lograron llevando proveedores a lo largo del mundo.

**Tabla 5. EXPORTACIONES FARMACÉUTICAS POR REGIÓN Y GRUPO DE PAÍSES  
1975- 88<sup>40</sup>**

	VALOR DE LAS EXPORTACIONES (MILLONES DE DÓLARES)			COMPOSICIÓN DE LAS EXPORTACIONES 1988		
	1975	1980	1988	Distribución mundial 1988 (%)	Distribución total de Preparaciones (%)	Distribución total de Principios activos (%)
Economías con un Mercado desarrollado	5730	12056	23538	88.88	66.1	33.9
Estados Unidos de América	801	1628	3266	12.3	48.1	51.9
Comunidad Europea	1095	2437	5156	19.4	68.2	31.8
El resto de Europa	60	105	186	0.7	73.2	26.8
América Latina	168	287	463	1.7	74.9	25.1
Norte de África	4	6	39	0.1	99.7	0.3
El resto de África	6	19	12	0.0	22.2	77.8
Oeste de Asia	20	22	109	0.4	76.7	23.3
Sur y este de Asia	145	353	651	2.5	53.8	36.2
China	45	188	381	1.4	28.7	71.3
Mundo	6777	13913	26517	100.0	65.8	34.2

<sup>40</sup> Balance Robert, Janós Pogány and Helmut Forstner. The world's Pharmaceutical Industries. An International Perspective on Innovation, competition and Policy. UNIDO. 1992

Durante los años 60's y 70's la política de los mercados principalmente se encargaba de regular la producción de una forma oligopólica. Ahora el interés mayor es regular los precios para que la estructura de la industria farmacéutica no se vea afectada. La industria farmacéutica se compone de empresas de diferentes tamaños y especializaciones. Los componentes de la estructura de las industrias varían dependiendo del desarrollo de cada país. (Ver Tabla 6)

**Tabla 6. PROMEDIO DE LA ESTRUCTURA DE COSTOS EN ECONOMÍAS CON UN MERCADO DESARROLLADO, 1987 Y 1988(% EN INGRESOS OPERADOS) <sup>41</sup>**

COMPONENTE DEL COSTO	ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA 1988	SUIZA 1987	ALEMANIA 1988
Fabricación	35	40	39
Comercialización	22	24	27
Investigación y Desarrollo	10	15	14
Administración	6	5	6
Ganancias Operativas	21	10	7

La manufactura es el componente de mayor peso en los costos totales debido a que muchos productores utilizan la misma tecnología, pero la variación del costo se ve afectado por el tamaño de la planta. Por ejemplo, la capacidad de la industria europea no fue proporcional a la demanda o al tamaño del mercado durante el siglo XIX.

<sup>41</sup> Balance Robert, Janós Pogány and Helmut Forstner. The world's Pharmaceutical Industries. An International Perspective on Innovation, competition and Policy. UNIDO

Las plantas de formulaciones farmacéuticas fueron operadas por debajo de su capacidad aproximadamente entre un 50 y 60 % de su capacidad total. Después de este año Estados Unidos de América estableció estratégicamente plantas de manufactura local para satisfacer la demanda, dando así una presencia a nivel mundial.

## ❖ HISTORIA DE LAS PRINCIPALES EMPRESAS FARMACÉUTICAS

### GLOBALIZACIÓN

La globalización es un principio ideológico, que fundamenta el orden del proceso de mundialización, es el intento de establecer un pensamiento único, basado en el neoliberalismo. Se puede ver como un proceso de poder sobre las sociedades y sus economías, instrumentado por intermedio de las agencias de calificación de riesgo país. Caracterizada por la expansión y dominio total del mundo por el consumo y el Capitalismo, liderizado por Estados Unidos y sostenida por las transnacionales, al mismo tiempo coexisten polos geopolíticos: Norteamérica, Unión Europea, Asia y América Latina, en formación.

Los antecedentes que establecen el marco económico fueron descritos por Marx en 1848; como escenario político se inicia a partir de 1991 por el desmembramiento de la Unión Soviética, la caída del Muro de Berlín (1989), lo cual lleva a la desaparición de la bipolaridad entre el bloque comunista y el capitalista.



Constituyendo un marco de referencia para integrarse en las corrientes internacionales de comercio, inversión y tecnología, intentándose a reducir a la globalización al ámbito estrictamente económico-globalizado, el cual refleja el interés principal que tienen los grupos de poder de priorizar o absorber absolutamente el espacio del mercado, desconociendo las dimensiones culturales, ecológicas, políticas y sociales, encontrándonos en presencia de una globalización de la economía, de los mercados, de la competencia por un puesto de trabajo de la producción, de la prestación de servicios, de las finanzas, de la información y de la vida en general.

El mercado extranjero es donde los valores de los emisores que no habitan en el país se comercian. El mercado externo se le denomina también mercado internacional, el cual permite el comercio de valores con dos características:

1. Se ofrece la emisión de valores de manera simultánea a inversionistas de varios países.
2. Son emitidas fuera de la jurisdicción de cualquier país.

Muchas teorías respecto a qué ha motivado la globalización, entendiéndose por esta "el proceso de hacer global". Para tal efecto, es importante mencionar que el que impulsó la economía global fue la internacionalización del comercio después de la Segunda Guerra Mundial. Sin embargo, también los eventos que han propiciado la globalización, no sólo se han dado en el ámbito comercial sino también en la información, capital, bienes y servicios e ideas plasmadas a través de la integración de organismos internacionales como las Naciones Unidas, el Fondo Monetario Internacional, el Banco Mundial y la Organización Mundial del Comercio.

La globalización se puede entender desde dos puntos de vista:

- 1) A nivel macro, se puede definir como el resultado de un proceso histórico que promueve el cambio hacia un modelo de economía de mercado en el cual no hay barreras para el comercio internacional y tiene lugar una cohesión social.
- 2) A nivel micro, es el resultado de un crecimiento en el uso de formas flexibles de producción que tienden a una aplicación internacional en lugar de una nacional.

Los mercados financieros integrados por empresas constituidas por capital, bienes o servicios e información, han entrado hacia la globalización ya que tratan de conseguir fondos de cualquier país y así no se limitan a los mercados financieros domésticos; ni tampoco los inversionistas de un país están restringidos a invertir en el mismo.

Los factores que llevan a la integración de los mercados financieros a nivel mundial son:

1. La liberalización de los mercados y de las actividades de los participantes en el mercado dentro de los principales centros financieros del mundo.
2. Avances tecnológicos para monitorear los mercados mundiales, ejecutar órdenes y analizar las oportunidades financieras.
3. La institucionalización cada vez mayor de los mercados financieros.

Desde la perspectiva de un país, los mercados financieros pueden clasificarse como internos o externos. El mercado interno, también llamado mercado nacional puede a su vez dividirse en: mercado doméstico y mercado extranjero. El mercado doméstico, es aquel en donde los emisores que habitan un país emiten valores y donde éstos se comercian subsecuentemente.

El argumento principal es que la globalización de la I&D no ha alcanzado a la mayoría de los países en desarrollo. Más que una real "globalización", la tendencia actual refleja sólo una descentralización limitada de tales actividades dentro del mundo desarrollado. Con referencia especial a la industria farmacéutica, también se argumenta que, a pesar del desarrollo de nuevas y prometedoras técnicas de investigación, las economías de escala en I&D continúan erigiendo altas barreras para desarrollar una industria farmacéutica internacionalmente competitiva.

#### ❖ I&D EN LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA

La fuerza competitiva en la industria farmacéutica depende de la capacidad de realizar costosa I&D. Dadas las elevadas economías de escala en I&D, los desarrollos de nuevos medicamentos se han concentrado en unos pocos países desarrollados y en grandes firmas. El "diseño racional" de fármacos y la biotecnología han abierto un nuevo paradigma de investigación <sup>42</sup> que algunos han creído incorrectamente, podría reducir el capital necesario para ingresar en la I&D farmacéutica e incrementar las oportunidades de las firmas pequeñas y de países en desarrollo. La explotación de la información del genoma humano para el desarrollo de nuevos productos, parece igualmente una posibilidad lejana para tales firmas.

---

<sup>42</sup> Gambardella, 1995, p. 23; Drews, 2000.

La industria farmacéutica se cuenta entre los sectores industriales con más alta intensidad de I&D, después de las actividades aeroespaciales, computadoras y componentes electrónicos.<sup>43</sup> La I&D en este sector es una costosa actividad pero que da buenos resultados. Así la tasa neta de retorno para la I&D en la industria farmacéutica, fue (para el período 1976-1987) más alto por 2 o 3 puntos porcentuales por año que la tasa de empresas no-farmacéuticas.<sup>44</sup> Los gastos mundiales en I&D de la industria farmacéutica están altamente concentrados en países desarrollados, Estados Unidos y la UE dan cuenta, cada una, del 35 % del total de tales gastos; otros países europeos el 8 % y Japón el 16 %.<sup>45</sup>

#### ❖ LA GLOBALIZACIÓN DE LA I&D

Es poco probable que los países en desarrollo y las firmas pequeñas se beneficien con los cambios en las técnicas de I&D, podrían, tal vez, aprovechar las ventajas de la globalización de la I&D realizada por las grandes firmas farmacéuticas. El análisis de las tendencias actuales hacia una globalización gradual de actividades de I&D indica que tal globalización está limitada en varios aspectos. Son raras las filiales de empresas multinacionales totalmente integradas que realizan I&D independientemente en el exterior nuevos productos; la I&D se traslada a otros países mucho más lentamente que la producción y otras oportunidades de negocios; la I&D permanece altamente centralizada en los países industrializados; las actividades de I&D de firmas extranjeras en países en desarrollo son muy escasas.

---

<sup>43</sup> OECD, 1992, p. 32.

<sup>44</sup> OTA, 1993, P. 104

<sup>45</sup> Mossialos et al, 1993.

También se han encontrado importantes diferencias entre países e industrias. Con respecto, a la industria farmacéutica, en particular, se ha señalado que la I&D farmacéutica representa 20 % (sobre cerca de U\$S 1.5 billones)<sup>46</sup> del total de la I&D realizada en el mundo por firmas estadounidenses<sup>47</sup>. Las firmas estadounidenses farmacéuticas establecieron más unidades de I&D en el exterior que las MNEs con base en otros lugares, es decir, las firmas estadounidenses son más globalizadas en I&D<sup>48</sup>. Sin embargo, algunas firmas farmacéuticas de otros orígenes están incrementando su I&D en el extranjero mediante la adquisición de empresas de biotecnología europeas y estadounidenses. Más aún, en el caso de algunas firmas farmacéuticas europeas, los gastos de I&D en otros países desarrollados exceden el que se realiza en su propio país<sup>49</sup>.

A pesar de que la tendencia a realizar I&D en el extranjero es más pronunciada en la industria farmacéutica que en otros sectores<sup>50</sup>, las firmas farmacéuticas canalizan muy poca investigación y estudios clínicos básicos fuera de su propio país. En particular, sólo cerca del 3% de los gastos de I&D de compañías farmacéuticas estadounidenses en el extranjero se realiza en países en desarrollo<sup>51</sup>. La inversión en I&D farmacéutica ronda los 27 000 millones de dólares anuales.<sup>52</sup>

---

<sup>46</sup> OTA, 1994, p. 83/84.

<sup>47</sup> OTA, 1994, p. 83/84.

<sup>48</sup> OTA, 1994, p. 88.

<sup>49</sup> Dunning, 1993, p. 304/307

<sup>50</sup> Dunning, 1993, p. 304

<sup>51</sup> Rapp y Rozek, 1990, p.89

<sup>52</sup> Dunning, 1993, p. 305

Un producto terapéutico, cuya composición no es conocida previamente, es llamado generalmente "nueva entidad química". El número de NEQs desarrolladas por una firma o en un país en un período dado es un importante indicador de "nivel de innovación" de dicha firma o país.

En el caso de Alemania, Suiza, Japón e Italia muchas de las nuevas entidades fueron desarrolladas antes de que una protección de patentes de productos farmacéuticos estuviera disponible en estos países. Este enfoque se basa en seleccionar una reacción bioquímica que genera una enfermedad y proyectar un componente químico para alterarla o frenarla. Una división del trabajo en la innovación farmacéutica podría tener lugar, si las firmas europeas de tamaño mediano encontraran un nicho en actividades "upstream".

Este tipo de estimaciones está, sin embargo, sujeto a severas objeciones pues la metodología que se utiliza para efectuarlas no es suficientemente clara. Para un análisis de los costos de I&D farmacéuticas y su retorno. En 1989 alrededor del 95% de los gastos de I&D en el extranjero de firmas estadounidenses se concentraron en países industrializados, donde sólo el 78% de la producción tenía lugar. Wellcome, por ejemplo, había establecido cuatro laboratorios en países en desarrollo para desarrollar nuevas drogas para enfermedades tropicales, y cuatro multinacionales farmacéuticas holandesas han realizado I&D en la India.

## ❖ HISTORIA DE LAS 10 PRINCIPALES EMPRESAS FARMACÉUTICAS

### PFIZER

Desde que en 1849 dos emigrantes alemanes -Pfizer y Erhart- fundaran la compañía en Nueva York, su larga historia está marcada por el descubrimiento de nuevos medicamentos que han protagonizado la lucha del hombre por mejorar la salud. Más de 150 años después, Pfizer mantiene íntegro el mismo denominador común: su esfuerzo investigador, su compromiso en la lucha contra las enfermedades a través de medicamentos innovadores, convirtiéndose así en la compañía farmacéutica más comprometida con la investigación y con la salud de la población mundial.

Tabla 7. CRONOLOGÍA DE PFIZER<sup>53</sup>

AÑO	EVENTO
1840	Charles & Pfizer Company abre como un negocio de química fina
1862	La primera producción nacional de ácido tartárico fue lanzada por Pfizer
1900	Las oficinas de Pfizer se incorporan a Nueva Jersey.
1910	La compañía tiene una venta total de 3 millones de dólares
1940	Se establecen operaciones de pfizer en Cuba, Inglaterra, India, México.
1951	Las operaciones de Pfizer se establecen en todo el mundo
1954	El antibiotico sintético de amplio espectro Terramicina fue descubierto y comercializado.
2000	Pfizer y Warner-Lambert se fusionaron para formar a la nueva Pfizer
2003	Pfizer y Pharmacia & Upjohn se fusionaron formando la nueva Pfizer

<sup>53</sup> PFIZER

Tabla 8.FUSIONES PARA PFIZER<sup>54</sup>

Año	Compañía 1	Compañía 2	Fusión	Compañía 1	Compañía 2	Fusión	Compañía 1	Compañía 2	Fusión
1970	Warner-Lambert	Parke Davis							
			Warner - Lambert Co.						
1995	Pharmacia	Upjohn							
			Pharmacia&Upjohn Inc.						
1999				Pharmacia&Upjohn Inc.	Monsanto				
						Pharmacia Corp.			
2000				Warner - Lambert Co.	Pfizer				
						Pfizer Inc.			
2003							Pfizer Inc.	Pharmacia Corp.	
									Pfizer Inc.

<sup>54</sup> Pfizer



## FUSIÓN DE PFIZER<sup>55</sup>

Pfizer, el número uno de la industria farmacéutica mundial lanzó en julio de 2002 una oferta de compra para adquirir a Pharmacia, la número ocho por varios millones de dólares, sorprendiendo al mundo de los negocios, a la competencia y a sus propios clientes, accionistas y empleados. El 15 de julio de ese año Hank McKinnell, CEO mundial de Pfizer, emitió un comunicado vía internet anunciando la compra. Entre los motivos más poderosos, mencionaba el crecimiento acelerado en la demanda de nuevos medicamentos, los años que llevaba comercializando Celebrex (tratamiento de procesos inflamatorios y reumáticos) y tres áreas terapéuticas para Pfizer.

El efecto de la integración en las finanzas del nuevo negocio debía ser el menor posible y como se requería continuidad en los niveles de ingresos y el lanzamiento de nuevos fármacos para que Pfizer lograra un liderazgo sostenible ante la competencia, todo parecía indicar que, en esta ocasión la adquisición implicaba capital intelectual y no solamente productos.

La empresa líder en el ramo, había tenido una experiencia similar hacía apenas dos años, con la fusión de Warner Lambert. En México las cosas no fueron diferentes, con base en la filosofía del gigante, se antepusieron los valores y las conductas de liderazgo.

---

<sup>55</sup> Resumen de Caso práctico. El secreto de una fusión imperceptible caso práctico elaborado por Mario Zavala Ojeda, del Área de personal del Instituto Panamericano de Alta Dirección de Empresa (IPADE) con apoyo de Vázquez Ríos. Mundo Ejecutivo junio 2004.

De hecho, el modelo que siguió en la parte de recursos humanos fue tan eficaz, que se tomó de referencia en otros puntos del mundo como en la región Asia-Pacífico. En julio de 2002, la plantilla que Pharmacia tenía en México estaba compuesta por 583 personas; en marzo eran 522, lo que significaba que 61 personas se habían separado antes de saber de su futuro en la nueva estructura.

Una de las primeras acciones de la Dirección de Recursos Humanos de Pfizer fue la elaboración de una medida de referencia (benchmarking) entre las empresas farmacéuticas y de otros sectores, como el bancario, de bienes de consumo, que recientemente habían pasado por un proceso de integración, incluyendo la experiencia Pfizer-Warner Lambert.

Lo que más le interesaba en ese momento a la empresa compradora era la información relacionada con las prácticas comunes ofrecidas al personal que no permaneció en las organizaciones como gratificaciones por antigüedad; retenciones temporales y extensión de pólizas de seguro. Con base en esta información se elaboró una política de liquidación que se aplicaría a las bajas definitivas, mismas que fueron enviadas a las oficinas centrales en Nueva York, para su autorización. El plan original de realizar la integración total a finales de 2002 se retrasó por las autoridades de los organismos antimonopolios de México, Estados Unidos y Europa, sin embargo, en abril de 2003 el día uno como se le llamó al interior de las organizaciones el proceso inició.

Con el sello de Hank McKinnell en la posición de CEO en 2001, la filosofía de Pfizer ya venía enfocada en gran medida en el valor que la compañía es capaz de generar para todos los involucrados en su negocio, reflejándose en la cultura organizacional. La misión de ser la compañía más valorada por los pacientes, clientes, colegas, inversionistas, socios de negocios y las comunidades en las cuales ubican sus operaciones se reforzó aún más con McKinnell.

Los valores radicaban en la integridad, innovación, comunidad enfoque al cliente, trabajo en equipo, liderazgo, desempeño y respeto por la gente. Pfizer también determinó seis conductas de liderazgo, para que el personal tuviera éxito dentro de la organización: mantener enfoque en el desempeño; motivar la discusión abierta y el debate; crear un ambiente incluyente, manejo del cambio; desarrollo de colegas y alineación a través de Pfizer. Como en los otros puntos del mundo donde se llevó a cabo la integración, en México las decisiones fueron tomadas por el comprador, por lo que el papel que jugó la Dirección de Pharmacia fue inicialmente informativo al equipo designado por Pfizer.

Las áreas de Dirección General, Recursos Humanos, Finanzas y Planeación Estratégica fueron la clave de este proceso. La dirección de Recursos Humanos de Pfizer realizó un comparativo de los organigramas de ambas empresas y las descripciones del puesto para detectar la duplicidad de funciones (puestos directivos) y diferencias (áreas terapéuticas).

Con esta base, el equipo directivo pudo definir las sinergias y la reestructuración necesaria en sus respectivas divisiones. Divisiones como: oncología, oftalmología y endocrinología fueron a la nueva estructura por completo, ya que Pfizer no contaba con tales divisiones ni productos.

El área de servicios de administración de Pfizer contaba con una estructura pequeña, que fue complementada con funciones y posiciones que Pharmacia manejaba como servicio al cliente, integrando personal para formar SA&CS, es decir, Services Administration and Customer Services. A raíz de SA&CS se contó con una nueva gerencia para dar servicio a mil clientes internos aproximadamente, tales como gerentes de unidad de negocio; gerentes de distrito y representantes de ventas, así como a 14 clientes externos: mayoristas que concentraban 95% de las ventas totales de Pfizer, en 50 puntos del país<sup>56</sup>. La determinación del personal clave fue muy importante dentro de la estrategia debido a que una vez anunciada la adquisición, pasaron varios meses para que pudieran hacer ofertas formales al personal que se integraría, haciendo el proceso desgastante por la incertidumbre que provocó en la gente. El área de Recursos Humanos de Pfizer, bajo el mando de Jose Manuel Escobar, solicitó a la Dirección de Recursos Humanos de Pharmacia, una explicación de los criterios utilizados en su última PDP (evaluación de desempeño) aplicada, así como los criterios bajo los cuales se elaboró la clasificación del personal de fuerza de ventas; de esta manera se seleccionó al personal que sería entrevistado.

---

<sup>56</sup> Resumen de Caso práctico. El secreto de una fusión imperceptible caso práctico elaborado por Mario Zavala Ojeda, del Area de personal de Instituto Panamericano de Alta Dirección de Empresa (IPADE) con apoyo de Vázquez Ríos. Mundo Ejecutivo junio 2004

Pharmacia añadió a esta información un "Talent Planning" de la gente que ocupaba posiciones de Staff y gerenciales, consistente en una matriz que ubicaba al personal de acuerdo con su desempeño y potencial y un listado de las fortalezas y áreas de oportunidad de cada persona, así como su historial académico y laboral. Pfizer por su parte, inició un plan de ofertas de contingencias en febrero de 2003, que consistía en una carta dirigida al personal que se seleccionó como clave para integrarse a la nueva organización, donde se le especificaba que dicha oferta estaba sujeta a la autorización de la Comisión Federal de Competencia .

Las propuestas giraban en torno a comparativo de sueldos, prestaciones y beneficios que recibía la persona en Pharmacia contra los que recibiría en Pfizer, en caso de aceptar la oferta, por lo que se logró tranquilizar el ambiente. En este proceso fue muy importante el papel que jugaron 3 gerentes de unidad de negocio y el gerente de servicios al cliente de Pharmacia, que fueron los primeros en recibir la oferta de Pfizer, ya que apoyaron recomendando personal a recursos humanos y a los gerentes de unidad de negocio, al mismo tiempo que comunicaban tranquilidad a sus compañeros. En 2002 la proporción del costo de nómina respecto a los ingresos por ventas de Pfizer, representó 19%; para 2003 ya considerando la integración de Pharmacia se esperaba que el índice fuera de 16% contra el presupuesto anual de ventas; para 2004, la proporción disminuiría aún más, llegando a 13%.

Pfizer clasificó al personal de Pharmacia en cada una de las opciones del plan de bajas, quedando finalmente la siguiente proporción: 316 personas integradas a la estructura, 210 bajas definitivas, 26 retenciones temporales y 31 "transfer out", en las dos últimas opciones entraron personas tanto de base como "outsourcing". Las 316 personas integradas quedaron distribuidas de la siguiente forma: 234 como representantes médicos, 26 gerentes de distrito; 37 personas en posiciones de staff y gerenciales y 19 en la división de salud animal.

En Pfizer también ocurrieron bajas definitivas de bajo desempeño para dar cabida a colegas de Pharmacia, que luego del proceso de selección demostraron mejores cualidades, experiencia y competencia. En total hubo 57 liquidaciones distribuidas en 17 áreas de soporte ("business technology", finanzas y recursos humanos), 38 en la fuerza de ventas y dos en salud animal. De tal manera que una vez llegada la fecha del cierre, 16 de abril del 2003, las personas que se integraban al nuevo Pfizer tuvieron cubierto la logística del proceso de alta, es decir, contrato firmado, alta en el sistema y en el IMSS, póliza de seguros, oficina lista para ser ocupada, computadora, correo electrónico, tarjeta de presentación y credencial de identificación.

Recursos Humanos determinó que debía cumplir tres objetivos principales: asegurar la comunicación efectiva durante el proceso, desarrollar un programa de entrenamiento para notificadores, mentores y equipo de recursos humanos de ambas compañías y asegurar calidad en los procesos de altas y bajas del personal.

Un último detalle fue asegurar la sustentabilidad del clima organizacional a partir del Día Uno, con encuestas de seguimiento, programada para los treinta, sesenta y noventa días posteriores. Gracias a que se había detectado a las personas clave a retener y los procesos críticos a cuidar se logró definir una nueva estructura para Pfizer, tomando algunas tareas y funciones de Pharmacia; esta estructura se presentó como definitiva para los siguientes años de operación de la compañía.

Los llamados "focus groups" que se organizaron dentro de Pfizer permitieron en recursos humanos sensibilizarse ante las inquietudes, dudas y comentarios de la gente respecto a la integración, mientras que con el programa de mentores, por medio del cual se asignaba un colaborador de Pfizer para ser el mentor de un nuevo compañero proveniente de Pharmacia.

La segunda parte de la inducción se denominó Negocios en tiempos de cambio, que buscó una adaptación más rápida a la nueva organización, a las nuevas funciones y tareas en el caso de algunos puestos y áreas. La compañía ya integrada mantuvo una imagen pública positiva; la clasificación de la revista Fortune 2003 sobre las empresas más admiradas del mundo ubica a Pfizer en el lugar 14. En cuanto a la clasificación de las 100 mejores para trabajar, se ubicó como la 21, general y la 1ª farmacéutica como quinto año consecutivo. Su CEO Hank McKinnell figuró en el número 11 entre las 25 personas más influyentes de los negocios, en julio de 2003.

La participación comunitaria de Pfizer también ha continuado dando resultados después de la integración de Pharmacia. En julio de 2003, firmó un acuerdo para financiar una unidad de investigación clínica independiente en Kalamazoo, Michigan para exempleados de Pharmacia, el director de recursos humanos, Jose Manuel Escobar, no se encontraba satisfecho del todo; si bien la integración le daba a Pfizer el liderazgo en la industria farmacéutica nacional, el reto a futuro sería mantener esa posición y sabía que recursos humanos jugaría un papel muy importante. Pfizer no estaba superando en 2003 los objetivos fijados para el periodo 2001 - 2005, por lo que en octubre de 2003 se redefinirían las metas por alcanzar en los próximos años.

## **BRISTOL MYERS SQUIBB**

### **SQUIBB**

El médico y farmacéuta Edward Robinson Squibb fundó en 1856 una compañía farmacéutica dedicada a la producción de medicamentos puros con sede en Brooklyn, N.Y. Las grandes preocupaciones del Dr. Squibb eran la ética médica y la técnica, el compromiso con la búsqueda de la pureza, la eficacia, la uniformidad de los productos y la confiabilidad de los mismos basada en la investigación

La perseverancia y los principios de su fundador fueron la base del progreso de la compañía, que se transformó en una de las mayores empresas del mundo en el área de la salud y en líder de calidad. En 1895 el doctor Squibb entregó la responsabilidad del manejo de la firma a sus hijos Charles y Edward la cual en ese momento se convirtió en E.R. Squibb & Sons.



Los hermanos Squibb vendieron la compañía a los señores Lowell M. Palmer y Theodore Weicker en 1905. Las campañas del Dr. Squibb contra los medicamentos adulterados contribuyeron decisivamente a que en 1906 seis años después de su muerte se creara la Ley de Drogas y Alimentos puros que más tarde dio origen a la FDA (Food and Drug Administration), órgano que controla la calidad de los productos alimenticios y farmacéuticos en los Estados Unidos. En 1921 la Compañía forjó como su slogan que "el valor incalculable de cada producto es el honor y la integridad de su fabricante".

El Instituto Squibb para la Investigación Médica fue fundado en 1938 y en 1944 Squibb abrió en New Brunswick, N.J., el edificio 59, la planta más grande del mundo para la producción de penicilina. En 1946 se constituyó Squibb Internacional y se expandieron las operaciones a Sur América y Europa, la Corporación Squibb estableció sus oficinas centrales y amplió las instalaciones para el Instituto Squibb en Princeton N.J. David W. Cushman creó en 1975 a Capoten.

## **GLAXOSMITHKLINE**

### **GLAXO WELLCOME**

En 1873 se fundó la compañía Joseph Nathan & Co., que en un principio se dedicó a la comercialización de la leche en polvo, por lo cual cambió su nombre a Glaxo, cuya raíz griega significa leche. En 1880 se funda la Burroughs Wellcome & Co., con la iniciativa de vender en el mercado inglés pastillas comprimidas.

Su segundo paso fue la creación de laboratorios para investigar enfermedades altamente contagiosas. En mayo de 1995 deciden unirse para crear Glaxo Wellcome, la empresa farmacéutica más grande del mundo.

## **SMITH KLINE**

Smith Kline & compañía adquirió Frec. Richard & Compañía en 1891, con lo que incluye entre su cartera productos de consumo como perfumes, aceites para el cabello y medicinas para la gripe; con esto la compañía vuelve a cambiar de nombre.

A partir de los años setentas, la compañía continuó su incursión en el negocio de los laboratorios médicos comprando Allergan (negocio de cuidado de piel y ojos) y Beckman Instruments (compañía de instrumentos médicos), por lo que cambia de nombre a SmithKline Beckman Corporation.

En 1994 adquiere Sterling Health, con lo que se convirtieron en la tercera empresa de medicamentos de venta libre del mundo. En el 2000 Smith Kline Beecham y Glaxo Wellcome, compañías con gran tradición y liderazgo en la industria farmacéutica se fusionan para dar paso a una gran empresa: GlaxoSmithKline.

**Tabla 9. Fusiones para GlaxoSmithKline<sup>57</sup>**

Año	Compañía 1	Compañía 2	Fusión	Compañía 1	Compañía 2	Fusión
1989	Smith Kline Beechman Corp	Beechman Corp.				
			Smithkline Beecham Plc			
1995	Wellcome Plc	Glaxo Plc				
			Glaxo-Wellcome			
2000				Smithkline Beecham Plc	Glaxo - Wellcome	
						GlaxoSmithKline Plc


## ASTRAZENECA

Formada en 1999 de la fusión de la Suiza Astra AB, AstraMerck y el grupo Inglés Zeneca. Astrazeneca es conocida por ser una de las empresas de prescripción de medicamentos a nivel mundial el cual es responsable del 40% de los ingresos Con más de 55,000 empleados en todo el mundo.

La fusión de Astra y Zeneca da fuerza a una gran compañía con mayor progreso. Teniendo como objetivo fundamental mejorar los procesos de mercadotecnia, la relación con los doctores y pacientes.

<sup>57</sup> GlaxoSmithKline

**Tabla 10. FUSIONES PARA ASTRAZENECA<sup>58</sup>**

Año	Compañía 1	Compañía 2	Fusión
1998-1999	Astra AB	Zeneca Plc	

### **AVENTIS PHARMA (HOECHST – RHONE-POULENC)**

Los orígenes de Hoechst y Rhone-Poulenc se remontan a la fabricación de tintes sintéticos basados en productos de carbón. La comprensión de la química de los tintes proporciona a los investigadores el "know-how" para continuar con las innovaciones en casi todos los campos de las ciencias biológicas. Los resultados de sus trabajos han conducido al diseño de productos de utilidad para mejorar la calidad de vida de las personas alrededor del mundo y abarcan campos que van desde el farmacéutico, el agroquímico, la nutrición, las pinturas, las fibras y los plásticos.

---

<sup>58</sup> ASTRAZENECA

Tabla 11. CRONOLOGÍA DE HOECHST<sup>59</sup>

AÑO	EVENTO
1863	Eugen Lucius comienza con pruebas de laboratorio para producir tinturas sintéticas. Es fundada la Farbenfabrik Meister, Lucius & Co.
1869	Construcción de la fábrica de tinturas en el mismo lugar donde la compañía permanecería hasta 1999.
1880	Transformación de la compañía en una corporación por acciones denominada Farbwerke vormals Meister Lucius & Brüning.
1883	Comenzó de la producción farmacéutica
1925-1945	Junto con otras importantes compañías químicas de Alemania, Farbwerke en Hoechst se convierte en parte de I.G Farbenindustrie
1968	Comienza la cooperación con Roussel Uclaf S.A.
1974	Farber Hoechst Agvorm. meister Lucius & Brüning es rebautizada como Hoechst Aktiengesellschaft
1987	Adquisición de Celanese Corporation de E.U.A
1994	Jurgen Dormann es nombrado como Director Ejecutivo de Hoechst AG. Comienza un período de alianzas y adquisiciones en el área de las ciencias de la vida.
1995	Adquisición de Marion Merrell Dow. Integración de Marion, Roussel-Uclaf y Hoechst Pharma en Hoechst Marion Roussel
1997	Hoechst AG se transforma en una corporación con unidades independientes de negocio
1999	Hoechst AG se integra con Rhone Poulenc para construir Aventis

<sup>59</sup> HOECHST

**Tabla 12. CRONOLOGÍA DE RHONE-POLENC<sup>40</sup>**

ANO	EVENTO
1856	Marc Guillard y Jean Marie Cartier curten pieles para la industria textilera.
1858	Fundación de la compañía Willmann et Poulenc jeune, más tarde denominada Poulenc Freres, para la producción de químicos y productos fotográficos en París
1868	Pierre Monnet funda la compañía Pierre Monnet et Cie, en la Plaine, Suiza. La compañía produce tinturas de alquitrán sintético.
1895	La compañía Gilliard, Monnet et Cartier de Lyon es transformada en una corporación por acciones denominada "La Société Chimique des usines du Rhone" (S.C.U.R). Se considera que Rhone-Poulenc nació en esta fecha
1900	Poulenc Frères se convierte en una corporación por acciones denominada :Les Etablissements Poulenc Frères
1904	S.C.U.R detiene la producción de tinturas
1928	Se integra Les Etablissements Poulenc Frères la Société Chimique des usines du Rhone, es una compañía denominada "Société des Usines nouvelle d'applications therapeutiques, Theraplix.
1931	Fundación de Société nouvelle d'applications therapeutiques, Theraplix
1956	Integración de Rhone-Poulenc y Theraplix
1961	Société des Usines Chimiques Rhone -Poulenc S.A.
1967	El instituto Meriux se convierte en parte de Rhone-Poulenc Group.
1986	Jean Rene Fourtou es nombrado presidente de Rhone-Poulenc. Adquiere -Nattemann y la división de agroquímicos de Union Carbide
1989	El Instituto Mériex adquiere Connaught Laboratories
1993	Privatización de Rhone-Poulenc
1997	Creación de la compañía de salud animal merial, como consecuencia de la unión con Merck & Co. USA
1999	Integración con Hoechst AG para construir Aventis

<sup>40</sup>RHONE - POULENC

El 1 de Diciembre de 1998, los Presidentes de Rhone-Poulenc de Francia y Hoechst Aktiengesellschaft de Alemania, las dos compañías internacionales de químicos más grandes del mundo, anunciaron su intención de crear Aventis, un nuevo líder mundial en ciencias biológicas. Un año mas tarde, el 15 de Diciembre de 1999, se completo la fusión.

Aventis es un grupo corporativo mundial con raíces europeas en Alemania y Francia. Su nueva casa matriz se encuentra ubicada en Strasburgo, el centro del Parlamento Europeo. Algunas funciones de la nueva compañía son la Contabilidad, Recursos Humanos y Comunicaciones se manejan desde la oficina central y mantienen una estrecha conexión con los negocios de Aventis, principalmente con Aventis Pharma en Frankfurt am Main y Aventis CropScience en Lyon.

La nueva compañía cuenta con importantes instalaciones de investigación y producción en Europa y Asia, así como en Norte y Sur América. Las alianzas y asociaciones con compañías e institutos de investigación a nivel mundial complementan una sólida línea de productos, incluyendo más de 60 proyectos sólo en Aventis Pharma. Una amplia y poderosa organización de comercialización que estará en capacidad de proporcionar productos nuevos a médicos y pacientes.

La base, la visión y la misión de Aventis es el deseo de mejorar la salud y el bienestar de los seres humanos, las plantas y los animales, así como proteger y mantener su ambiente natural.

Tabla 13. FUSIONES PARA AVENTIS PHARMA<sup>61</sup>

Año	Compañía 1	Compañía 2	Fusión	Compañía 1	Compañía 2	Fusión			
1990	Rorer	Rhone Poulenc	Rhone -Poulenc Rorer						
1994	Hoechst UK	Roussel Laboratories	Hoechst						
1995				Rhone -Poulenc Rorer	Fisons	Rhone-Poulenc			
				Hoechst	Marion Roussel Dow	Hoechst(HMR)			
1998-1999							Hoechst (HMR)	Rhone- Poulenc	Aventis Pharma

<sup>61</sup> AVENTIS PHARMA



Tabla 14. FUSIONES PARA JANSSEN PHARMACY DIVISION<sup>62</sup>

Año	Compañía 1	Compañía 2	Fusión	Compañía 1	Compañía 2	Fusión
1887	Johnson & Johnson					
1959		Mc.Neil Laboratories Inc.				
			Mc.Neil Pharmaceutical & Mc.Neil Consumer Products Company			
1993				Mc.Neil Pharmaceutical & Mc.Neil Consumer Products Company	RoC, S.A	
						Johnson & Johnson diagnostic businesses
1996				Centra Healthcare	Janssen Pharmacy Division	

<sup>62</sup> JANSSEN

## JOHNSON & JOHNSON

El desarrollo de las primeras preparaciones quirúrgicas confeccionadas, listas para utilizar de Johnson y Johnson a mitad de la segunda guerra mundial marcó no solamente el nacimiento de una compañía, sino también el primer uso práctico de la teoría del tratamiento antiséptico de la herida. Un producto nuevo, basado en un nuevo concepto quirúrgico, condujo a una reducción dramática en la amenaza de la infección y de la enfermedad, que demandó un gran número de víctimas postoperatorias.

La historia comienza con los descubrimientos de Sir José Lister, cirujano inglés, que identificó los gérmenes aerotransportados como fuente de la infección en el cuarto de funcionamiento. La ciencia médica entendió la necesidad del mayor cuidado en la protección de las heridas.

El Sr. Roberto Johnson creó un nuevo tipo de preparación quirúrgica, estéril, envuelto y sellado en paquetes individuales y convenientes para el uso inmediato sin el riesgo de la contaminación. Antes de descubrimientos de Lister, la tasa postoperatoria de la mortalidad era tan alta como 90 por ciento en algunos hospitales.

Sr. Johnson estableció con sus dos hermanos, Wood y Edward Mead Johnson de James formando una sociedad en 1885. Las operaciones comenzaron en Nuevo Brunswick, Nuevo-Jersey, en 1886 con 14 empleados en el cuarto piso de un edificio pequeño que había sido una fábrica de papel pintado. En 1887 incorporaron a la compañía como Johnson y Johnson.

Con pocos hospitales en los Estados Unidos en 1887 Johnson y Johnson se incorporó a la industria quirúrgica de las preparaciones. Los primeros productos eran yesos medicinales mejorados que contenían los compuestos médicos mezclados en un pegamento. Entonces una preparación quirúrgica revolucionaria fue desarrollada y puesta rápidamente en el mercado. Reconociendo la necesidad crítica de procedimientos quirúrgicos antisépticos mejorados, la compañía diseñó un algodón y una preparación de gasas suaves, absorbentes que podrían ser producidos en masa y enviados en gran cantidad a los hospitales.

Johnson y Johnson promovieron extensivamente procedimientos quirúrgicos antisépticos. En 1888 la compañía publicó el libro, " Tratamiento antiséptico moderno de la herida. La compañía comenzó a empaquetar el talco con los yesos, y pronto los clientes pedían más del polvo. El talco perfumado pronto era vendido como polvo de bebé de Johnson que es uno de los productos reconocidos a nivel mundial. Esto condujo a la introducción de un gran número de productos para bebé. En 1899 Johnson y Johnson desarrolló e introdujo el óxido del zinc de emplastro adhesivo. Debido a su mayor calidad de la fuerza y el pegarse rápido este tipo de yeso se convirtió en una herramienta importante en cirugía

## NOVARTIS

Novartis es un líder del mundo en la investigación y el desarrollo de los productos para proteger y para mejorar la salud y bienestar. Novartis fue creado en 1996 de la fusión de las compañías, de la Ciba-Geigy y del Sandoz suizos. El 7 de marzo de 1996 Novartis empezó como una nueva compañía, al juntar estas dos compañías, para crear una más fuerte: Novartis, cuyo nombre surgió de la combinación de las raíces Latinas *novae* (artes o nuevas artes), dirige sus recursos a lograr, con la innovación en todas sus áreas de actividad, el desarrollo de las nuevas artes en la ciencia de la vida en México, incorporan el esfuerzo de la investigación y desarrollo de productos

Tabla 15. HISTORIA DE GEIGY<sup>63</sup>

AÑO	EVENTO
1758	Johann Rudolf Geigy-Gemuseus (1733-1793) se inicia en la comercialización de "Materiales, Químicos, Tintes y Medicamentos de todo tipo" en Basilea
1857	Johann Rudolf Geigy Merian (1830-1917), junto con Johann Müller-Pack, adquiere un terreno en Basilea en donde construyen un molino y una planta para la extracción de tintura. Tan sólo dos años después, comienzan con la producción de fucsina sintética (colorante rojo).
1898	Fundación de la planta de producción en Grenzach, Alemania.
1883	Comienzo de la producción farmacéutica
1901	Transformación en compañía pública limitada, y en 1914 se cambia el nombre de la compañía a J.R. Geigy Ltd.
1920	Fundación de la "Geigy Colour Company Ltd." en Manchester, y tres años después una planta en Huningue, Francia.
1939	Producción en la nueva planta de Schweizerhalle. Paul Müller, un investigador de Geigy, descubre la eficacia de la propiedad insecticida del DDT; por esta labor recibe el premio Nobel en 1948.
1949	El medicamento antirreumático Butazolidin se convierte en el primer medicamento de importancia.
1956	Introducción de los primeros herbicidas realizados a base de triazina (Simazina, Atrazina)
1958	Introducción del Tofranil y sus primeros éxitos en el campo de los medicamentos psicotrópicos
1959	Introducción del primer diurético de larga duración, Higrotón, para el tratamiento de la hipertensión arterial.

<sup>63</sup> GEIGY

Tabla 16. HISTORIA DE CIBA<sup>64</sup>

AÑO	EVENTO
1856	Alexander Clavel (1805-1873) comienza la producción de fucsina en su fábrica de teñido de sedas de Basilea
1864	Se construye una nueva planta para la producción de tinturas sintéticas, y en 1873 Clavel vende su fábrica de tinturas a la nueva compañía Bindschedler & Busch.
1876	Presencia de representaciones comerciales de Bindschedler & Busch en Alemania, Francia, Inglaterra, Italia, Rusia y EE.UU.
1884	Transformación de Bindschedler & Busch en una compañía de acciones en conjunto bajo el nombre de "Gesellschaft für Chemische Industrie Basel" (Compañía para Industria Química Basel). La abreviación "Ciba" se hace tan común que ésta la adopta como su nombre en 1945.
1900	Producción de una de las primeras sustancias farmacéuticas, Vioform, un medicamento antiséptico, y Salen, un agente antiirreumático.
1908	Adquisición de una planta de producción en Montey, Suiza. En 1911 se fundan las primeras fábricas en Inglaterra (Clayton), Italia (Milán) y en 1915 en Rusia (Moscú) y Alemania (Berlín).
1918	Creación del "Interessen-gemeinschaft Basel" (Basler IG), un acuerdo entre Sandoz, Ciba y Geigy. En 1950 el Basler IG es desbandado.
1924	La coramina, un medicamento para la circulación, es sintetizada en los laboratorios Ciba.
1928	Adquisición de la producción de auxiliares textiles de Geigy.
1946	La resina epoxi (pegamento) Araldite es introducida al mercado de productos adhesivos.
1954	Producción de insecticida
1963	Introducción de Desferal, un producto innovador para el tratamiento del exceso de hierro y aluminio en conexión con la anemia de Cooley (falta de glóbulos rojos en la sangre).

<sup>64</sup> CIBA

Tabla 17. HISTORIA DE SANDOZ <sup>65</sup>

ANO	EVENTO
1886	La empresa Kern & Sandoz es creada en Basilea por el Dr. Alfred Kern (1850-1893) y Eduardo Sandoz (1853-1928). Las primeras tinturas producidas son alizarina azul y auramina.
1895	Producción de la primera sustancia farmacéutica, la antipirina, un agente para el control de la fiebre. La sociedad evoluciona hacia la compañía de acciones en conjunto "Chemische Fabrik vormals Sandoz".
1899	Primera diversificación hacia los agentes edulcorantes; inicio de la producción de sacarina.
1917	Creación del departamento farmacéutico por el Prof. Arthur Stoll (1887-1971) y comienzo de la investigación farmacéutica.
1918	Arthur Stoll aísla la ergotamina del hongo cornezuelo de centeno. Se introduce el nombre comercial Gynergen en 1921.
1929	Introducción de Calcium Sandoz, un producto innovador que establece la base para la terapia moderna de calcio. Se establece el departamento de químicos (químicos para textiles, pieles y papel).
1939	Primeros paso hacia la agroindustria; el primer producto desarrollado es el pesticida Copper Sandoz, introducido en 1943.
1958	Introducción del medicamento neuroléptico Melleril, una piedra angular en la historia de los farmacéuticos psicotrópicos.
1963	Adquisición de Biochemie GmbH in Kundl/Austria; producción a gran escala de antibióticos y sustancias desarrolladas con base en la biotecnología
1964	Primer centro de investigación fuera de Suiza en East Hanover (Nueva Jersey, EE.UU.), seguido por el Instituto de Investigación Sandoz en Viena, Austria en 1970, y el Instituto para la Investigación Médica Sandoz en Londres en 1985.
1967	Fusión con Wander Ltd. Y diversificación hacia el negocio de los productos dietéticos (Ovaltine, Isostar), seguido de la adquisición del Delmark en 1972, Wasa, la productora sueca de pan crujiente en 1982 y Gerber Babyfood (alimentos para bebés) en 1994.
1970	Ciba y Geigy se fusionan para formar Ciba-Geigy Ltd. En 1992, la compañía es renombrada Ciba en línea con la introducción de un nuevo logotipo.

<sup>65</sup> CIBA-GEIGY

**Tabla 18.FUSIONES PARA NOVARTIS<sup>66</sup>**

Año	Compañía 1	Compañía 2	Fusión
1996	Ciba-geigy	Sandoz	Novartis

## BRISTOL-MYERS

En 1989 Squibb fue adquirido por Bristol Myers realizándose así lo que fue la fusión más grande registrada en la historia de la industria farmacéutica hasta ese momento. El 13 de diciembre de 1887 y con una inversión inicial de US\$ 5.000, William Mc Laren Bristol y John Ripley Myers adquirieron la compañía farmacéutica Clinton ubicada en la ciudad de Clinton, Nueva York. Muy pronto esa pequeña empresa fue creciendo y ampliando sus negocios a todo el país.

En mayo de 1898 cambió su nombre por el de Bristol Myers Company. El primer producto de Bristol Myers Company, reconocido a nivel nacional fue la Sal Hepática. Una sal mineral laxante que tenía el mismo sabor y los mismos efectos de las aguas minerales naturales de Bohemia. Motivados por la depresión que siguió a la Primera Guerra Mundial, fortalecieron su producción de medicamentos éticos y empezaron a comercializar sus productos directamente al público.

<sup>66</sup> CIBA-GEIGY



En 1929, Bristol Myers hizo su primera emisión de acciones convirtiéndose en una sociedad anónima e inscribiéndose en la Bolsa de Valores de Nueva York. En 1943 adquirió Laboratorios Cheplin, una empresa productora de leche acidófila con sede en Syracuse, N.Y. y se convirtió así en el principal proveedor de penicilina para las Fuerzas Armadas Aliadas. En 1957 Bristol Myers adquirió Clairol, una compañía que producía tintes para el cabello y en 1967 se decidió la adquisición de Mead Johnson & Company, una compañía pionera en la producción de dextrina y maltosa, substitutos de la caña en la alimentación de niños y creadora de la primera fórmula hecha de harina de soya para niños alérgicos la leche de origen animal.

En 1986 Bristol Myers inauguró su complejo de investigación con sede en Walingford, Conneticut el cual posteriormente fue nombrado como el Centro para la Investigación y el Desarrollo Farmacéutico Richard I. Gelb, en honor al hijo mayor de los fundadores de Clairol y quien fuera Presidente de Junta de la compañía. En 1989 Bristol Myers se fusionó con E.R. Squibb and Sons convirtiéndose en un líder global en el cuidado de la salud y en la compañía farmacéutica más grande del momento: Bristol Myers Squibb

El 3 de Octubre de 1989 se realizó la fusión de Bristol-Myers con el E.R. Squibb and Sons, constituyendo así BristolMyersSquibb La fusión crea una de las compañías más fuertes del mundo con una posición líder en los siguientes cuatro mercados: farmacéutico, productos de consumo, nutricional y equipo médico.

**Tabla 19. FUSIONES PARA BRISTOLMYERSQUIBB<sup>47</sup>**

Año	Compañía 1	Compañía 2	Fusión	Compañía 1	Compañía 2	Fusión	Compañía 1	Compañía 2	Fusión
1957	Bristol-Myers	Clairol							
			Bristol Myers						
1967				Bristol Myers	Mead Johnson & Co.				
						Bristol Myers			
1989							Bristol Myers	Squibb	
									Bristol Myers Squibb

## WYETH

Wyeth ha transformado la industria farmacéutica desde su fundación en 1860. John Wyeth y hermano fundaron Wyeth en Philadelphia, Pensylvania, ahora es una de las principales compañías farmacéuticas y de biotecnología a nivel mundial. La empresa de los hermanos Wyeth era más que una droguería, también era un laboratorio de investigación que transformó las droguerías, fue una de las pioneras en la fabricación en serie.

En 1931, los productos caseros americanos American Home Products (AHP) compraron Wyeth. Siete décadas de fusiones y de adquisiciones (con las compañías principales del cuidado médico, incluyendo Mayerst, McKenna y Harison Ltd; A.H.Robins; y el laboratorio de Lederte transformando a la compañía en una gran casa generadora de investigación proporcionando medicinas de venta libre y prescripción en más de 100 países alrededor del mundo.

<sup>47</sup> BRISTOLMYERSQUIBB

Algunos descubrimientos importantes fueron: el desarrollo del comprimido de píldora o la tableta y la primera prensa rotatoria para tableta. Las cápsulas solubles de gelatina. El desarrollo pionero de una fórmula infantil sustituto de la leche materna. El primer estrógeno oral activo, que se convirtió en el producto pionero para la terapia del reemplazo del estrógeno. La primera fórmula oral puesta de una vacuna trivalente viva del poliovirus en los Estados Unidos de América.

**Tabla 20. FUSIONES PARA WYETH<sup>48</sup>**

Año	Compañía 1	Compañía 2	Fusión
1987	Ayerst Laboratories	Wyeth laboratories	
			Wyeth

## ❖ HISTORIA OTRAS EMPRESAS FARMACÉUTICAS

### SCHERING-PLOUGH

Schering Corporation fue establecida a finales de 1800 como una subsidiaria de Schering AG, una compañía química y farmacéutica alemana. En 1928 Schering Corporation se incorporó en la ciudad de Nueva York y en 1935 en Nueva Jersey. Schering Corporation inicialmente ofrecía una modesta pero prometedora línea de productos farmacéuticos para consumidores de Estados Unidos de América, la cual dejó un gran crecimiento y una rápida expansión de capacidades.

<sup>48</sup> WYETH

1940 demostró ser una época clave en la historia de la compañía, cómo ésta se desarrolló desde una compañía europea a una compañía local con operaciones de una verdadera empresa Americana. Schering Corporation fue nacionalizada por el gobierno de los Estados Unidos de América durante la primera y segunda Guerra mundial, y en 1952 la compañía pasó al sector privado.

Schering se caracterizó por un continuo crecimiento en los años 50's y 60's, debido a la investigación y actividades de adquisición llegando a ser una empresa farmacéutica basada en la investigación. En 1971 se fusiona con Plough Inc. una empresa manufacturera a nivel mundial de productos de consumo creando Schering-Plough Corporation. La fusión resultó todo un éxito.

En los 80's y 90's, Schering-Plough refinó sus cuatro áreas terapéuticas y continuó con el enfoque innovador para el tratamiento de las enfermedades. Se adquirieron nuevas tecnologías de investigación y fueron una herramienta fundamental en el programa de investigación que permitieron importantes avances farmacéuticos y progresos significativos en antihistamínicos, corticoesteroides, antibióticos, antiinfecciosos y productos antivirales.

Schering Plough tiene presencia en más de 125 países se ha dirigido por una estrategia basada en crecimiento a través de investigación por más de 50 años, combinado con una gerencia financiera sólida y excelente mercadotecnia, esta estrategia permite a Schering Plough estar en un ambiente competitivo y desarrollar nuevos productos para mejorar y alargar la vida y salud de las personas.

## **SANOFI-SYNTHELABO**

En 1970 Synthélabo se establece a partir de la fusión del laboratorio Dausse (fundado en 1834) y de los laboratorios Robert & Carrière fundado en 1899. En 1973 fueron los inicios de Sanofi por Elf Alquitaine y adquisición del grupo Labaz; acciones en Synthélabo adquirido por L'Oréal. En 1975 Sanofi adquiere una acción en Choay. En 1980 adquiere la rama farmacéutica del grupo Clin Midy Industries-Synthélabo se fusiona con Métabio-Joullié. En 1993 comercializa Zolpidem en Estados Unidos de América bajo el nombre de Ambien entra al Mercado de venta libre y se hace cargo de Laboratorios Farmacéuticos Goupil. Sanofi-Synthélabo es hoy es el principal representante de la industria farmacéutica en Francia.

## **BAXTER**

Es el líder mundial en el desarrollo y fabricación de sistemas para el tratamiento de enfermedades renales, cardíacas, medicina de transfusión, productos intravenosos y equipos para hospitales. Su innovación y talento han contribuido notablemente al desarrollo médico de nuestro siglo y han propuesto las bases científicas de los productos que se comercializarán en el milenio que inicia.

En la actualidad, Baxter se encuentra presente prácticamente en todo el mundo, recorriendo el planeta como mensajero de salud y bienestar, salvando vidas, trabajando con dedicación en 112 países, con un equipo humano integrado por más de 41 mil colaboradores. Los hermanos Falk y Donald Baxter nunca imaginaron la dimensión que alcanzaría su visión cuando iniciaron su primera empresa en Chicago Ill., poco después de la depresión de los años 20. Así nació "Don Baxter intravenous producto Inc." en 1931.

## **ELI LILLY**

Eli Lilly y Compañía se funda en Indianápolis, Ind por Colonel Eli Lilly . A los 38 años de edad el químico farmacéutico y el veterano de la Guerra civil, se vieron frustrados por el tipo de medicinas tan ineficientes de esos días. Por lo que decidieron crear una sociedad: ellos deberían fundar un compañía que manufacturara productos con la más alta calidad. Su compañía debería desarrollar medicinas que serían administradas a través de doctores la experiencia para suministrarlos. Y debería basar sus medicinas en la mejor ciencia del momento.

El hijo de Colonel Lilly, Josiah Kl., y sus dos hijos, Eli Lilly y Josiah K. Lilly fueron presidentes de la compañía, cada uno contribuyó con una distinguida gerencia. Ambos establecieron una cultura corporativa en donde los empleados son las personas de mayor valor, siendo un punto de partida para la filosofía de la empresa. Eli Lilly y Company es una corporación que conduce el buen desarrollo de nuevos productos.

## ABBOTT

Wallace C. Abbott a los treinta años de edad comenzó una nueva forma de medicina utilizó el principio activo de una planta medicinal formando píldoras minúsculas llamadas gránulos que proporcionaba la cantidad exacta del principio activo en un fármacos siendo este experimento uno de los pioneros para que Abbott se convirtiera en una compañía del cuidado de la salud más importantes a nivel mundial.

Tabla 21. CRONOLOGÍA DE ABBOTT<sup>49</sup>

Año	EVENTO
1888	El doctor Wallace C. Abbott comienza a producir gránulos dosimétricos en su departamento, en el lado norte de Chicago. El es un pionero en la nueva ciencia.
1900	El negocio se incorpora oficialmente en Illinois como el Abbott Alkaloidal Company.
1915	La compañía cambia su nombre a los laboratorios Abbott
1920	El Dr. Abbott rompe la tierra para una nueva facilidad de fabricación del norte, Illinois. Esta facilidad servirá como las jefaturas del mundo de las compañías por más de 40, y sigue siendo la localización primaria de la fabricación de la compañía de hoy.
1931	Abbott establece as su primer afiliado internacional en Montreal, Canadá. La presencia internacional de la compañía crecerá constantemente. Abbott tiene operaciones en más de 50 países y vende sus productos a más de 130 países.
1936	Abbott introduce el agente anestésico Pentothal, desarrollado por los científicos Ernest Volwiler y Donaltee Tabern de Abbott.
1941	Abbott es uno de los pioneros en Estados Unidos de América para comenzar la producción comercial de la penicilina.
1945	Abbott incorpora el capo de la radio farmacéutica, un movimiento que ése conduce a la creación que convertirá en el negocio principalmente de inmunodiagnóstico del mundo.
1973	Abbott forma su división para reunir todos los productos y servicios de diagnóstico. la compañía también introduce Asegura, el alimento médico del primer adulto.
1983	Depakote, un nuevo tratamiento para la epilepsia, se aprueba en estados Unidos de América.
1985	Abbott gana la aprobación de E.U.A de la primera prueba de diagnóstico de sida.
1990	Se introduce Clarithromycin, un antibiótico nuevo, importante del macrolide.
1994	Abbott introduce el sevoflurane, el primer anestésico verdaderamente universal.
1997	La división de productos Ross de Abbott lanza una nueva formula mejorada de de Similac en los E.U.A.
1999	Abbott adquiere Perclose, Inc. el fabricante arterial principal del dispositivo del encierro., la FDA aprueba la comerinc. Anuncian comercialización en los E.U.A
2001	Abbott termina la adquisición del negocio farmacéutico de BASF A.G., incluyendo las operaciones globales de los productos farmacéuticos de Knoll. Además Abbott adquiere Vysis Inc.
2002	Anuncia el plan para crear la manufactura mas grande de productos para los hospitales de E.U.A
2004	Abbot se hace acreedor a un contrato multianual para proveer de los instrumentos y pruebas de cinco enfermedades infecciosas.

<sup>49</sup>ABBOTT

## **BOEHRINGER INGELHEIM**

La corporación fue fundada en 1885 en Ingelheim, Alemania, donde hasta hoy se encuentra su casa matriz actualmente está representada en los cinco continentes a través de más de 156 empresas ubicadas en más de 44 países, dando empleo a 32, 6000 personas en el mundo. Boehringer Ingelheim ha concentrado su actividad en dos negocios principales: negocios de salud animal y humana.

Boehringer Ingelheim figura entre los 20 grupos farmacéuticos más importantes en el mundo con infraestructura propia para la investigación, producción y comercialización. Siendo una de las armas líderes en investigación de los padecimientos de salud humana y animal, así como en el desarrollo de medicamento y terapias innovadoras en estos campos.

Entre los tratamientos innovadores que ofrece al mercado de salud humana se encuentra spiriva, Atrovente y Combivent, Mobicox, entre otros. La línea de productos naturales Pharmaton con Pharmaton cápsula, Pharmaton complex, kiddi pharmaton, Venestat y Mensifem. La investigación y el desarrollo son los pilares en donde boehringer Ingelheim afianza su porvenir y establece su compromiso de llegar a figurar entre las primeras empresas farmacéuticas en el mundo para el año 2010. La corporación ha destinado entre el 17% y el 20% de sus ventas netas para la investigación y desarrollo, siendo ésta una de las inversiones más altas en la industria farmacéutica mundial.



## SCHERING

Comenzó hace 150 años a mediados del siglo pasado, cuando el químico alemán Ernest Schering fundara en 1851, en Berlín la "Farmacia Verde" (Grüene Apotheke), con la ayuda de grandes científicos como Adolf Butenandt y Karl Ziegler, dos ganadores del Premio Nobel; en cuyo laboratorio anexo fabricaba no solamente medicinas sino otros productos químicos para diferentes sectores industriales: fotografía, perfumes y jabones, medicinas y químicos para el agro.

En 1871, la planta química construida en Berlín Wedding en 1864, pasó a ser la "Chemische Fabrik auf Actien", convertida en sociedad pública con un capital inicial de medio millón de Taler (antigua moneda en circulación, previo al marco y ahora al euro). Hasta finales del siglo XX, continuó una estrategia de desarrollo en muy diversas áreas industriales. La concentración exclusiva en los productos farmacéuticos fue una decisión tomada hace más de una década, lo que permitió focalizar y potenciar recursos en áreas especializadas donde se mantienen posiciones de liderazgo a nivel mundial.

Durante los conflictos bélicos tuvo oportunidades de ventas dada su condición de importante proveedor de productos que fueron básicos para la supervivencia como medicinas para tratar tuberculosis, difteria, infecciones y aún pestes que hacían peligrar la alimentación básica de la población europea. La compañía creció rápidamente, gracias a la renombrada y probada calidad de sus múltiples productos, pero también por la gran visión empresarial de sus directivos para entrar a mercados importantes. Ya en 1870, Schering tenía representaciones en Holanda, Austria, e Inglaterra, y en Rusia operaban dos fábricas.

Diez años más tarde, exportaba a todos los continentes. La investigación y el desarrollo propios han sido motor de crecimiento y ha logrado siempre atraer a científicos de primera calidad, cuyos trabajos llevaban al descubrimiento de productos nuevos, destinados a cubrir necesidades insatisfechas hasta entonces.

Con la primera guerra mundial (1914-1919), Schering perdió sus propiedades en Rusia, Estados Unidos, y otros países donde operaban fábricas propias, y además se le confiscaron patentes y marcas registradas. Luego de este conflicto bélico, la compañía comenzó casi de ceros y reconstruyendo un negocio que hasta entonces había crecido a pasos agigantados. La Dirección procedió a recuperar las filiales en el extranjero, iniciándose una nueva era de exportaciones que cubrían una parte cada vez mayor del total de ingresos. Siempre tuvo claro su enfoque multinacional, al buscar presencia en mercados externos con filiales distribuidas y plantas de producción.

Durante las décadas de los '20 y '30, Schering estableció filiales en prácticamente todos los países de Latinoamérica, al igual que en los demás continentes. De ahí que varias de las sucursales de la región pueden mirar sobre al menos 70 años de existencia interrumpida por la Segunda Guerra Mundial lo que una vez más, redujo las operaciones drásticamente.

Las filiales fueron expropiadas, los productos confiscados, las licencias retiradas. Otras empresas aprovecharon la oportunidad de hacerse de muchas marcas y patentes, y Schering sólo pudo recuperar algunas de ellas. Por eso, luego de firmarse la paz, la Dirección decidió continuar con el negocio con productos nuevos, viendo que una batalla legal por las propiedades sería demasiado dispendiosa y costosa.

La fortaleza en investigación y desarrollo propios fue factor de éxito y clave para una recuperación rápida; además de un enorme entusiasmo y motivación por parte de los empleados de la Compañía. En los anuales de la historia oficial de Schering aparece que en 1879, Schering exportaba productos a los cinco continentes, apenas 9 años de haberse constituido la empresa, ya tenía presencia en Latinoamérica.

En 1926, se fundó Schering en México. Hace 70 años, iniciaron las filiales de Colombia y Chile. Venezuela abrió oficinas en 1931, y para 1939 se fundaron las filiales de Ecuador y Costa Rica. Prosperaron hasta la segunda guerra mundial, cuando fueron expropiadas en su totalidad. Sucursales como la del Perú y de Bolivia fueron inauguradas a mediados de los años 50. La participación porcentual del negocio internacional en los ingresos de la compañía en 1949 apenas un 16% y provenía de las exportaciones, ya en 1951 había aumentado a un 38%. En 1960 totalizaba un 54.2%. En la actualidad, las ventas internacionales son más del 80%.

En 1961, el mismo año que Berlín fue dividida en dos por un muro que partió a la población en los siguientes 28 años, Schering sacó al mercado el primer anticonceptivo oral: Anovlar. De esto hace 40 años, la historia de la píldora marcó la imagen de la compañía.

En 1985 se funda el Instituto de Investigación de Diagnóstico. De 1990 en adelante el desarrollo de Schering toma auge ya que el desarrollo y lanzamiento de productos es continuo. En el 2002, el Presidente del Consejo de Dirección de Schering AG, Hubertus Erlen, presenta al mundo Schering la Nueva Imagen Corporativa.

## **ROCHE**

El fundador de Roche, era un empresario pionero que fue convencido de que el futuro pertenecía a los productos farmacéuticos calificados. El reconoció que la fabricación industrial de medicinas estandarizadas sería un avance importante en la lucha contra las enfermedades. Esto lo condujo a la formación de Hoffmann-Hoffmann-La Roche y Co. El 1 de octubre de 1896 Fritz Hoffmann dio gran importancia a la información de producto como el acoplamiento entre el fabricante y los doctores farmacéuticos, los farmacéuticos y los pacientes. Poco después la fundación de la compañía, abrieron filiales en Alemania, Italia, Francia, los E.E.U.U., Gran Bretaña y Rusia.

Desde entonces, Roche se ha convertido en una de las compañías principales del cuidado humano y una de las más importantes de Europa. Roche fue fundado en un momento en que la revolución industrial cambiaba la cara de Europa. Una época rica de invenciones, los avances y el progreso social en ciencia médica y una tendencia hacia resolver las necesidades de un mercado global del cuidado de la salud. Hoffmann-Hoffmann-La Roche de Fritz realizó sus planes para la fabricación industrial de drogas de fuerza y calidad uniformes.

### **MERCK SHARP & DOHME**

Se inició hace más de un siglo en Estados Unidos, como pequeña filial de una compañía de productos químicos finos, establecida por Edmond Merck en Darmstadt, Alemania, durante el siglo XVII. A finales del siglo XIX, Alemania era el líder mundial en la nueva tecnología química y de los productos orgánicos sintéticos, por lo que los científicos norteamericanos viajaban constantemente, a fin de estudiar las técnicas más avanzadas. Muchos de ellos regresaron con conocimientos que sentaron las bases de la industria química doméstica.

Esto impulsó a Edmont Merck a organizar una pequeña oficina de ventas en Estados Unidos, como unidad independiente. George Merck, descendiente de Edmond Merck, viajó en 1891 a la ciudad de Nueva York, para establecer una filial de Merck & Co. en ese país, con gran éxito. De carácter minucioso y atento a los detalles, George Merck trabajó duramente para realizar el nombre de la compañía como proveedores de confianza de productos químicos de alta calidad.

Sus principales clientes eran los boticarios de Nueva York y áreas cercanas. En pocos años el joven Merck había duplicado las ventas de la filial y se trasladaría a su propio edificio de seis plantas, situado en University Place y la Calle Ocho. En 1897, las ventas sobrepasaban el millón de dólares. Años después, en 1917, a causa de la intervención de Estados Unidos en la primera Guerra Mundial, George Merck se vio obligado a romper lazos formales con Alemania.

Afortunadamente, su negocio estaba bien posicionado y, poco después, con el apoyo de inversionistas de Nueva York, adquirió todas las acciones. Fue entonces cuando se inició una de las etapas de mayor crecimiento para Merck & Co., así como su proceso de internacionalización. Merck & Co. contribuyó en un vasto programa de investigación, desarrollo, producción y experimentación clínica con el hongo productor de la Penicilina. Además el Dr. Selman A. Waksman (Premio Nobel de Química en 1952), en colaboración con científicos de MSD. Descubrió la estreptomicina. Años más tarde se logró la primera síntesis de un corticosteroide, la cortisona, con lo que iniciaron los antiinflamatorios. En 1953 se une Merck & Co. con Sharp & Dohme, la primera con investigación biomédica de renombre mundial y la segunda con excelentes métodos de elaboración de productos farmacéuticos y una amplia red de distribución, unión que daría uno de los sistemas de apoyo a la salud más eficientes que se conocen.

## ❖ FUSIONES

Existen diferentes razones por las cuales la industria farmacéutica puede ser analizada, una de ellas es el ambiente político en el cual operan que se puede medir en función del desarrollo de productos, precios, seguridad y eficacia, esto es vital para la salud. El poder de desarrollo para nuevos medicamentos dan una explosión en demanda, demostrando el papel tan importante que puede jugar la investigación e innovación. Los productores saben reconocer el valor de nuevos medicamentos en el mercado por tal motivo son protegidos por patentes y promovido por marcas registradas.

Un pequeño número de aproximadamente 50 multinacionales cuentan con dos terceras partes de la producción y exportación mundial por año. En 1990 Merck ingresó en 1990, 7.7 billones de dólares y la producción ascendió extendiendo la producción en de América Latina en ese año.

Existen cientos de pequeñas y medianas firmas farmacéuticas. Más de 250 compañías operando en ciudades industrializadas teniendo ventas anuales por menos de 25 millones de dólares y en proporción en más alto en ciudades desarrolladas.

Los eventos inauditos afectaron el mundo entero económicamente y socialmente. Todavía en medio de la crisis financiera, las ansiedades sociales sobre el bioterrorismo, y realizando una escalada la guerra, la industria permanecía firme. Y a pesar de las expiraciones patentes, la presión, experimentó el crecimiento global y premiado a sus accionistas. Para el año 2002 se muestran las 50 empresas que estuvieron en la cima de las ventas terapéuticas anuales.

**Tabla 22. PRINCIPALES FARMACÉUTICAS A NIVEL MUNDIAL<sup>70</sup>**

POSICIÓN A NIVEL MUNDIAL EN VENTAS ANUALES	NOMBRE DE LA EMPRESA
1	Pfizer
2	GlaxoSmithKline
3	Merck
4	AstraZeneca
5	Bristol-Myers Squibb
6	Aventis
7	Johnson & Johnson
8	Novartis
9	Pharmacia
10	Lilly

<sup>70</sup> Pharmaceutical Executive May, 2003



Las primeras 10 compañías tuvieron ventas por más de 11 billones de dólares. Además, generaron 172 billones de dólares en ventas, más del 59% del total de las 50 empresas. También comercializaron un total de 23 productos, los cuáles vendieron por más de 1 billón de dólares

La variedad en los productos que la industria produce es otra característica importante. Aproximadamente 20,000 diferentes medicinas son vendidas en enormes mercados en Estados Unidos de América y Japón. Más de 10,000 productos están disponibles en grandes ciudades desarrolladas por ejemplo Brasil, México, o República de Corea.

La diferencia de productos es grande y no sólo depende de las características del productos, también depende de los métodos de distribución, aspectos de la política nacional y campañas de promoción eficaces. Las siguientes diez compañías tuvieron ventas por más de 11.5 billones de dólares y juntos generaron 184.19 billones en venta. Comercializaron una cantidad de 23 productos por los cuáles obtuvieron más de 1 billón de dólares en ventas <sup>71</sup>.

Para el año 2002 se encuentra Wyeth en las diez industrias farmacéuticas a nivel mundial. En la siguiente tabla se mostrarán las principales 50 empresas farmacéuticas con indicadores importantes en el 2002.

---

<sup>71</sup> Pharmaceutical Executive May, 2002

Tabla 23. VENTAS Y PRODUCTOS DE MEDICAMENTOS A NIVEL MUNDIAL<sup>72</sup>

COMPANÍA	1. Pfizer	2. Glaxo Smith Kline	3. Merck	4. Astra Zeneca	5. Aventis
Ventas farmacéuticas globales (billones de dólares)	28.28	28.20	21.63	17.84	17.25
Variación con el 2001 (%)	+12	+8	+1	+9	+11
Inversión en I&D (billones de dólares)	5.17	4.29	2.67	3.06	3.67
Casa matriz	New York, New York, USA	Londres Inglaterra, UK	Whitehouse Station, New Jersey, USA	Londres Inglaterra, UK	Strasburgo, Francia
Principales productos Vendidos	Lipitor \$ 7.97 billones Norvasc \$ 3.84 billones Zolofit \$ 2.74 billones	Paxil \$ 3.22 billones Advair \$ 2.56 billones Augmentin \$ 1.87 billones	Zocor \$ 5.6 billones Vioxx \$ 2.5 billones Fosamax \$ 2.2 billones	Prilosec \$ 4.62 billones Nexium \$ 1.97 billones Seroque \$ 1.14 billones	Allegra \$ 2.18 billones Lovenox \$ 1.68 billones Taxotere \$ 1.35 billones
Acontecimientos clave	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ En el año 2002 adquirió Pharmacia</li> <li>✓ La comercialización de 10 productos generó ventas por más de \$1 billón cada uno</li> <li>✓ Produce cuatro de los diez productos líderes a nivel mundial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La pérdida de protección en patentes aumentó.</li> <li>✓ I&amp;D, lanzarán 12 productos durante los próximos 2 años.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Zetia, el Nuevo tratamiento para el colesterol fue aprobado.</li> <li>✓ Merck-Medco, los productos derivados se mantuvieron.</li> <li>✓ Nuevos indicadores para Singulair y Cozaar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Crestor se aprobó en Europa</li> <li>✓ El tratamiento para el cáncer de pecho, arimidex fue aprobado por la FDA.</li> <li>✓ La competencia genérica empezó con ventas de erode Prilosec</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ha tenido crecimiento constante por tres años.</li> <li>✓ El mercado se extendió a Ketek y Lantus.</li> <li>✓ Allegra se posicionó como líder en el mercado.</li> </ul>

<sup>72</sup> Pharmaceutical Executive May, 2003

**Tabla 24. VENTAS Y PRODUCTOS DE MEDICAMENTOS A NIVEL MUNDIAL<sup>73</sup>**

COMPANÍA	6. Johnson & Johnson	7. Novartis	8. Bristol Myers Squibb	9. Pharmacia	10. Wyeth
Ventas farmacéuticas globales (billones de dólares)	17.2	15.36	14.7	12.03	11.7
Variación con el 2001 (%)	+15.5	+4	-2	+1	+7
Inversión en I&D (billones de dólares)	2.7	2.06	2.2	2.32	2.08
Casa matriz	New Brunswick, New Jersey, USA	Basel, Suiza	New York, New York, USA	Peapack, New Jersey, USA	Madison, New Jersey, USA
Principales productos Vendidos	Procrit \$4.3 billones Risperdal \$2.1 billones Remicade \$1.3 billones	Diovan \$ 1.88 billones Sandimmun \$ 1.17 bill. Lamasil \$ 991 millones	Pravachol \$2.26 billones Plavix \$1.89 billones Taxol \$857 millones	Celebrex \$3.05 billones Xalatan \$ 928 billones Detrol \$ 757 millones	Effexor \$ 2.07 billones Premarin \$ 1.87 billones Protonix \$ 1.07 millones
Acontecimientos clave	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Encontró una nueva aplicación para Topamax, para la prevención de migraña, dolores de cabeza y para el tratamiento de la epilepsia.</li> <li>✓ Adquirió Socios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La FDA aprobó Zelnorm. Nuevo tratamiento para síndrome del intestino iritado.</li> <li>✓ Nuevos indicadores para cizoril y Gleevec.</li> <li>✓ Xolair se aprobó en Australia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Glucophage pierde patente y el 67% de sus ventas.</li> <li>✓ El crecimiento en ventas de Plavix fue del 67%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fue adquirido por Pfizer.</li> <li>✓ Xalatan y Zyvox expandieron sus indicadores.</li> <li>✓ Detrol incrementó sus ventas en un 23 %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Las ventas de Effexor sobrepasaron los \$2 billones, y Protonix excedió el millón en ventas.</li> </ul>

<sup>73</sup> Pharmaceutical Executive, May, 2003

**Tabla 25. PRINCIPALES 10 PRODUCTOS VENDIDOS A NIVEL MUNDIAL<sup>74</sup>**

RANQUEO	PRODUCTO	INDICACIÓN	COMPANÍA	BILIONES(Dó.)
1	Lipitor(atorvastatin)	Reductor del colesterol	Pfizer	7.97
2	Zocor(simvastatin)	Reductor del colesterol	Merck	5.6
3	Prilosec(omeprazole)	Bomba Inhibidora Protón	AstraZeneca	4.62
4	Procrit(epoetin alpha)	Terapia para la anemia	Johnson & Johnson	4.3
5	Norvasc(amlodipina)	Antihipertensivo	Lilly	3.69
6	Zyprexa(olanzapina)	Antisicótico	22	
7	Paxil(paroxetina)	Antidepresivo	GSK	3.22
8	Prevacid(Lanzoprazol)	Anteulcerante	TAP(Takeda-Abbot)	3.14
9	Celebrex(celecoxib)	COX-2 antiinflamatorio	Pharmacia	3.05
10	Zoloft(sertraline)	Antidepresivo	Pfizer	2.74

<sup>74</sup> Pharmaceutical Executive, May, 2003

**Tabla 26. LÍDERES EN VENTAS POR CLASE TERAPÉUTICA (COMPARACIÓN ENTRE 2002 Y 2003)<sup>75</sup>**

		BILIONES DE DÓLARES	% CAMBIO
1	Antiulcerantes	21.9	+9
2	Reductores de triglicéridos y colesterol	21.7	+12
3	Antidepresivos	17.1	+5
4	Antireumáticos no esteroides	11.3	+1
5	Antagonistas del calcio	9.9	-1
6	Antisicóticos	9.5	+19
7	Productos eritropoieticos	8.1	+18
8	Antidiabéticos orales	8.0	+2
9	Inhibidores de ACE	7.8	0
10	Cefalosporinas y combinaciones	7.6	-3

<sup>75</sup> Pharmaceutical Executive, May, 2003

**Tabla 27. GASTOS PROMOCIONALES DE LOS 10 PRINCIPALES PRODUCTOS<sup>74</sup>**

RANKING	NOMBRE	MILLONES DE DÓLARES
1	Nexium	756
2	Vioxx	700
3	Lipitor	576
4	Prevacid	548
5	Zocor	546
6	Celebrex	526
7	Zolof	411
8	Paxil	348
9	Viagra	339
10	Clarínex	320

La industria farmacéutica fue la más rentable en EEUU durante 2001. Diez compañías de este sector se encuentran entre las 500 mayores empresas estadounidenses, según la lista que elabora cada año la revista "Fortune".

<sup>74</sup> Pharmaceutical Executive, May, 2003

En total, las diez compañías que aparecen en esta clasificación —Merck, Johnson & Johnson, Pfizer, Bristol-Myers Squibb, Pharmacia, Abbott Laboratories, Wyeth, Eli Lilly, Schering-Plough y Amgen, por este orden ganaron en 2001 37.200 millones de dólares (más de 42.000 millones de euros), es decir, 9.200 millones (más de 10.500 millones de euros) más que en 2000. Sus beneficios aumentaron un 32%, mientras que, en 2001, las ganancias de las 500 compañías aparecidas en esta lista disminuyeron, como media, un 53% con respecto al año anterior. Además, esta decena de farmacéuticas encabeza los tres valores que la revista emplea para evaluar la rentabilidad de una empresa, es decir, obtienen el mayor rendimiento de sus activos, de su valor patrimonial y de sus ingresos. Una de las causas «del extraordinario crecimiento de ventas» del sector fueron los fármacos 'best seller'. La asociación de consumidores añade que el año pasado hubo más compañías que nunca con medicamentos superventas.

En 2001, 29 medicamentos rompieron la barrera de los mil millones de dólares (unos 1.400 millones de euros), casi duplicando la cifra de 15, en 1999. Las farmacéuticas se clasifican como la industria más rentable. Cuatro de estos "best seller" —Lipitor (nombre comercial de atorvastatina), el antidepresivo Zoloft, el antiepiléptico Neurontin y el calciobloqueante Norvasc— pertenecen a la farmacéutica más rentable, Pfizer, que el año pasado ganó 7.800 millones de dólares (casi 9000 millones de euros), es decir, más que las compañías constructoras, textiles, editoriales y ferroviarias que aparecen en la lista de "Fortune" todas juntas. En el segundo puesto se encuentra Merck, también con tres "superventas" y con beneficios de: 7.300 millones de dólares (unos 8.400 millones de euros).

## ❖ MEXICO EN EL "TOP TEN"<sup>77</sup>

La industria farmacéutica en México mantiene un nivel de inversión promedio de hasta 150 millones de dólares anuales, monto que podría pasar este año a 200 millones lo cual significará más empleados, nuevos productos y mayor impacto en la mejora de la salud de la población. Sin embargo, existe la interrogante sobre cómo lo está logrando, siendo que la economía global y en particular la de México no registran crecimientos sostenidos.

De acuerdo con los analistas y las propias empresas la principal atracción que tienen los inversionistas hacia el país, radica en el hecho de que nuestro país se basa en el hecho de que ocupa uno de los primeros diez lugares a nivel mundial en el mercado farmacéutico. Detrás aparecen innumerables factores en los que los actores principales, llámense empresas, gobierno o consumidores que juegan un papel importante y forman parte de una compleja estructura que impulsa a esta industria. Para Enrique Conterno, director general de los laboratorios Eli Lilly México, empresa con más de 60 años en el país, el hecho de estar en el "top ten" mundial del sector basta para decidir traer una planta e iniciar actividades aquí. En términos globales, detalló el directivo, la industria farmacéutica creció aproximadamente 9.5% en dólares constantes. Sin embargo, este crecimiento fue menor que el obtenido antes de 2003. De 1998 a 2002, refiere, el crecimiento de la industria farmacéutica ha sido de alrededor de 11 por ciento.

---

<sup>77</sup> Mundo Ejecutivo, Junio, 2003



En México se ha reflejado muy por debajo de este nivel, aunque al final sigue siendo un incremento. En 2003, la industria farmacéutica asentada en territorio nacional creció dos por ciento. Entre los factores considerados por las empresas para venir al país, destaca también el poblacional, es decir que al entrar en un período de envejecimiento la gente requiere de mayor atención y productos para su salud. "Otro factor es la innovación, es lo que mueve la industria farmacéutica, la hace crecer y traer productos que cubren necesidades o para los que no existía cura". De ahí, que la investigación requiera de incentivos, para no limitar la capacidad de desarrollo de las empresas.

Enrique Conterno mencionó, como ejemplo, que su compañía cuenta con 60 personas que trabajan en el área médica con diversos proyectos de alcance global para la producción de nuevos medicamentos. Para ello, insistió, "se requiere contar con reglas claras en todos los ámbitos jurídicos y sanitarios del proceso productivo en materia de regulación para alcanzar el éxito en todos los ámbitos". Miguel Ángel Molina gerente regional de asuntos corporativos de Pfizer aseguró que no existe una recuperación significativa en el crecimiento del mercado. "Crece, pero por debajo de los niveles en lo que había hecho. Hubo años en los que el mercado farmacéutico creció a tasas del 18 al 19 por ciento", añadió.

A pesar de lo anterior ven con buenas perspectivas el desempeño de la industria en 2004, debido a los lanzamientos innovadores que están haciendo. Tomamos en cuenta factores internos, externos, de ambiente político, social y económico-financiero. Lo que motiva a los empresarios básicamente es la estabilidad económica, aunque también les atrae la estabilidad política.

Expresó que la certidumbre jurídica es relevante como elemento de decisión y más cuando engloba el respeto al estado de derecho. México está en una posición estratégica y de avanzada respecto a la región latinoamericana y eso se reconoce a nivel internacional por los tratados comerciales que tiene con Estados Unidos de América, Canadá, la Unión Europea y recientemente con Japón. Coincidió con el director general de Eli Lilly en el sentido en que se está promoviendo, conjuntamente con las instituciones gubernamentales, una reforma integral al sector salud que permita proveer un mejor marco de prevención y otorgamiento de servicios de salud a los mexicanos.

Richard Leiske, director general de los laboratorios Boehringer Ingelheim Promeco, pensar en fusiones o en sinergias económicas siempre resulta fructífero y ofrecerá posibilidades de crecimiento. Añadió que a nivel internacional la industria innovadora, la que realmente invierte en investigación para nuevas moléculas tiene un futuro atractivo por delante. Uno de los factores que está impulsando el crecimiento de la industria es la investigación y los lanzamientos de productos para atacar diversas enfermedades, algunas nuevas.

El directivo comentó que muchas empresas toman en cuenta el tipo de gente que trabajará en la compañía y particularmente resaltó la capacidad que tiene el personal mexicano. "La gente es entregada con buena educación, muy capaz, eso es muy importante para poner en marcha una planta con los más altos estándares de calidad en sus procesos".

Ricardo Álvarez Tostado, presidente y director de AstraZeneca opinó que México ocupa un lugar legítimo como décima economía mundial y eso es un imán. "Estamos en una transición interesante, donde el crecimiento viene por precio, volumen e innovación y, claro, por la reestructuración de todos estos elementos". Añadió que la tendencia es hacer de los genéricos una fuente de financiamiento de las propias empresas que hacen innovaciones, porque darán un soporte económico importante.

Según información de la Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica (Canifarma) este sector ocupa 1.18% del Producto Interno Bruto y 6.26% del PIB manufacturero. El valor estimado del mercado de productos farmacéuticos es de 7,392 millones de dólares, unas 990 millones de unidades para el mercado privado. Mientras que el mercado público (Instituto Mexicano del Seguro Social, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de Trabajadores del Estado y la Secretaría de Salud) representa 1,850 millones de dólares, cerca de 875 millones de unidades. En total, el mercado farmacéutico compuesto por 200 empresas asciende a unos 9,244 millones de dólares.

La industria exportó mercancías por unos 890 millones de dólares durante 2003 e importó 1,288 millones de dólares. Estas empresas generan alrededor 92,000 empleos, de los cuales 47,000 son directos y 45,000 indirectos. Eric Hagsater, presidente de Canifarma, comentó que existe preocupación porque la economía informal crezca y la formal vaya en sentido contrario. Hagsater expresó que la industria pretende mantener este año la tendencia actual de inversión, de al menos unos 150 millones de dólares, inversión dirigida en mayor parte en la modernización de plantas y la ampliación de la capacidad productiva.

Reconoció que la industria se siente más tranquila, por una actitud más positiva, como es el respeto a las patentes y medidas del gobierno como el Seguro Popular, el cual busca que haya más acceso de la población a medicinas y servicios de salud. Hagsater exaltó la importancia de que la regulación sea estricta y apegada a los estándares internacionales, porque se volverá un incentivo para que las empresas decidan establecerse en México.

"La visión de la industria nacional es otra y es por medio de su representante, Mauro Lara, Presidente de la Asociación Nacional de Fabricantes de Medicamentos (Anafam) que la conocemos mejor. "Desde el punto de vista de unidades vendidas no percibo que haya un crecimiento, por el contrario, ha habido una contracción en el volumen vendido anualmente", Lara señaló que el aparente crecimiento no se debe más que a una recuperación de inventarios, tanto de parte del sector privado como del público. Lo cual es reflejo de poner al corriente los inventarios que estaban deteriorados por las condiciones económicas del año pasado.

Incluso podría registrarse alguna baja, porque una vez que los inventarios se hayan estabilizado vendrá una disminución en los pedidos y en la compra de productos farmacéuticos. Al referirse a los medicamentos Genéricos Intercambiables (GI), los cuales son copias plenamente autorizadas y probadas en su efectividad y eficacia, dijo que, a pesar de lo que se desea, representan un pequeño porcentaje del mercado farmacéutico.

Hasta el año pasado, los GI no representaban más de 2.5 o 2.6 por ciento de las ventas totales en el sector, es una cifra baja si la comparamos con el porcentaje de 40% que tienen esos productos en los mercados estadounidense, canadiense o en la Unión Europea.

Rafael Gual Cosío, director ejecutivo de la Asociación Mexicana de Industrias de Investigación Farmacéutica (AMIF) resaltó la innovación como punto central para el sector, proporciona un aspecto importante para investigar y desarrollar productos. Donde México se ha consolidado como país, es en el número de estudios clínicos, los cuales forman parte del proceso que lleva al lanzamiento de un producto farmacéutico.

Explicó que "de 400 estudios realizados en 2002, para 2003 se pasó a mil, lo cual es un parámetro significativo del crecimiento del sector y de la confianza que tienen los laboratorios internacionales en México". Gual Cosío aseguró que "a medida que realiza un mayor número de estudios se genera prestigio y se atraen nuevas inversiones en este campo, dejando además una derrama tecnológica porque los médicos conocen los medicamentos desde el principio"

Los millones de dólares van destinados al final a resolver un problema de salud que actualmente no tenga cura o que requiera de un tratamiento médico largo. Las inversiones destinadas al sector farmacéutico en México no se detendrán, será la clave para hacer que nuestro país permanezca en la lista de los diez mercados farmacéuticos más importantes en el mundo.

## **CAPITULO V**

### **PAPEL DEL INGENIERO QUÍMICO EN LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA**

Toda la industria química de procesamiento de material actual ha sido el resultado de la actividad de los ingenieros químicos, aunque los antiguos no se hayan llamado de esa manera. La industria primitiva fue desarrollada por individuos con una preocupación igual a la que tienen los ingenieros químicos; la única diferencia real es la aplicación racional del método experimental y de las ciencias.

En la actualidad se cuenta con conocimientos más amplios sobre los materiales que se manejan, sobre la manera de construir los equipos, acerca de cómo organizar las actividades para una operación eficiente de las plantas. Por otro lado se dispone de una mayor cantidad de materiales de construcción de equipos y materias primas para hacer lo que se desea hacer. La palabra ingeniero se deriva de la palabra genio que fue tomada del latín "genius", que era una deidad que se identificaba con su suerte. Esta palabra se deriva del verbo "gognere", que significa engendrar. De allí mismo se derivó "ingenium", como una forma de describir las cualidades innatas de alguien.

Al pasar al español esta palabra se convirtió en ingenio, de donde se derivó ingenioso, ingeniosidad, ingeniar, ingeniería, ingeniero. El primer ingeniero que existió al parecer fue ingeniero militar.

En los grabados y pinturas del antiguo imperio asirio se pueden ver ya importantes máquinas de guerras usadas para el asedio y la destrucción de las fortificaciones enemigas. Los romanos llevaron esta técnica a niveles aún más elevados, aunque el ejército que entonces se dedicaba a la destrucción, también se ocupaba de las construcciones de puentes, caminos y acueductos dirigidos por ingenieros.

Durante el Renacimiento la construcción de cañones y maquinaria de guerra se encomendó a personas que no dudaban en cambiar el papel de artista por el lápiz de diseñador, por ejemplo: Leonardo De Vinci. La acumulación de conocimientos hizo ver poco la necesidad de una educación sistemática para formar individuos que pudieran incluir su genio creador al diseño y construcción de nuevas máquinas y equipo.

Así fue como durante la revolución industrial se crearon institutos tecnológicos o escuelas superiores para la enseñanza de la ingeniería civil, mecánica, naval y de guerra. Los individuos que salieron de estos centros cambiaron la fisonomía Europea y en poco tiempo se trazaron vías ferreas que pasaban por puentes de acero diseñados por los ingenieros, encontrando en las nuevas máquinas un gran impulso en la industria de entonces.



Su éxito fue tal que pronto abrieron escuelas de ingeniería no sólo en Europa, sino en América. A fines del siglo pasado, los adelantos en la teoría y en la práctica de la electricidad hicieron necesaria la creación de la carrera de ingeniero electricista. Estos ingenieros no inventaron las cosas que tanto nos maravillaron como la luz, el motor eléctrico, el teléfono, el radio y el telégrafo, sin embargo con su talento hicieron que aquellos inventos se fabricaran a gran escala y llegaron a casi todos los hogares del planeta.

En el siglo XIX se advirtió la necesidad de un nuevo profesionista que llevara a cabo las funciones que hasta entonces había correspondido al químico y al ingeniero mecánico. La idea recibió oposición en Inglaterra pero fue bien recibida en E.U.A. donde, se empezaron a impartir los primeros cursos de ingeniería química a finales del siglo XIX.

El nuevo profesionista tuvo éxito porque suplía las deficiencias del químico (operación a pequeña escala) con apartados de vidrio y las del ingeniero mecánico que no conocía de los procesos ni operaciones químicas. En varios países de América fue bien recibido el concepto del ingeniero químico, no así en Europa en donde sólo hasta después de la segunda guerra mundial contó con la aceptación de los tecnológicos, escuelas superiores y universidades.

Los ingenieros químicos desarrollan sus actividades en el campo de la industria de los procesos, en actividades relacionadas tanto con la creación como con la operación de plantas. El trabajo del ingeniero químico tiene que ver con la creación y la operación de equipos y plantas en las cuales se aplican procesos de transformación que modifican propiedades físicas o químicas de los materiales, son los responsables de que tanto la creación como la operación mencionadas sean técnicamente adecuadas además de económica, social y ecológicamente óptimas.

Los ingenieros químicos al igual que otros profesionales se reúnen en Asociaciones como el Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos (IMIQ) o el Instituto Americano de Ingenieros Químicos (AIChE). En estas organizaciones los ingenieros químicos se comunican e intercambian ideas con sus colegas en ellas se suelen editar revistas o folletos que los mantienen al tanto de los nuevos adelantos y hechos relacionados con la industria química.

Las actividades relacionadas con la industria de procesos se pueden ubicar en dos grandes campos:

1. Las encaminadas en la creación de plantas químicas.
2. Las encaminadas a la operación de estas plantas.

Las primeras son principalmente planeación, investigación aplicada, diseño, adquisiciones, construcciones y arranque de plantas; las segundas son: producción, control de calidad, ventas, adquisiciones, mantenimiento y servicios técnicos.

La administración está en cada una de las actividades y a nivel global. Quien controla y coordina el primer grupo de actividades es el jefe de proyectos, en el segundo caso el gerente de la planta.

**Figura 4. ETAPAS DE LA INDUSTRIA DE PROCESO<sup>78</sup>**



<sup>78</sup> La Industria química en México. Valiente Bandera. 1987

El primer grupo de actividades es transitorio, el segundo es permanente, lo cual origina que quienes desarrollan actividades para creación tienen que cambiar continuamente de caso o de problema y quienes operan las plantas están continuamente manejando el mismo caso. La primera situación requiere decisiones rápidas, la segunda permite el estudio de alternativas de soluciones y el perfeccionamiento continuo de lo que se está realizando. El objetivo de la primera es la construcción de una planta que opere según lo planeado, en la segunda se busca una optimización económica.

El ingeniero químico debe tener una amplia variedad de talentos. Debe entender cómo y por qué actúa un proceso, debe ser capaz de diseñar, instalar y operar cada uno de los equipos y debe tener la capacidad para determinar las ganancias al arrancar la producción de ese proceso en particular. Así como el conocimiento fisicoquímico combinado con la actitud práctica de un mecánico. Además el ingeniero químico está en contacto directo con trabajadores de una gran variedad de niveles y deberá tener la habilidad de mantener una relación de respeto y cordialidad con todos.

El ingeniero químico deberá aplicar el conocimiento científico al aprovechamiento de los recursos naturales en beneficio del hombre. No sólo tiene que conocer la ciencia, sino también al hombre y debe comprender la influencia social y económica de su labor.

## ❖ EL INGENIERO QUÍMICO EN EL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN DE PLANTAS

Para la creación de nuevas plantas es fundamental la investigación tecnológica que es donde surgen los nuevos procesos y las nuevas plantas. La investigación tecnológica termina cuando se han determinado: las materias primas, condiciones de operación (presión y temperatura), rendimiento, recirculaciones y productos finales.

La investigación tecnológica sola, no puede producir una nueva tecnología, se requiere también de la planeación económica con esto sabremos no sólo el momento oportuno en que debe arrancar una nueva planta sino también cuál es la tecnología más adecuada desde varios puntos de vista, por ejemplo: el económico, el de las materias primas, el de la localización, el de distribución de productos, mano de obra y beneficios social.

Desde hace muchos años la ingeniería de proyectos ha pasado de ser casi inexistente en el país al competir a nivel internacional al grado de que actualmente México exporta ingeniería de alguna clase de proyectos. Este desarrollo, sin embargo se ha circunscrito a la ingeniería de detalle, ya que el acelerado crecimiento de la industria y la facilidad de importar tecnología, crearon una mayor demanda para estos servicios, descuidando el diseño mexicano.

Existen firmas de ingeniería bien estructuradas y organizadas que compiten con cualquier otra en el mundo en calidad y eficiencia en las áreas de especificar equipos, operaciones unitarias, manejo de proyectos, estimaciones de costos y construcción. Cuando se ha llegado a la conclusión de que existen tanto la tecnología y oportunidad de construir una nueva planta industrial, se inician las actividades del ingeniero de proyectos que son:

### **INGENIERÍA DE PROCESOS**

Es la responsable del dimensionamiento de la planta, de todas las corrientes de material que se procesan, del intercambio de calor en todos los puntos donde existen y de todos los equipos necesarios para que la planta opere, se especifican las condiciones de presión temperaturas, gastos y niveles en todos los equipos y tuberías, también se especifica la instrumentación requeridas para matener las condiciones especificadas.

### **INGENIERÍA DE DETALLE**

Es la que se refiere a la realización en detalle de todo lo especificado por quienes desarrollan las actividades de ingeniería de proceso. Durante esta etapa se diseñan torres, recipientes, intercambiadores de calor, se seleccionan bombas, compresores, instrumentos y el equipo de accesorios. También se diseñan las tuberías, las cimentaciones, los edificios y el sistema eléctrico.

## **ADQUISICIONES**

En la ingeniería de proyectos son altamente especializadas y están a cargo de ingenieros especialistas. Generalmente los responsables de la compra son los mismos ingenieros que hicieron el diseño o las especificaciones de los equipos y materiales.

## **CONSTRUCCIÓN**

Es la etapa en donde convergen la ingeniería de detalle y las compras, los planos, normas y especificaciones indican a los ingenieros y obreros la manera de ensamblar los equipos y materiales adquiridos para obtener una planta que opere de acuerdo con las bases de diseño.

## **ARRANQUE**

Es la etapa definitiva de la creación de plantas. En primer lugar todos los circuitos, tuberías, instrumentos e instalaciones eléctricas, se deben probar individualmente para que funcionen de acuerdo a lo especificado. Se debe comprobar lo hermético en las instalaciones, sobre todo en caso de materiales tóxicos o inflamables.

## **❖ EL INGENIERO QUÍMICO EN LA OPERACIÓN, LA PRODUCCIÓN Y EL MANTENIMIENTO**

Una vez construida una planta, es necesario operarla para lo cual se debe desarrollar una serie de actividades simultáneas a fin de que la planta produzca aquello para lo que fue diseñada. Aquí desaparece el tiempo como variable importante y permanece el aspecto técnico y el económico. Las principales actividades que deben desarrollarse son:

## **ADQUISICIÓN**

Tienen como objetivo suministrar todos aquellos equipos y materiales necesarios para la operación y mantenimiento de la planta. Las actividades son muy parecidas a las mencionadas en las de un proyecto aunque para este caso se trata de mantener un inventario para cada tipo de material, con base en el consumo del mismo. Por esta razón la labor está centrada en el mantenimiento al día de inventarios de todo aquello que se compra.

Quien esté a cargo de esta área deberá ser capaz y tener la habilidad para obtener el precio más bajo de materias primas de mejor calidad para la planta, para mantener una reserva adecuada de materias primas de acuerdo con los planes de producción de la planta para adquirir todas las materias primas extras en plazos mínimos y para adquirir los equipos y materiales necesarios para el buen funcionamiento de la planta. Los conocimientos son muy concretos pues incluyen las especificaciones de las materias primas que maneja la planta y la calidad ofrecida por cada uno de los proveedores para la entrega de materias primas.

## **PRODUCCIÓN**

Tiene como finalidad mantener un inventario de productos terminados, a fin de garantizar una entrega expedita a los consumidores; los limitantes a la operación son el suministro de materias primas la capacidad de suelo de la planta y el consumo de productos terminados.



Las actividades principales que se desarrollan dentro de este paso son: planeación del tiempo normal y tiempo extra, planeación del número de trabajadores, supervisión de trabajadores, supervisión de la operación de los equipos, supervisión de la calidad durante la manufactura, estimación del consumo mensual de las materias primas, determinación del costo unitario de los productos y supervisión de la seguridad industrial. Los conocimientos más útiles en el campo de la producción son: la ingeniería de procesos, las operaciones unitarias, las ingenierías eléctrica y mecánica, mantenimiento, control de emisión de contaminantes y relaciones humanas.

Los puestos de producción y operación de plantas son un buen punto de partida para una carrera en la industria. El horario rígido, muchas veces acompañado de turnos de trabajo, que requieren de un programa eficiente de producción, imparte al individuo una disciplina de trabajo y sentido de responsabilidad no sólo en cuanto a la puntualidad sino al cumplimiento de compromisos y fechas límite. Los conocimientos frescos que trae el ingeniero de la escuela, en fisicoquímica, operaciones unitarias, electricidad y materiales de construcción, encuentran amplias oportunidades de aplicación tanto en la absorción y el aprendizaje de los pasos y condiciones del proceso que va a operar, como en la generación de ideas para mejorarlo.

### **CONTROL DE CALIDAD**

El control de calidad es la comparación contra normas preestablecidas de materias primas, materiales en proceso, productos terminados y materiales de empaque, generalmente existen equipos e instrumentos especiales para cada aspecto de la calidad que se está controlando, los aspectos que con mayor frecuencia se controlan son composición química, color, sabor, y estabilidad.

Se requiere tener habilidad para la determinación de propiedades, para elaboración de procedimientos y métodos de control de calidad para elaborar estadísticas y determinar los límites mínimos y máximos de las variables a controlar. Los conocimientos más útiles son: la estadística química experimental y análisis fisicoquímicos.

## **VENTAS**

Tiene como función hacer llegar a los compradores los productos terminados con base en las ventas se determinan la producción de las plantas y la necesidad de materias primas, las actividades de ventas son: visitas a posibles compradores, preparación de cotizaciones, expedir la entrega de pedidos, estudio de necesidades de producto en el mercado y publicitar sus productos. En las ventas industriales se está vendiendo un producto que el cliente necesita comprar de uno o de otro proveedor, la relación se hace a través de un comprador profesional, cuya misión es comparar precios y condiciones ,así como el valor del uso final del producto y recomendar el mejor.

Las ventas industriales consisten en que el vendedor tiene que definir cual es el mercado potencial para su producto para después caracterizar la necesidad de cada grupo de posibles clientes, analizar que ofrece la competencia y recomendar una estrategia de ventas. El Ingeniero Químico tiene que poner a práctica esa estrategia de ventas en el plano táctico, asegurándose de que le llegue al cliente la información, el servicio y el producto. Las funciones del ingeniero químico en el área de ventas industriales son: investigación, conceptualización, planeación y administración.

## **MANTENIMIENTO**

Mantiene a todos los equipos, accesorios e instrumentos de la planta en tal estado que la operación de la planta no presente problemas. Las principales actividades desarrolladas por el área de mantenimiento de una planta son la limpieza periódica del equipo, calibración de instrumentos, pintura y engrasado del equipo industrial.

## **SERVICIOS TÉCNICOS**

Por lo general funciona tanto por la planta como para los consumidores de los productos de las plantas internamente y tienen a cargo obtener datos sobre la operación de las diversas partes de la planta a fin de mejorar su funcionamiento y buscar materias primas sustitutivas, ensayar materiales de empaque alternos para resolver problemas en la operación de la planta.

Se debe tener habilidad para hacer modificaciones de equipo o de condiciones de operación, sustitución de materias primas, estudiar fallas permanentes de operación y estudiar problemas de calidad en los procesos. Los principales conocimientos que se requieren en esta área son: operaciones unitarias, ingeniería de proceso, ingeniería de proyectos y fisicoquímica.

## **ADMINISTRACIÓN Y GERENCIA**

Tiene como objetivo coordinar todas las actividades mencionadas, dar apoyo necesario para que se lleven a cabo. El interés primordial es lograr que cada uno de los grupos cumpla con sus objetivos inmediatos y a largo plazo. La principal capacidad requerida de quien es responsable de la administración de una planta son: que tenga habilidad para organizar personal, para planear a largo plazo las actividades de la planta para definir responsabilidades a cada grupo, controlar adecuadamente el desarrollo de las actividades.

## **EL INGENIERO QUÍMICO Y LA INVESTIGACIÓN**

En la primera fase del desarrollo rápido de la economía de posguerra, es decir, en el periodo de 1945–1960 la industria creció más rápidamente, las escuelas absorbieron a todos los técnicos que se formaron y era difícil atraer profesores e investigadores de medio y tiempo completo en ingeniería química.

La mejora de los niveles de retribución a los profesores e investigadores, la creación de programas de estudios más dinámico de posgrado aunado al hecho de que la oferta de profesionistas químicos alcanzó por primera vez demanda a finales de la década de los sesenta, permitió que se formaran plantillas de profesores e investigadores de tiempo completo en las universidades y tecnológicos del país.

La industria química es una industria dinámica y muy competitiva, cada año aparecen nuevos productos en el mercado con nuevas aplicaciones para los productos. Los esfuerzos de investigación y desarrollo en la industria química dan por resultado entre otras cosas procesos para la fabricación de productos químicos. Si una compañía no destina dinero a la creación de su propia tecnología tendrá que invertirlo en la compra de tecnología externa, lo cual debilitará su competitividad a nivel mundial. La investigación y el trabajo experimental pueden definirse como un trabajo creativo, hecho sistemáticamente para mejorar el acervo científico y tecnológico para usar este conocimiento en nuevas aplicaciones. Existen tres clases de investigación y desarrollo: la investigación básica, la investigación aplicada, y el desarrollo experimental.

La investigación básica es la que es llevada a cabo para alcanzar nuevos conocimientos y comprensión de la ciencia, en principio no está dirigida a ninguna aplicación práctica: la investigación básica proporciona nuevas hipótesis, teorías y leyes. En general, los resultados de la investigación básica no son negociables y se publican en las revistas científicas o circulan entre los asistentes a congresos, conferencias o simposios. En relación con la ingeniería química la investigación básica tiene por objeto conocer los fundamentos teóricos de los procesos y operaciones unitarias y la obtención de propiedades fisicoquímicas.

La investigación aplicada es toda aquella llevada a cabo para obtener nuevos conocimientos científicos o tecnológicos y está dirigida hacia objetivos prácticos. Los resultados de la investigación aplicada son válidos para un número limitado de productos, operaciones, métodos y sistemas.

La investigación exploratoria o prospectiva tiene como objeto la búsqueda de nuevos productos o nuevos métodos, generalmente está a cargo de un grupo de químicos con alto nivel académico que trabaja en una universidad o en una industria.

## **CONSULTORÍA**

El subempleo consiste en que los ingenieros ocupen puestos de un nivel tal que podrían ser ocupados por técnicos medios. Ambas debilidades son quizás producto del mismo factor: bajo porcentaje de profesiones capaces y experimentadas en algunos de los múltiples campos o especialidades con una gama muy amplia de conocimientos, pero sin el dominio necesario de un campo en particular.

El rápido crecimiento de la economía a raíz de la segunda guerra mundial y la política en el fomento de sustitución de importaciones, crearon muchas oportunidades de inversión en la industria química. La disponibilidad de tecnologías para importar y el proteccionismo que permitió precios por encima de los mundiales hizo, que el problema tecnológico pasara a segundo término, siendo más importantes los conocimientos de administración y gerencia. Esto provocó un aumento en ingenieros químicos dedicados a funciones administrativas, lo que generó una demanda de estos profesionales con maestría en administración de empresas.

Hay varias razones que explican la demanda elevada de los ingenieros químicos en áreas administrativas: conocen a la industria química pueden comunicarse fácilmente con el personal técnico, su fuerte base en matemáticas les facilita adquirir conocimientos de contabilidad y control de costos, el alto nivel de abstracción que requiere el estudio de la fisicoquímica adiestra al ingeniero para conceptualizar ideas imprecisas y tratar de cuantificarlas.

La actividad de los profesionales químicos no se limita únicamente a lo que se conoce y se acepta como industria química. La preparación académica que se recibe en los años de estudio, es adecuada a otras múltiples actividades económicas e industriales. La ingeniería química es a gran profesión, hay una gran fascinación en el hecho de que, a partir de un destello de imaginación y con ayuda de la ciencia, se realice un plano y después un proyecto, luego a partir de este plano, se crea una realidad con metal, piedra y energía, de ésta se crea una realidad se derivan trabajos y casas para los hombres, lo que aumenta su nivel de vida y el bienestar.

La ingeniería química cubre un campo más amplio en la industria, es la que cuenta con mayor número de aspirantes, sus actividades son más difíciles de conocer. Para las demás profesiones de la químicas se pueden encontrar dentro de su especialidad medios más específicos para observar cual sería su función en la vida profesional.

Una de las características preferidas por la industria para el adiestramiento y desenvolvimiento de los ingenieros químicos, es la que comienza por la producción y la operación de plantas. En esta actividad el ingeniero adquiere la disciplina de trabajo, capacidad de tomar decisiones en forma independiente y un primer nivel de experiencia en relaciones laborales, y en general en relaciones humanas.

Después pasa a ventas donde adquiere una mayor experiencia en los aspectos financieros, de costos y utilidades, unido a la importancia del análisis de mercados y la planeación a nivel estratégico. Después viene un período en algún puesto del grupo directivo (staff), para completar su experiencia. Aquí el individuo adquiere una perspectiva más amplia del negocio, que lo preparará para un puesto administrativo o técnico de alto nivel, donde se desarrollará según su capacidad, conocimiento y habilidad. La actividad de los profesionales de la química se ubica en aquellas industrias que al principio fueron consideradas como químicas, pero que ahora se conocen como de procesos químicos. Por ejemplo: la industria alimentaria, cervecera, azucarera, de procesos metalúrgicos, y refinadoras de petróleo.

Otra proporción de profesionales químicos se desvía hacia actividades indirectamente relacionadas con la industria, tales como departamentos industriales, de bancos, aseguradoras, empresas de comercialización y otras instituciones que prestan sus servicios a la industria en general y no únicamente a la química, también existe un pequeño sector de profesionales que dedicados a la enseñanza, a la investigación y a la administración pública de la industria.



La sociedad tecnológica que contemplamos sugiere diferentes tipos de mentalidad en los profesionales de actividades técnicas como la química. Gordon S. Brown<sup>79</sup> comenta que el espectro de funciones se descompone en cuatro categorías, que metafóricamente serían:

- a) El compositor, con un trabajo predominantemente intelectual, de pensamiento abstracto, con aptitudes para detectar deficiencias de los sistemas para concebir nuevos y mejores métodos. El arreglista, el inventor o innovador, es el que tiene capacidad para crear, mediante el arreglo de los conocimientos existentes, y su función es encontrar, diseñar y construir cosas que funcionen.
- b) El operador, que es el experto en el ensamble, operaciones y mantenimiento del producto y tecnología
- c) El intérprete que ubica sus actividades en áreas de interfase, donde las ciencias físicas se relacionan con campos como la administración, la medicina, la sociología o la ecología.

Entre 1970 y 1975, la industria química de México invirtió cerca de 35 000 millones de pesos, a precios de 1977. Se estima que en el período de 1977 a 1982, la inversión total que hizo la industria química fue del orden de 100 000 millones de pesos. Con dicha inversión, el activo total de la industria química en 1976 fue de 45 000 millones, se triplicando la tasa promedio anual en un 20 %.

---

<sup>79</sup> Citado en William P. Marshal, Nuevas Fronteras para la Ingeniería en la Educación, Universidad de Winconsin, Madison, Wisc.

En 1975 la inversión acumulada por persona ocupada en la industria química fue de 300 000 pesos, las inversiones, especialmente las de la petroquímica fueron superiores a un millón de pesos por persona ocupada. Se estima que en promedio la creación de un empleo en la industria química entre 1977 y 1982 requirió una inversión de 800 000 pesos de 1977<sup>80</sup>. El personal ocupado en la industria química en 1975 fue de 125 000 personas<sup>81</sup>.

La creciente magnitud y la automatización de las plantas químicas hizo que la demanda de recursos humanos de esta industria se desplazara más hacia la calificación del personal. De un total de 125 000 personas que laboraban en la industria química, 35% fue de empleados, 64% fue de obreros y el restante 1% de personal no remunerado con sueldo o salario.<sup>82</sup> Del total de empleados, que representó 35%, es decir, 43 750 personas, una proporción del orden de la cuarta parte corresponde a profesionales, y el resto a oficinistas, supervisores, ayudantes y otros. Dentro del grupo de profesionales, se estima que las dos terceras partes (7 300), eran químicos.

El número estimado de profesionales químicos representó 6% del personal ocupado por la industria. Si se incluyen aquellos que trabajan en las industrias de proceso químico (no incluidas en la química) y en otras industrias y actividades, el número total de profesionales químicos que había en el país en 1975 fue de 15 000. En un análisis de la ingeniería química en México realizado en 1970<sup>83</sup> se hicieron proyecciones de la demanda de Ingenieros Químicos a 1985, de acuerdo con dos métodos. En el primero se proyectó el producto nacional y se utilizaron coeficientes que relacionaban el número de profesionales con el producto nacional en diversos países.

---

<sup>80</sup> La industria química en México. José Giral B., Sergio González P., Eduardo Montaña A., 1978. Ed. Redacta.

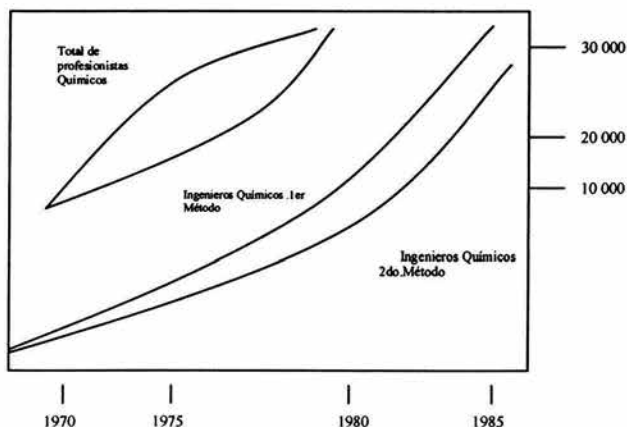
<sup>81</sup> Censo Industrial 1975

<sup>82</sup> Censo Industrial 1975

<sup>83</sup> Isaac Bazbaz, G. Dorantes, A. y R. Stern. Contribuciones al análisis profesional del Ingeniero Químico y a la planeación de la educación. Tesis profesional, Facultad de Química, UNAM, México, 1972.

En el segundo se obtuvieron datos y tendencias de algunas empresas químicas donde se ocupa a una importante proporción de ingenieros químicos. En la siguiente figura se muestra los resultados de dichas proyecciones. Se incluye también una proyección del total de profesionales de la química basada en estimaciones de 1972 y 1975.

**FIGURA 1. MÉXICO: PROYECCIONES DE LA DEMANDA DE PROFESIONALES Y DE INGENIEROS QUÍMICOS, 1970-1985<sup>84</sup>**



Se hicieron estimaciones de la oferta y la demanda de profesionales químicos por tipo de actividad y por especialidad obteniendo como resultado el siguiente cuadro. Las especialidades químicas se han agrupado en áreas que presentan cierta similitud y se desglosan las actividades principales, se incluyeron profesionales titulados y no titulados.<sup>85</sup>

<sup>84</sup> La definición del campo de la química, informe de seminario de tesis de investigación educativa. Facultad de Química. UNAM. 1972.

<sup>85</sup> La definición del campo de la química, informe de seminario de tesis de investigación educativa. Facultad de Química. UNAM. 1972.

**Tabla 28. PROFESIONALES DE LA QUÍMICA OCUPADOS EN LA INDUSTRIA QUÍMICA Y EN OTRAS INDUSTRIAS SELECCIONADAS, POR ESPECIALIDAD Y ACTIVIDAD, 1972<sup>84</sup>**

Actividad Especialidad	Total		Control de Calidad	Producción	Desarrollo	Planeación	Diseño	Investigación	Administración	Ventas
	Absoluto	Relativo								
Total	10 102	100.0	3821	2513	904	328	79	654	1054	749
Proporción por actividad (%)	100.0		37.8	24.9	8.9	3.3	0.8	6.5	7.4	7.4
<b>AREA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>	5045	49.9	1406	1082	663	239	79	357	645	574
Ing. Química			1224	786	579	161	79	292	521	539
Ing. Química Industrial			15	59	-	-		-	-	
Ing. Química petrolera			7	14	-	-		-	-	
Ingeniería Química Administrativa			-	14	-	-		-	-	
Ingeniería Industrial opción química			160	223	84	78		58	124	35
<b>AREA QUÍMICA</b>	2059	20.4	1115	446	165	38		107	97	91
Químico			882	295	87	28		89	80	70
Químico Industrial			233	151	78	10		18	17	21
<b>AREA FARMACÉUTICA</b>	1196	11.8	708	352	43	14		30	49	-
Química Farmacología			568	303	43	14		30	49	
Química Farmacéutica			-	7	-	-		-	-	
Farmacéutica			-	-				-	-	
Química Farmacéutica Industrial			105	28	-	-		-	-	
Química Biológica y Parasitología			35	7	-	-		-	-	
Química Zimológica				7	-	-		-	-	
<b>AREA METALURGICA</b>	1090	10.8	388	450	11	11		54	10	66
Química Metalurgista			-	-	-	-		-	-	-
Ing. Metalurgista			110	157	-					
Ing. Química Metalurgista			278	293	11	11		54	-	55
<b>AREA BIOQUÍMICA</b>	238	2.4	77	52	8	-		78	16	7
Ing. Bioquímica			77	44	8	-		71	16	-
Química Bromatológica			-	8	-	-		-	-	-
Química biológica parasitología			-	-	-	-		7	-	-
Otras especialidades químicas	474	4.7	127	131	14	26		28	137	11

<sup>84</sup> Se incluyen tanto titulados como los que ejercían sin título. No incluye a técnicos en nivel profesional.

La ingeniería química es la profesión más estrechamente ligada con la industria química. Aunque no todos los ingenieros trabajan en ella, ni esta industria contrata sólo este tipo de profesionales, los estudios recientes muestran que aproximadamente la mitad pertenecen a esta área de la ingeniería. En el siguiente cuadro se muestran el número de ingenieros químicos recibidos en las universidades e instituciones de enseñanza superior de México de 1987 a 1996.

**TABLA 29. ALUMNOS TITULADOS POR GENERACIÓN DESDE 1987 A 1996 <sup>87</sup>**

UNAM FQ	142
UNAM ZARAGOZA	40
UNAM CUAUTILÁN	12
UIA	39
IPN	228
ULSA	30
UAM-I	29
UAM A	38

**TABLA 30. ÍNDICE DE TITULACIÓN POR INSTITUCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA**

UNAM FQ	44.06%
UNAM ZARAGOZA	25.00
UNAM CUAUTILÁN	12.50
UIA	49.37
IPN	29.33
ULSA	92.31
UNITEC	70.59
UAMI	15.76
UAMA	12.80

<sup>87</sup> Arriaga Segundo Fco. Corona Correa L. Alberto. "Estudios del índice de alumnos titulados en la licenciatura de Ingeniería Química en México de 1991 al 2000". Facultad de Química. UNAM 2001

En el periodo 1976-1980 se titularon aproximadamente 9500 ingenieros químicos, oferta que parece alta si se compara con la tendencia de la demanda, del orden de 6000. Cuando se comparan las actividades de los ingenieros químicos con otros países se encuentra un importante contraste.

**TABLA 31. MEXICO Y EUA. ESTRUCTURA DE LA DEMANDA DE INGRESOS QUÍMICOS (%).<sup>88</sup>**

Tipos de Actividad	México	E.U.A
Producción y operación de plantas	27	11
Venta y servicios técnicos	22	5
Proyectos y diseños	8	29
Compras	3	1
Administración y gerencia	26	13
Investigación y enseñanza	11	30
Consultoría	-	5
Otros	3	7

La mayoría de los ingenieros químicos en México se dedican a la administración, operación de plantas y las ventas. Cubriendo las áreas de proyecto, diseño e ingeniería de detalle, de forma satisfactoria, no así en el área de proceso ni en el desarrollo de tecnología.

<sup>88</sup> La Industria Química en México. José Giral B., Sergio González P., Eduardo Montañó A. 1978. Ed.Redacta

## ❖ EL PROFESIONISTA QUÍMICO EN LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA

La colaboración del Ingeniero químico en la industria farmacéutica no sólo se limita a la investigación, elaboración y apoyo en la ejecución de proyectos, en la práctica sus actividades van más allá. Sin embargo, para tener un panorama más amplio de las actividades del ingeniero químico dentro de ésta industria, era necesario elaborar un plan arduo de trabajo en campo con Ingenieros químicos experimentados e involucrados en áreas estratégicas que nos pudieran proporcionar y transmitir la información precisa de sus actividades dentro de la industria farmacéutica.

Debido a que en la elaboración de este trabajo no se contó con el tiempo suficiente para realizar dichas entrevistas, a continuación sólo mostraremos un panorama general de las actividades del ingeniero químico en la industria farmacéutica enfatizando las habilidades del ingeniero químico y las características demandadas por la industria farmacéutica.

El trabajo del profesionista químico en la Industria Farmacéutica empieza desde la planeación de la industria desarrollando el proyecto. En las normas y especificaciones del proyecto, el químico farmacéutico biólogo estudia y determina la fórmula del producto mediante el conocimiento que tiene de la composición fisicoquímica y determina la forma farmacéutica. De acuerdo a la fórmula y forma farmacéutica procede a estudiar la presentación más adecuada en relación a la dosis recomendada de dicho producto.

Establece las normas de los materiales de trabajo tales como tipo de frasco, tapa, etiqueta, caja y texto. El químico selecciona la materia prima de acuerdo con su calidad (análisis) estudia y elabora una técnica de fabricación. El químico y el químico farmacéutico biólogo estudian y determinan de acuerdo con el fabricante el material de trabajo las especificaciones exactas, estableciendo límites. Todos los datos se consideran esenciales para el estudio del mercado y selección del equipo.

En el estudio del mercado el ingeniero químico hace un planteamiento general del problema del mercado y procede a la recopilación de antecedentes estableciendo series estadísticas de producción, importación, exportación, consumo, ingreso nacional y población, estudia el tipo de consumidores. Estudia la distribución geográfica del mercado y los métodos de comercialización (precios y costos, fuentes de abastecimiento del mercado, mecanismos de distribución producción de la competencia) y la política económica. Con los antecedentes fija la demanda concluye y prevee la comercialización de los productos en cuanto a organización de ventas y formas de distribución, problemas de transporte y publicidad.

El Ingeniero químico justifica el tamaño de la planta y determina la cantidad de la producción considerando como factores: mercado, localización, distribución geográfica, demanda, costos en los puntos de distribución y financiamiento. Estudia la localización considerando los siguientes factores: importe de los fletes (orientación hacia los insumos o el mercado), disponibilidad y costos de los insumos, políticas, facilidades de vivienda sanitaria y educativa, condiciones de vida y clima.



En la Ingeniería del proyecto el químico y el ingeniero químico hacen una descripción de los procesos que intenta emplear en la producción y expone las razones para esa selección; explicando las alternativas técnicas que haya encontrado. El químico empieza haciendo ensayos e investigación preliminar. Con esto la ingeniería del proyecto se empieza haciendo la selección del equipo de acuerdo a los productos que se intentan producir y de acuerdo a la velocidad necesaria de producción.

Una vez seleccionado el equipo se establecen sus especificaciones generales y su funcionamiento, se preparan diagramas de flujo explicativos de la distribución en el terreno de los equipos y edificios; es importante desarrollar de forma paralela diagramas de Ingeniería tales como: agua potable, agua tratada, obras sanitarias y diversos servicios.

Se realiza un programa de trabajo en donde se incluyen todas las actividades y personal involucrado para la realización óptima de las tareas asignadas. Durante la operación de la planta el ingeniero tiene la labor de dirección interpretando datos y definiendo alternativas, se encarga de hacer estudios de mercado que sean necesarias para confirmar los productos.

El ingeniero como subgerente coordina una serie de departamentos tales como compras del cual requiere información de tiempos de entrega de materias primas y material, de acondicionamiento, control de calidad que le indican las condiciones en que se encuentra el material de trabajo.

El ingeniero químico analiza los costos de los accidentes, lleva a cabo el control de las condiciones físicas y de las prácticas de trabajo, organiza la seguridad educando, capacitando, planeando y arreglando la distribución de la planta farmacéutica, organiza la prevención y protección contra incendio, equipo de protección personal y supervisión de las herramientas. En la administración el Ingeniero químico es el más adecuado de los profesionalistas químicos para:

- a) Organización interna: Sistemas de organización, comunicación y coordinación, control de ventas y controles financieros.
- b) Administración: Autoridad y delegación, política, planeación, presupuestos y pronósticos, relaciones humanas, personal y salarios.
- c) Mercadotecnia: Promoción, publicidad, distribución, empaques y presentación del producto, créditos y cobranza.
- d) Economía Industrial: sistemas económicos, políticas, problemas de crecimiento, desarrollo y determinación de precios.

El ingeniero Químico puede resolver problemas de operaciones unitarias tales como: acondicionamiento de aire, mezclado y secado. El Químico Farmacéutico Biólogo resuelve problemas de esterilidad en las áreas y en la elaboración de productos y el ingeniero químico resuelve los problemas de crecimiento y desarrollo.

De acuerdo con lo encontrado<sup>89</sup> las actividades de los profesionista químicos están estrictamente asignadas; sin embargo en la actualidad la función del Ingeniero Químico es polifacética, podemos encontrar a un Ingeniero Químico en las siguientes áreas: Finanzas, Laboratorio de Control Químico, Manufactura, Acondicionamiento, Servicios Técnicos, Almacén y Diseño entre otras.

---

<sup>89</sup> Senosiain Rubiola A. El Ingeniero químico en la Industria Farmacéutica en México. 1965

## **CAPITULO VI**

### **ESTUDIO PROSPECTIVO DEL INGENIERO QUÍMICO EN LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA**

#### **❖ FUTURO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA EN EL MUNDO**

El futuro de la industria farmacéutica no se puede comparar probablemente con ninguna otra industria en el mundo. El siglo XXI puede que se caracterice como el siglo de los productos farmacéuticos y de biomedicinas.

La industria farmacéutica sigue siendo de un bajo volumen y un negocio de alto margen, pero está cambiando gradualmente mientras que la industria comienza a hacer frente a las presiones las cuales para muchos fabricantes de los medicamentos son enfermedades pronosticadas. Estas presiones son conducidas por las líneas débiles del desarrollo, la apertura de categorías terapéuticas, la nueva competencia en medicamentos genéricos, nuevas respuestas de la FDA, presiones sociopolíticas de aumento del precio, y nuevos requisitos de los sistemas para la entrega de los medicamentos.

La industria farmacéutica cree que su capacidad de descubrir y de desarrollar medicamentos nuevos e innovadores depende de la naturaleza competitiva de los mercados en los cuales funciona y la disponibilidad del talento científico. El punto de vista de los fabricantes de productos de libre venta (OTC), con respecto a la fabricación de medicamentos bajo patente para el uso en países en vías de desarrollo es el de acelerar el crecimiento de la fabricación de los medicamentos en los países en vías de desarrollo y desarrollados.

En muchos países, la ley controla los precios de productos farmacéuticos. Los gobiernos pueden también influir en los precios de productos farmacéuticos con el control de las organizaciones nacionales del cuidado de la salud, que pueden llevar una parte grande del costo de proveer tales productos a los consumidores. En algunos países, tales como Francia y Japón, los precios de productos individuales se regulan. En el Reino Unido, los precios son controlados por la referencia a los límites sobre el beneficio total, medido por el índice de retorno en el capital empleado, de ventas de los productos provistos bajo servicio médico nacional.

Los cambios dramáticos están ocurriendo en la industria farmacéutica del siglo XXI. La transición crea incertidumbre, con riesgo creciente y oportunidad creciente. Los rápidos avances en ciencia y tecnología están cambiando el negocio. Algunos de los cambios más importantes están ocurriendo en la industria del cuidado de la salud, teniendo un impacto dramático en el desarrollo de medicamentos y fabricación local.

El desarrollo y el tiempo para la comercialización de los productos siguen siendo vitales para el éxito del negocio en las industrias farmacéuticas y de la biotecnología, pero la eficacia de la fabricación ha llegado a ser igualmente importante para el éxito, el futuro y la ventaja competitiva.

Las perspectivas a largo plazo de la industria farmacéutica están pareciendo buenas. El conocimiento cada vez mayor de los mecanismos y de los caminos que siguen las líneas de las enfermedades y la tecnología, brindan las herramientas nuevas de la investigación proporcionando una oportunidad sin precedente para las medicinas que se convierten en medicamentos que previenen.

La globalización como una fuerza política, económica, social y tecnológica aparece como imparable. En las décadas precedentes a la Primera Guerra Mundial, flujos de capital, mercaderías y personas que cruzaban las fronteras aumentaban en porcentajes comparables a la actualidad o aún más altos. Los principales precursores eran la caída de barreras de comercio y el progreso tecnológico, en la forma de costos de transporte reducidos a través del desarrollo de ferrocarriles y la navegación. Esta primera experiencia con la globalización finalizó con el estallido de la Primera Guerra Mundial. En su secuela, la adopción de políticas de comercio proteccionista y límites en movimientos de capital ocasionaron que el volumen del comercio mundial cayese abruptamente y se interrumpiese la globalización de la economía mundial.

La revista Forbes en 1917, publicó que muchas de las compañías que llegarían a ser nombres familiares en los 60 años subsiguientes, ya estaban bien establecidas. U.S. Steel era la compañía industrial más grande en ese tiempo, con activos de más de \$2 billones. También entre las compañías más grandes estaban la Standard Oil de Nueva Jersey (ahora la Exxon), International Harvester, DuPont, General Electric, y la Ford Motor Company.

Entre 1917 y 1977, la lista de las 50 corporaciones top del mundo permanecía largamente sin cambiar. En 1977, había sólo algunos países incluyendo los EE.UU., Alemania Oriental, Gran Bretaña, Japón y Francia representados por más de una compañía en la lista de las corporaciones más grandes del mundo. Los Estados Unidos dominaban la lista con 22 de las 50 incluidas. Para 1997, Japón y los Estados Unidos de América tenía cada uno 18 compañías, medidas por sus ingresos.

La composición de la industria también cambió. Mientras que las industrias automotrices y del petróleo permanecen en la cima, se incluyeron una cantidad importante de firmas en computación y electrónica. Las actividades de fusión y adquisición global continúan creciendo a medida que las compañías alrededor del mundo combinan fuerzas y se reestructuran a sí mismas para llegar a ser más competitivas globalmente y capitalizar en oportunidades de mercados mundiales emergentes. Existen mega fusiones involucradas en servicios financieros, descanso, alimentos, bebidas, farmacéuticas y compañías de medios y propuestas para futuras combinaciones en las industrias de automóviles y telecomunicaciones.

Con la globalización las inversiones de negocios aumentaron a través de los países, las industrias dejaron de estar reglamentadas, empresas anteriormente estatales se privatizaron y el flujo de capital se liberó. Se adoptó la empresa libre en una escala mundial, así estableciendo el movimiento de la globalización de la economía. Este modelo de globalización económica, en cambio, no habría sido posible sin los avances claves en tecnología.

Existe una gran diferencia entre la globalización industrial, competencia global y el grado al cual una compañía ha globalizado sus operaciones. En las industrias tradicionalmente globales, la competencia se mueve mayormente en una base mundial y los líderes han creado estructuras corporativas globales.

Las economías de escala y oportunidad están entre las más importantes conductoras de la globalización de la industria; en industrias globales el mínimo volumen requerido para eficiencia en costo es simplemente no estar más disponible en un solo país o región.

La competencia global se inicia cuando las compañías sostienen en forma cruzada batallas en mercados de acciones nacionales en búsqueda de la marca global y las posiciones de distribución. Una estructura de compañía global se caracteriza por sistemas de producción y distribución en mercados claves alrededor del mundo que permitan la subsidiariedad en forma cruzada, relación competitiva sobre una base globalizada y volumen a escala mundial.

Un aspecto de la globalización es la convergencia estable de las necesidades del cliente. Como los clientes en diferentes partes del mundo, progresivamente demandan por productos y servicios similares, las oportunidades por escala surgen a través del mercado de más o menos ofertas estandarizadas.

Cómo las necesidades, gustos y preferencias comunes llegarán a variar bastante por los productos y dependen de tales factores como la importancia de las variables culturales, ingresos disponibles y el grado de homogeneidad en las cuales el producto es consumido o utilizado. Esto se aplica a los consumidores, tanto como a los productos y servicios industriales.



Los clientes globales han emergido a medida que las necesidades continúan convergiendo. Grandes corporaciones como la DuPont, I.C.I. o la general Motors demandan el mismo nivel de calidad en los productos y servicios que ellos compran no importando dónde son ellos entregados en el mundo.

En muchas industrias, los canales de distribución están emergiendo para satisfacer una creciente base de clientes globales, causando una convergencia de necesidades, con esto se logra que los modelos de consumo, se hagan más homogéneos volviendo a la marca y el mercado global fundamental para el éxito global.

Las economías de escala y oportunidad global ya están teniendo efectos de largo alcance. Por un lado, mientras más crecen las nuevas economías de escala, más crecen las oportunidades de obtener posiciones importantes para las industrias globales y será más difícil para nuevos participantes desarrollar una amenaza competitiva efectiva.

Así, las barreras para entrar en tales industrias serán más altas. Al mismo tiempo, la rivalidad entre tales industrias es probable que aumente reflejando la amplia oportunidad de competencia entre mercados nacionales y regionales independientes, y el hecho que la verdadera diferenciación en tal ambiente competitivo pueda ser más difícil de alcanzar.

Las características de la industria, tales como el grado al cual las ventas de la industria total están hechas, por el volumen de exportación e importación, la diversidad de los competidores en términos de su origen nacional, y al grado al cual grandes participantes han globalizado sus operaciones y creado una interdependencia entre sus estrategias competitivas en diferentes partes del mundo, también afecta la potencial globalización de una industria.

Altos niveles de comercio, diversidad competitiva e interdependencia aumentan el potencial para la globalización de la industria. La evolución de la industria también juega un papel. A medida que cambian las características sobresalientes de la industria, los competidores responderán para aumentar y preservar su ventaja competitiva. Algunas veces, esto causa que se acelere la globalización de la industria.

El ingreso a la industria es a menudo restringido por algunos factores tales como economías de escala u oportunidad, altos niveles de inversión de capital, o por restricciones impuestas por los gobiernos. Aún más, en muchas firmas participativas oligopólicas globales ganan retornos por sobre el promedio, lo cual puede hacer la diferencia en costo entre producir localmente y exportar un determinante de estrategia menos crítico.

En las industrias con un grado relativamente bajo de concentración y poca intervención gubernamental, las leyes económicas clásicas de ventaja comparativa son los principales factores de la competencia internacional. Aquí los costos de factores son un determinante primario de la competitividad global.

Todas las empresas, directa o indirectamente, sirven para satisfacer necesidades o deseos de la población, por ejemplo, casa, vestido y sustento. Por eso existen las industrias de la construcción, textil y del vestido, de alimentos y bebidas, del entretenimiento y de productos farmacéuticos.

Al lado de la industria farmacéutica pueden prosperar otras actividades: servicios médicos y hospitalarios, laboratorios de análisis clínicos, seguros médicos, educación médica y en enfermería, fabricación y mantenimiento de equipo médico, comercio al mayoreo y al menudeo (distribuidoras y farmacias).

Todas éstas podrían agruparse en el negocio de la salud. En algunos casos, las compañías son de gran tamaño: por ejemplo, en la lista más reciente de las 500 empresas más grandes del mundo está Rite Aid (farmacias, EUA), Humana (cuidado de la salud, EUA), Nippon Life (seguros, Japón) y 13 farmacéuticas (Ver tabla 32)

Tabla 32: ALGUNAS EMPRESAS GLOBALES<sup>90</sup>

Empresa	País	Ingresos en 2000 (millones de dólares)	Utilidades como % de los Ingresos
<b>Industria farmacéutica</b>			
1. Merck	EUA	40,363	17
2. Pfizer	EUA	29,574	13
3. Johnson & Johnson	EUA	29,139	16
4. GlaxoSmithKline	Gran Bretaña	27,413	23
5. Bristol-Myers Squibb	EUA	21,331	22
6. Novartis	Suiza	21,207	20
7. Aventis	Francia	20,613	(1)
8. Pharmacia	EUA	18,150	4
9. AstraZeneca	Gran Bretaña	18,103	14
10. Roche Group	Suiza	16,982	30
11. American Home Products	EUA	13,810	(17)
12. Abbott Laboratories	EUA	13,746	20
13. Eli Lilly	EUA	10,862	28
<b>Líderes globales en otras actividades</b>			
Exxon Mobil	EUA	210,392	8
Wal-Mart Stores	EUA	193,295	3
General Motors	EUA	184,632	2
Nippon Tel. & Tel.	Japón	103,235	4
Enron	EUA	100,789	1
International Business Machines	EUA	88,396	9
Nippon Life	Japón	68,055	4
U. S. Postal Service	EUA	64,540	(0)
Nestlé	Suiza	48,225	7
Morgan Stanley	EUA	45,413	12
Pemex	México	42,167	(5)
Procter & Gamble	EUA	39,951	9
AeIna	EUA	26,819	0
Microsoft	EUA	22,956	41

<sup>90</sup> The cost of talent. Derek Book 1993

En EUA, los ingresos en 2000 de las diez compañías más grandes en el cuidado de la salud (*health-care companies*) sumaron 285 mil millones de dólares; cinco son fabricantes de medicinas o productos para hospitales (52% de estos ingresos), tres son distribuidoras de medicinas (31%) y dos de servicios de salud (*managed care*) (17%) (Ver Tabla 33).

**Tabla 33. EMPRESAS MÁS GRANDES DE CUIDADO DE LA SALUD EN EUA<sup>91</sup>**

Empresa	Actividad	Ingresos en 2000 (millones de dólares)	Acción (NYSE)
Merck	Producción de medicinas	40,363	MRK
McKesson	Distribución de medicinas/Información técnica	36,734	MCK
Cardinal Health	Distribución de medicinas	29,870	CAH
Pfizer	Producción de medicinas	29,574	PFE
Johnson & Johnson	Producción de artículos para hospitales	29,139	JNJ
GlaxoSmithKline	Producción de medicinas	27,480	GSK
Aetna U. S. Health Care	Servicios de salud	26,819	AET
Bergen Brunswick	Distribución de medicinas	22,943	ABC
UnitedHealth Group	Servicios de salud	21,122	UNH
Aventis	Producción de medicinas	21,006	AVE

A largo plazo se espera que todas las industrias se reestructuren: las empresas se expanden o se comprimen; todas nacen, pero pocas duran más de 100 años, como McKesson (líder mundial en su campo), cuyas raíces están en 1833. Una forma de crecer (o de desaparecer) es la fusión y ésta, al igual que los grandes fracasos, como son las fusiones de las grandes compañías farmacéuticas que están ocurriendo en la actualidad.

<sup>91</sup> *The cost of talent*, Derek Book 1993

Con cada fusión, los consumidores se enteran de que la nueva compañía se convertirá en la mayor o la segunda más grande en el mundo. Poniendo énfasis al valor multimillonario de la fusión y cómo el nuevo conglomerado aumentará significativamente sus ventas de medicinas en los próximos años, además este fenómeno también ocurre en otras industrias de la salud, por ejemplo, los hospitales.<sup>92</sup>

El tamaño de las empresas es determinante para el desarrollo del conocimiento y su aplicación. En 1998, tres grandes empresas (Aventis, AstraZeneca y Pfizer) destinaban a investigación y desarrollo (I&D) más de 2 mil millones de dólares al año, es decir, más de 17% de sus ingresos por la venta de medicinas. Boston Consulting Group calcula que esta función representa en esa industria 13% de las ventas, porcentaje similar a los gastos de administración y generales<sup>93</sup>. La concentración económica en la industria farmacéutica es baja en comparación con la automotriz y otras. Pero está aumentando y, según un análisis de Deloitte Consulting, esta tendencia continuará: "la participación de mercado combinada de las cinco compañías farmacéuticas más grandes podría fácilmente aumentar 85%, del actual 22% a 40% en 2005.

En el pasado no sólo ha habido acuerdos (o intentos) donde han participado compañías muy conocidas, por ejemplo, Aventis (Hoechst Marion Roussel /Rhone-Poulenc Rorer), GlaxoSmithKline (Glaxo Wellcome/SmithKline Beecham), Pfizer (Pfizer/Warner-Lambert) y Pharmacia (Pharmacia & Upjohn/Monsanto-Searle).<sup>94</sup>

---

<sup>92</sup> Mergers and acquisitions, *H&HN: Hospitals & Health Networks*, mayo de 2001

<sup>93</sup> Addicted to mergers, *Business Week*, 1999

<sup>94</sup> "The mergers", *Pharmaceutical Executive*, marzo de 2000

Desde las reformas en los sistemas de salud, la intensidad de la competencia en los mercados y las presiones para reducir los costos, los avances tecnológicos aplicables al abastecimiento, la distribución, la publicidad y la producción, hasta los cambios en las reglamentaciones gubernamentales, los altos costos de la I&D y el vencimiento de las patentes han orillado a la unión de empresas para poder consolidarse en el mercado. Las fusiones son "matrimonios" de conveniencia, aunque no todas tienen la misma fortuna ni los resultados son inmediatos.

Aun cuando empresas de tamaño similar sean creadas en el mismo punto del tiempo, los resultados pueden ser radicalmente diferentes. Por ejemplo, mientras Bristol-Myers y Squibb separadamente lograron un crecimiento total de 115% en la capitalización en el mercado en los tres años anteriores a su unión en 1989, la compañía resultante consiguió sólo un incremento de 48% en los seis años siguientes hasta 1995. En contraste, SmithKline Beckman y Beecham obtuvieron un aumento combinado de sólo 29% en los tres años previos a su fusión, también en 1989. Pero la entidad combinada, SmithKline Beecham, tuvo un aumento dramático de 149% en los seis años posteriores a su formación.

La actividad farmacéutica ha contribuido al aumento de la esperanza de vida. Sin duda, en parte debido a que ha sabido satisfacer necesidades de la población (ver Tabla 34), esta industria ha sido muy rentable: en 2000, las utilidades equivalieron a 17% de los ingresos y los activos.

Tabla 33. LOS MERCADOS DE ALGUNAS EMPRESAS FARMACÉUTICAS<sup>95</sup>

	Mercados
American Home Products	Vacunas, sistema nervioso central, terapia de reemplazo de hormonas, artritis.
AstraZeneca	Gastrointestinal, cardiovascular, enfermedades respiratorias, oncología, sistema nervioso central, control de dolores, enfermedades infecciosas.
Aventis	Cardiovascular, anti-infecciones, asma/alergia, oncología, sistema nervioso central, diabetes, vacunas, productos biológicos, terapia de reemplazo hormonal y óseo.
Bayer	Cardiovascular, enfermedades infecciosas, sistema nervioso central, enfermedades respiratorias, sistema inmunológico, desórdenes metabólicos.
Bristol-Myers Squibb	Enfermedades infecciosas, oncología, cardiovascular, dermatología, enfermedades metabólicas, neurología.
GlaxoSmithKline	Enfermedades respiratorias, oncología, enfermedades infecciosas, endocrinología, antivirales, metabólicos/diabetes, cardiovascular.
Merck	Cardiovascular, gastrointestinal, endocrinología, enfermedades infecciosas, neurología, oftalmología, vacunas.
Novartis	Artritis/metabolismo óseo, oncología, cardiovascular, endocrinología, dermatología, sistema nervioso central.
Pfizer	Cardiovascular, disminución de lípidos, sistema nervioso central, enfermedades infecciosas.
Pharmacia	Sistema nervioso central, oncología, artritis e inflamación, enfermedades infecciosas, desórdenes metabólicos, urología, oftalmología.
Roche	HIV/SIDA, oncología, obesidad, transplantes, influenza.

La industria ha estado bajo gran presión, pues las grandes compañías tienen pocos productos nuevos para introducir en el mercado, las patentes están expirando y hay un ambiente difícil para crecer. El éxito pasado no es garantía de que sucederá lo mismo en el futuro. Aunque las fusiones pueden proporcionar economías de escala, es esencial para las principales compañías lanzar más de una nueva entidad química (NEQ) por año, para enfrentar los retos planteados por los inversionistas en esta industria.

<sup>95</sup> The mergers", *Pharmaceutical Executive*, marzo de 2000



Los gobiernos de todo el mundo están en apuro con sus presupuestos en el cuidado de la salud. Bajo su presión los mercados de los genéricos están creciendo rápidamente. La comercialización de los genéricos no es más un negocio solamente de las compañías especializadas. Las multinacionales innovadoras primero han tomado seriamente el negocio genérico de sus propios productos que habían salido de patente. Ahora la mayoría de las multinacionales han creado las unidades de negocio específicas para la comercialización de los genéricos.

La industria farmacéutica, en su I&D y producción fue situada en los Estados Unidos de América y Suiza, con una cierta actividad de I&D en Japón. Ahora, los nuevos centros de la excelencia farmacéutica están alrededor del mundo. La India comenzó como productor de materias primas y ahora está incursionando en la investigación. Brasil también es ya un productor significativo de medicamentos. El mapa futuro de la I&D farmacéutica, y de la producción estará considerablemente más fragmentado que el actual.

La industria farmacéutica ha sido siempre el objeto de críticas, las medicinas son demasiado costosas, las compañías gastan demasiado dinero en la comercialización de sus productos. Esta situación crea un problema muy difícil de la imagen para la industria farmacéutica internacional.

Los gastos de capital en la industria farmacéutica son controlados sobre todo por el desarrollo de nuevos medicamentos, junto con la presión de mantener el funcionamiento financiero, de acortar tiempo de lanzamiento y de mejorar calidad. Los fabricantes de las medicinas también están invirtiendo en las tecnologías y la infraestructura necesarias para alcanzar y para demostrar conformidad con requisitos regulatorios actuales y futuros.

#### ❖ FUTURO DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA EN MÉXICO

El mercado farmacéutico mexicano es actualmente el más grande de toda Latinoamérica, representa aproximadamente el 2.7 por ciento del PIB de Manufactura y el 0.5 por ciento del PIB del país. El valor del mercado se encuentra en continuo crecimiento, mientras que economías del tamaño de Brasil y Argentina han tenido que contraer sus mercados debido a las condiciones económicas que presentan. El crecimiento en el país se atribuye en parte al aumento en precios particularmente en materia prima, de la cual el mercado depende en gran medida.

En 2002, el mercado farmacéutico fue valuado en alrededor US\$8.2 billones de dólares, equivalente a US\$80 dólares per-cápita. Aproximadamente, en México se venden 7,000 tipos de medicinas en 19,000 presentaciones diferentes, de éstas, las categorías terapéuticas predominantes son las cardiovasculares, vitamínicas, respiratorias, analgésicas y digestivas.

Alrededor del 95% del mercado lo atiende la producción nacional, la cual comprende tanto productores de origen mexicano como subsidiarias de multinacionales. De esta producción el sector privado acapara casi todo el valor de las ventas nacionales. Sin embargo, aunque el volumen de ventas tanto al sector público como al privado es similar, los precios ofrecidos al sector público son más bajos.

El gasto en medicinas se ha mantenido en aumento desde 1996 y el volumen de producción se ha mantenido estable desde el 2001, sin embargo el valor de las ventas incrementó un 12.3 por ciento en 2002 y 4.4 por ciento en los primeros dos meses del 2003<sup>96</sup>.

La competencia por atender al sector público, específicamente en el tema de los genéricos, está siendo más feroz entre las 179 empresas que actualmente producen medicinas en el país contra proveedores extranjeros. El sector público continuamente enfrenta escasez de medicinas, mientras que en el sector privado se venden medicinas bajo prescripción, sin necesidad de presentar la receta médica. El mercado de los genéricos surge a partir de que en Mayo de 1998 se introdujo una nueva legislación que tiene entre sus objetivos ofrecer medicinas con el mismo contenido de calidad pero a precios más bajos.

---

<sup>96</sup> La Industria Farmacéutica en México. KPMG.2003.

Poco tiempo después de haber publicado la nueva legislación, el mercado de los genéricos se valuó en US\$ 8 millones de dólares Sin embargo, anterior a esta disposición, el mercado de los genéricos no contaba con la aceptación de las grandes multinacionales debido a la presencia de productos que no contaban con la equivalencia y viabilidad necesarias. Por ello, la CANIFARMA aboga porque la Ley en Salud defina únicamente dos tipos de medicinas: de marca y genéricas. Aquellas que no entren en ninguna de estas dos categorías deberán de ser removidas del mercado. Como acciones a realizar sobre este tema, los productores y las autoridades están realizando esfuerzos para terminar con el mercado ilegal.

El crecimiento del mercado de los genéricos dependerá en gran medida de que los médicos, quienes además de recetar medicinas de patente, también ofrezcan la opción de los genéricos. Por otra parte, el papel del consumidor va a jugar un importante papel en la decisión de compra de estos productos. La producción nacional se concentra en la Ciudad de México y en los estados de Jalisco, México, Puebla y Morelos. El 85 por ciento de la oferta la cubren las subsidiarias de las empresas multinacionales.

Las empresas locales, a pesar de que han realizado esfuerzos en lo que respecta a investigación y desarrollo, aún no cuentan con la capacidad para producir sus propias medicinas y por ello se apoyan de la experiencia en Investigación y Desarrollo de las grandes multinacionales.

A pesar de ello, la industria local ha realizado inversiones dentro de sus plantas con el fin de cumplir con las diversas regulaciones así como con la capacidad de exportación. Alrededor 20 por ciento de las ventas es destinado al desarrollo tecnológico. La industria farmacéutica en el país cuenta con ciertas debilidades las cuales se ven reflejadas en su competitividad. Las cadenas de producción cuentan con niveles bajos de integración, no se tiene acceso a precios competitivos de las materias primas y no se cuenta con la infraestructura necesaria. Por ello, la CANIFARMA tiene la intención de promover el desarrollo de nuevos productos y tecnologías así como establecer la infraestructura para poder realizar estudios de bioequivalencias. En México se puede hablar de las diversas razones por las que se hace investigación clínica en México.

De acuerdo a CANIFARMA, más de 12 compañías realizan este tipo de investigación debido a que genera experiencia local con el compuesto y debido también a que se debe cumplir con ciertos requisitos regulatorios. Alrededor de un poco más de 10 compañías farmacéuticas realizan investigación para adquirir experiencia local en el área clínica. En menor medida por orden de importancia, menos de seis empresas realizan investigación para continuar con estudios después de la comercialización, por diferencias en perfil farmacogenético de la población local y por diferencias en la práctica médica.

Posterior a la entrega de la solicitud de registro, la autoridad cuenta con un periodo de 90 días para dar respuesta a la solicitud. Sin embargo, el periodo puede interrumpirse si se solicita más documentación. Si la solicitud no es aceptada en el tiempo determinado, la solicitud es rechazada. Dentro del proceso de aceptación, los medicamentos deben pasar por una serie de estudios (estudios preclínicos farmacológicos y toxicológicos).

Regularmente, estos estudios son realizados fuera del país, sin embargo en México posiblemente se requieran realizar estudios toxicológicos adicionales dependiendo de las características terapéuticas. La organización "Pharmaceutical Research and Manufacturers of America" (PhRMA por sus siglas en inglés), exige que la Secretaría de Salud detenga el otorgamiento de patentes ya que de acuerdo con esta Asociación, esta dependencia mexicana ha registrado medicamentos sin antes haber realizado la revisión de patentes. Por ello, dice que las empresas innovadoras han tenido que llevar a juicio a aquellas empresas que no respetan las patentes existentes.

Otras dependencias que tienen injerencia en el mercado farmacéutico son la Secretaría de Economía y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Estas en conjunto con la Secretaría de Salud actualmente participan en la determinación de los precios máximos de los medicamentos. Los medicamentos bajo prescripción para pacientes del sector público están exentos de cobro alguno. Sin embargo, en 1996 la entonces Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (actualmente la Secretaría de Economía) otorgó a la industria mayor flexibilidad en cuanto a la determinación de los precios.

Esto permitió que las empresas pudieran realizar cambios en los precios cuando éstas quisieran y no trimestralmente como se hacía anteriormente a través de la autorregulación de los precios. Igualmente, las empresas podían determinar los precios con base en pronósticos inflacionarios y de tipo de cambio en lugar de tener que esperarse a que la dependencia correspondiente publicara el indicador. Las asociaciones y cámara que representan a la industria están conformadas por los distintos productores que engloban a la industria en México.

La industria requiere un compromiso más intenso con el fin de incrementar la investigación en México y por otra parte se requiere mayor compromiso, soporte e incentivos por parte de las autoridades y legisladores. Se prevé que el mercado farmacéutico mexicano tendrá un crecimiento del 13 por ciento para el 2005. Las oportunidades de investigación en México podrían darse en los siguientes rubros<sup>97</sup>:

- Aplicaciones farmacológicas de compuestos naturales
- Biotecnología y Genómica
- Perfeccionamiento de Moléculas Conocidas
- Soporte a Investigación Global
- Investigación Tecnológica

Aunado a esto, se están realizando esfuerzos para dar mayor solidez y formalidad a la "Farmacovigilancia". Este es un esfuerzo que se viene realizando desde hace tiempo en México y tiene por objeto monitorear cualquier anomalía que se presente en la utilización de los medicamentos que se encuentran actualmente en el mercado así como de los de reciente introducción.

Esta iniciativa funciona a través de los reportes que cada médico realiza sobre estas anomalías en pacientes y entrega a la Secretaría de Salud. El fin es identificar qué medicamentos puede continuar en el mercado y cuáles deben ser retirados del mismo ya que pone en peligro la salud de los consumidores.

---

<sup>97</sup> La Industria Farmacéutica en México.KPMG.2003.

En 2002, se reestructuró el programa y se estableció un nuevo acuerdo que incorpora a todas las unidades de atención médica incluyendo a hospitales. Para Junio de 2003, se contaba con 450 instituciones certificadas. De éstas, PEMEX contaba con el mayor porcentaje de hospitales certificados. La Red Nacional de Laboratorios de Salud Pública se creó con el objeto de otorgar servicios de diagnóstico de laboratorio en el ámbito estatal, en apoyo a los programas nacionales de vigilancia epidemiológica. Esta red está integrada por 32 laboratorios estatales.

Las estadísticas sociodemográficas más recientes son las mostradas a continuación: Las condiciones generales de salud en el país han mejorado en los últimos 50 años. Esto se puede observar sobre la esperanza de vida que se tiene al nacer entre, 1950 y 2000 se ganó un crecimiento acumulado de 25 años. Actualmente en lo que respecta a las mujeres, la expectativa de vida es de 77.1 años y la de los hombres es de 72.1 años. Estas mejoras han traído una serie de consecuencias en cuanto al porcentaje de adultos mayores en la estructura poblacional del país<sup>98</sup>.

De haber representado, los adultos mayores de 65 años, el 4 por ciento de la población en 1970, para 2025 esta cifra representará el 15 por ciento. Esto cambia las condiciones de salud y demandas de servicios de la población, que conforme más edad tiene, más costosa y problemática será para atender.

---

<sup>98</sup> La Industria Farmacéutica en México.KPMG.2003



En términos de mortalidad, las causas de muerte también han ido cambiando en los últimos 50 años. Esto es, las enfermedades transmisibles y los padecimientos ligados a la reproducción han sido desplazados por enfermedades no transmisibles y las lesiones. Actualmente, las principales causas de muerte están asociadas con enfermedades del corazón, tumores malignos, diabetes mellitus, accidentes y enfermedades del hígado. Estas representan el 52 por ciento de las muertes totales en el país. Se calcula que para el 2025 las enfermedades no transmisibles y las lesiones concentrarán alrededor del 90 por ciento de la mortalidad.

Las empresas biotecnológicas más grandes de Estados Unidos de América están empezando a convertirse en nuevos competidores desafiantes para las principales empresas farmacéuticas, un pequeño número compañías biotecnológicas está ascendiendo por la curva de crecimiento, adquiriendo paulatinamente las habilidades y los recursos para llegar a la cima de manera independiente, en contra de las principales empresas farmacéuticas.

Los principales lanzamientos globales de un producto, no solamente necesitan de los especialistas farmacéuticos, sino contratar recursos que puedan ayudarles a superar el desafío. En el ámbito mundial las presiones por los costos de las medicinas están aumentando en forma alarmante, existen gran cantidad de patentes que están a punto de expirar y que muchos de los productores de medicinas genéricas nacionales y extranjeros, únicamente están esperando la fecha de expiración para poderlas utilizar, con el consiguiente beneficio de una inmediata reducción de costos, lo cual beneficiará invariablemente al paciente.

México tendrá que establecer reformas legales más claras y precisas sobre este tipo de productos; los laboratorios farmacéuticos tendrán que aguantar la presión para poder mantener a su clientela y tendrán que establecer estrategias más agresivas para competir en el nuevo entorno con estas nuevas reglas, a pesar de la inversión en investigación y desarrollo realizada tanto en el pasado, como los nuevos medicamentos que se están desarrollando. El panorama para los siguientes tres años no necesariamente va a ser el más fácil para este sector del mercado en nuestro país; sin embargo, se sigue hablando de mega-fusiones, las inversiones en activos continúan, se sigue invirtiendo en investigación y desarrollo y los laboratorios farmacéuticos siguen creciendo.

La industria química está cambiando dramáticamente, ensanchando sus metas más allá de materias a las especialidades químicas. El término "industria química" se utiliza generalmente para abarcar esos sectores que empleen a ingenieros químicos en números significativos, por ejemplo: sector químico, petroquímico y farmacéutico. Las especialidades químicas requieren que las habilidades de los ingenieros químicos estén aplicadas de una manera diversa en los productos. El tipo de habilidades específicas requeridas depende agudamente de la madurez del producto particular. Actualmente, la habilidad de la ingeniería química se centra en efectuar mejoras marginales a las materias y a los productos especializados.

Los ingenieros químicos están preparados para tener un papel protagónico en el desarrollo y la comercialización del nuevo producto especializado. También habrá nuevos desafíos para los ingenieros químicos que provienen de la necesidad futura de un desarrollo más sostenible de las economías. Los ingenieros químicos tendrán que desarrollar tecnologías en grande y materiales innovadores para poder hacer un uso mas eficiente en los recursos asignados.

Los cambios de la industria química han sido de gran provecho para la humanidad. La industria química en su primera etapa, entre 1950 y 1970 gozó de un crecimiento logarítmico, Dupont fue el Microsoft de ese periodo ya que esta industria logró cambios fundamentales en cosas como la ropa y juguetes. En el segundo periodo entre 1970 y 1990 la industria química tuvo una consolidación enorme, por ejemplo: el número de fabricantes de cloruro de vinilo cayó a 70% aunque la producción se incrementó a 700%. Este periodo fue la edad de oro para el diseño automatizado, gracias a esto fue posible la operación eficiente de plantas químicas de gran tamaño.

Desde 1990 la industria química entró a la tercera etapa. En esta etapa las principales industrias como: Monsanto, Union Carbide y ICI, desaparecieron. Este periodo también se marcó por un cambio dramático en la vida profesional de los ingenieros químicos. Después de todo en este periodo nace una gran oportunidad para los ingenieros químicos, trabajando en diferentes áreas durante su carrera.

El cambio en la industria química han sido dramático, no así el cambio en el sistema educativo ya que ha sido imperceptible. Esto no es necesariamente malo al menos una parte de la sociedad puede proporcionar una cierta estabilidad intelectual. Los profesores son por naturaleza conservadores, después de todo, una de sus principales responsabilidades es la conservación del conocimiento en de la sociedad.

Los Colegios de la Universidad de Cambridge adoptaron el refrán "El cambio lento es bueno...pero cuando no hay cambio es mejor". Quizá esta es la razón por la cual la universidad ha existido por casi 800 años. Sin embargo, los profesores no pueden ignorar el cambio en la industria química. Un ejemplo de estos cambios se muestran en la siguiente tabla la cual incluye las 20 compañías más grandes, la clasificación se hizo con base en el mercado de capitales.

Tabla 35. COMPAÑÍAS MÁS IMPORTANTES ENTRE 1979 Y 1999<sup>\*\*</sup>.

1979	Compañía	Capitalización ( Billones de dólares)	1999	Compañía	Capitalización (Billones de dólares)
Clasificación			Clasificación		
1	IBM	37.6	1	Microsoft	601.0
2	AT&T	36.6	2	GE	507.2
3	Exxon	24.2	3	Cisco	355.1
4	General Motors	14.5	4	Wal-Mart	307.9
5	Schlumberger	11.9	5	Exxon Mobil	278.7
5	Amoco	11.8	6	Intel	275.0
7	Mobil	11.7	7	Lucent	228.7
8	GE	11.5	8	AT&T	226.7
9	SOHO	10.8	9	IBM	196.6
10	Chevron	9.6	10	Citigroup	187.5
11	Atlantic Richfield	9.3	11	American Online	169.5
12	Texaco	7.8	12	AIG	167.4
13	Eastman Kodak	7.8	13	Oracle	159.5
14	Phillips Petroleum	7.4	14	Home Depot	158.2
15	Gulf Oil	6.8	15	Merck	157.1
16	Procter & Gamble	6.1	16	MCI Worldcom	149.3
17	Getty Oil	6.1	17	Procter&Gamble	144.2
18	3M	5.9	18	Coca-Cola	143.9
19	Dupont	5.8	19	Dell Computer	130.1
20	Dow Chemical	5.8	20	Bristol-Myers Squibb	127.3

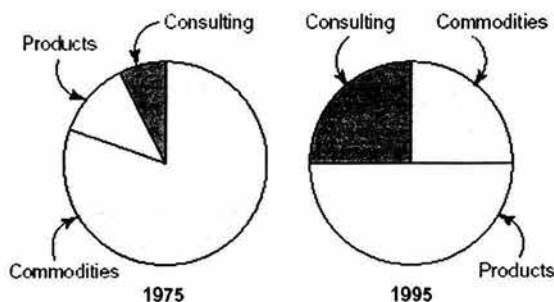
Los profesores de ingeniería química tienen tres formas diferentes de ver estos datos. Primero exploran la lista para encontrar la compañía de las acciones que poseen como si fueran inversionistas. Segundo, argumentan que la clasificación no es exacta. Tercera, argumenta sutilezas como que Procter & Gamble debería estar clasificada como una compañía de la Industria química. Este no es lo importante, lo importante es que la industria química se ha erosionado enormemente.

<sup>\*\*</sup> La Industria Farmacéutica en México. KPMG. 2003.

La compañía química clasificada como la primera en la lista es Exxon Mobil, y está situada aquí sólo por la fusión, si las localizamos de forma separada se encontrarán en una posición menor. Los cambios en la industria química han tenido un efecto dramático en la vida de los graduados. En Estados Unidos de América los salarios de los ingenieros químicos en términos de inflación corriente ha sido constante desde 1970. En contraste entre 1950 y 1970 el salario se incrementó de manera significativa en términos reales. No se puede minimizar el hecho de que los salarios de los ingenieros químicos, son altos comparados con los de otras profesiones.

Lo que es un hecho, es que los salarios constantes es una característica de las industrias maduras. Los cambios en la industria química afectan las carreras de los ingenieros químicos, como se muestra en la siguiente figura:

**FIGURA 6 .CAMBIO EN LAS ACTIVIDADES DE LOS GRADUADOS EN LA CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA<sup>100</sup>.**



<sup>100</sup> Edward L.Cussler, David W.Savage, Anton P.J.Middelberg, Mathias Kind, Refocusing Chemical Engineering, 2001.

Estas figuras muestran el contraste de los trabajos de los estudiantes después de su graduación, (se tomaron tres años después de su graduación ya que los trabajos antes de este tiempo pudieron ser insatisfactorios).

Como se puede ver, en 1975 el mercado laboral para los ingenieros químicos fue dominado por productos de la industria química. El 75% de los graduados entraron a esta industria en compañías como Dupont, Dow, Exxon y Shell. El resto se dividió en compañías productoras de pinturas, adhesivos, eléctricas y algunos en consultoría. En la categoría de consultoría no sólo están incluidos los ingenieros químicos consultores de tiempo completo, sino también educadores y empleados gubernamentales.

El contraste entre 1975 y 1995 es impresionante, los empleadores que manufacturan productos químicos ahora solicitan menos de un cuarto de ingenieros químicos. En contraste, la consultoría ha crecido debido a que los servicios de ingeniería química son contratados de forma externa "outsourcing". El verdadero cambio fue en 1995, ya que de acuerdo a los datos se incrementaron los productos. Más del 50% de los ingenieros químicos en Norte América trabajó para industrias con orientación a productos.

En la actualidad la industria química está preocupada tanto por los productos químicos así como por los procesos. Cuando describimos los cambios que ha tenido la ingeniería química nos referimos a "especializaciones químicas".

Los productos de gran volumen son normalmente aquellos que se fabrican en cantidades mayores a 10,000 ton/año, los equipos operan de manera continua y generalmente los productos con el menor costo de manufactura será el más rentable. Muchos de estos productos están hechos del petróleo y algunos productos inorgánicos como el etileno.

Desde 1970 estos productos orgánicos son manufacturados en grandes plantas dedicadas a ser productos independientes, la razón es que el costo de las plantas químicas son aproximadamente dos terceras partes de su capacidad. Para hacer un producto químico se deberá invertir una cantidad importante de capital. Esta es la razón por la cual la inversión por empleado es mayor para productos químicos comparado con otras industrias. Y es una de las razones por las que se opera de forma continua.

Algunos productos químicos tienen décadas utilizando la misma tecnología, es decir los productos químicos están bien definidos aún en mercados altamente competitivos, por ejemplo no existe diferencia entre propileno fabricado por ExxonMobil y Celanese, tampoco existe diferencia entre la urea hecha por W.R.Grace y Cargill.

Las plantas grandes e importantes trabajan de forma eficiente para su beneficio. Esta es la razón por la cual la optimización y el control por computadora son de vital importancia para el negocio de los productos químicos. Las especialidades químicas son hechos en cantidades menores a 10 ton/año, se manufacturan en equipos estandarizados. La compañía que primero comercializa el producto obtiene el 70% de las ventas.



Las pequeñas cantidades de especialidades químicas generalmente implica una manufactura por lotes tipo (batch) y no fabrican 24 h/día y rara vez al año. La producción generalmente es fabricada para campañas de lanzamientos específicas y el resto es guardado en inventario, los cuales nunca exceden los 1000 gramos.

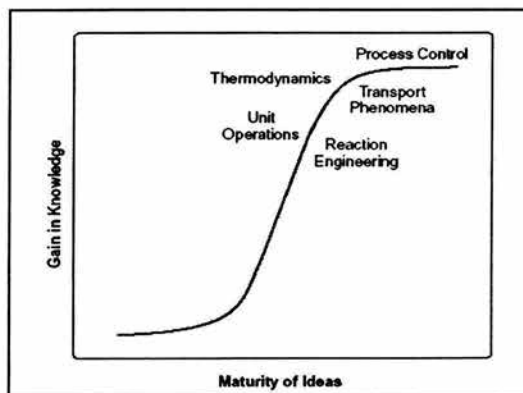
Estas pequeñas cantidades son producidas en equipos estándar que se utilizan para diferentes productos. En la industria farmacéutica se pueden encontrar equipos que se utiliza hasta para 20 productos diferentes. El equipo que se utiliza con frecuencia es de acero inoxidable, pueden ser, extractores, tanques de almacenamiento, mezcladores, y secadores.

Los ingenieros químicos deben estar involucrados en la etapa temprana del producto y la definición del proceso, las mejoras al proceso se dan antes de la operación del mismo, los ingenieros deben reconocer que la ventaja competitiva es diferente en la fabricación de especialidades químicas. La tendencia para la ventaja competitiva es que sea una fabricación rápida y de bajo costo. Con esto se asegura un mercado más grande, por otro lado el beneficio para los productos químicos especializados es el de tener un margen de utilidad más grande, de aquí la importancia que sean procesos muy rápidos.

Las diferencias entre las especialidades químicas y los productos de gran volumen radican en que las habilidades del ingeniero químico se deben aplicar de manera diversa además de requerir habilidades adicionales. Debido a la polarización de la ventaja competitiva en rapidez y costo requiere de diversas áreas de la ingeniería química.

Se puede considerar que los químicos y los ingenieros químicos tiene las habilidades necesarias, los cuales están representados en la siguiente figura, en donde se grafican la madurez intelectual contra la ganancia en el conocimiento. Cuando las ideas no son nuevas y no son maduras se requiere un esfuerzo enorme, incluso para una cantidad pequeña de aumento intelectual. Cuando las ideas son convertidas rápidamente se puede conseguir una ganancia intelectual importante.

**FIGURA 7 .CONOCIMIENTOS REQUERIDOS POR LOS INGENIEROS QUÍMICOS<sup>101</sup>**



<sup>101</sup> Edward L.Cussler, David W.Savage.Anton P.J.Middelberg, Mathias Kind.Refocusing Chemical Engineering.2001.

Las habilidades requeridas por los ingenieros químicos necesitan un cambio desde el sistema educativo. Hay una necesidad clara de incluir diseño para la síntesis de nuevos procesos de producción, las necesidades que se identifican en la preparación de los ingenieros químicos son: un curso introductorio que proporcione a los estudiantes las bases para posteriormente estudiar flujo de fluidos, ingeniería de reactores y termodinámica. En segundo lugar se identifican la necesidad de un curso de ciencia de materiales, incluyendo polímeros y biopolímeros y tercero, existe la necesidad clara de introducir materias como bioquímica y biología celular, economía y negocios.

En el futuro próximo la salud personal estará afectada por la ingeniería química las habilidades del ingeniero químico serán fundamentales para una rápida y acertada comercialización. En el futuro los productos farmacéuticos estarán presentes y adaptándose a los cambios de la tecnología por lo que el ingeniero químico deberá tener una formación integral para la solución eficiente y funcional de los problemas.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El objetivo de este trabajo es brindar un panorama general del quehacer del Ingeniero Químico en la Industria Farmacéutica. Este trabajo muestra los orígenes de la Industria Farmacéutica a nivel nacional e internacional; describe cómo es que la Industria Farmacéutica empezó y evolucionó en México incluyendo a las empresas más importantes en el transcurso de su evolución. Posteriormente se muestra un capítulo acerca de las principales compañías Farmacéuticas a nivel internacional; aquí se describen desde su fundación hasta su actual fusión.

Se describe cómo está estructurada la industria farmacéutica desde el desarrollo de nuevos fármacos hasta su comercialización, a nivel local y mundial. Posteriormente se describen las actividades de los profesionistas químicos en la Industria Farmacéutica y en particular las del Ingeniero Químico además de cuál es su papel en la industria farmacéutica, de acuerdo a su formación y sus actividades describiéndolas en forma detallada.

En la última parte de este trabajo ponemos a la industria Farmacéutica en perspectiva, es decir, de acuerdo a cómo fue su origen y a factores como la globalización, la economía, la tecnología y la sociedad, cómo se visualiza a la Industria Farmacéutica en unos años.

En la actualidad las empresas invierten millones de dólares para los lanzamientos de sus productos, pero debido a que este sector cambia de forma muy rápida nada puede garantizar el buen posicionamiento de las empresas en los lugares de privilegio.

Por este motivo los ingenieros químicos tendrán que estar conscientes del tipo de preparación que necesitan para poder enfrentar un mundo globalizado. En la actualidad ya no es suficiente sólo saber acerca de procesos ni de operaciones unitarias, que es parte fundamental de nuestra preparación, ahora es necesario tener conocimientos de economía, negocios, administración, ciencia, tecnología y cultura. El ingeniero químico deberá tener la capacidad para poder llevar buenas relaciones humanas pero sobre ser un profesionalista honesto.

Debido a los cambios en la Industria Farmacéutica la participación del Ingeniero Químico juega un papel fundamental ya que deberá adaptarse y ser partícipe de la nueva forma en que se administra la Industria Farmacéutica, afortunadamente la preparación del Ingeniero Químico le proporciona las herramientas y habilidades para poder ser un profesionalista de alto valor para la Industria Farmacéutica para la búsqueda y aplicación de soluciones que generen un valor agregado a los productos y servicios de este sector.

Cabe mencionar que durante el periodo en que se realizó este trabajo existieron eventos relevantes en la Industria Farmaceutica que no están considerados en esta tesis, ya que día a día ocurren cambios que hacen que la Industria Farmacéutica tome una dirección diferente. El periodo que se consideró para la realización de esta tesis fue desde el origen de la industria farmaceutica hasta febrero del año 2004.

## BIBLIOGRAFÍA

Anderson, J.Durston, B.H y Poole, M. Redacción de Tesis y Trabajos Escolares. 17ª.Edición México, México.1997.Editorial Diana.

Ansel, H.C.Introduction to Pharmaceutical Dosage Forms, 2ªEdición. USA.1982

Banker, G.S y Charimers, R.K. Pharmacy as a system in health-care delivery  
Pharmaceutics and Pharmacy practice. Lippincott, Philadelphia. USA.1982

Chiu Martínez Felipe de J. Análisis de la Industria Farmacéutica en México. Tesis  
Facultad de Ingeniería, UNAM, 1978.

De María y Campos, M. La Industria Farmacéutica en México. México 1977.

Divley S.George. El Gerente Profesional .Ed.Técnica S.A.1972

Floyd L.Darrow. The Story of Chemistry. Ed. Blue Ribbon Books.Inc. NY City.1930

Guy K.K. Laboratory Organization and Administration. McMillan &Co.1962

Food and Drug Administration. FDA GCP.Regulations. 2ª.Edición, Richmond, Inglaterra  
1998. Brookwood Medical Publications

Higby, G. Evolution of Pharmacy. Remington's Pharmaceutical Sciences.  
18ª.Edición.Pennsylvania, USA.1990.

INEGI. La industria química en México, México, INEGI 1990.

Padilla Arredondo J. A. La Importancia del Ingeniero Químico en la Administración, Tesis. Facultad de Química, UNAM, 2000.

Pesquera González, Miguel Angel. Las perspectivas de la Industria Farmacéutica ante la apertura Comercial. Tesis Facultad de Economía, UNAM, 1998

Rui Pita J. La Química en Europa y América (siglo XVIII y XIX). Estudio de Historia Social de las Ciencias Químicas y Biológicas. Tomo I. UAM-X. 1994.

Wojtkowiak, B. Historia de la Química de la antigüedad a 1950, Ed. Acribia. 1950

PÁGINAS WEB:

[www.abbot.com](http://www.abbot.com)  
[www.allergan.com](http://www.allergan.com)  
[www.altana-pharma.com](http://www.altana-pharma.com)  
[www.aventis.com](http://www.aventis.com)  
[www.azeneca.com](http://www.azeneca.com)  
[www.baxter.com](http://www.baxter.com)  
[www.bayer.com](http://www.bayer.com)  
[www.bd.com.mx](http://www.bd.com.mx)  
[www.boehringer-ingelheim.com](http://www.boehringer-ingelheim.com)  
[www.bms.com](http://www.bms.com)  
[www.cibas.com](http://www.cibas.com)  
[www.lilly.com](http://www.lilly.com)  
[www.merck.com](http://www.merck.com)  
[www.novartis.com](http://www.novartis.com)  
[www.pfizer.com](http://www.pfizer.com)  
[www.schering.com](http://www.schering.com)  
[www.roche.com](http://www.roche.com)  
[www.janssen.com](http://www.janssen.com)  
[www.sch-plough.com](http://www.sch-plough.com)

## APÉNDICE

INDICE DE TABLAS	Página
<b>Capítulo IV.</b>	
Tabla 1. Clasificación de la industria Farmacéutica en el mundo	85
Tabla 2. Desarrollo de la producción farmacéutica a nivel mundial. Exportaciones y Consumo, 1975-1990	86
Tabla 3. Alternativas por grupos de los grupos farmacéuticos	88
Tabla 4. Fármacos en desarrollo preclínico	89
Tabla 5. Exportaciones Farmacéuticas por región y grupo de países 1975-88	93
Tabla 6. Promedio de la estructura de costos en economías con un mercado desarrollado	94
Tabla 7. Cronología de Pfizer	102
Tabla 8. Fusiones para Pfizer	103
Tabla N.9. Fusiones para GlaxoSmithKline	114
Tabla 10. Fusiones para AstraZeneca	115
Tabla 11. Cronología de Hoechst	116
Tabla 12. Cronología de Rhone-Poulenc	117
Tabla 13. Fusiones para Aventis-Pharma	119
Tabla 14. Fusiones para Janssen Pharmacy Division	120
Tabla 15. Historia de Geigy	124
Tabla 16. Historia de Ciba	125
Tabla 17. Historia de Sandoz	126
Tabla 18. Fusiones para Novartis	127



Tabla 19. Fusiones para BristolMayerSquibb	129
Tabla 20. Fusiones para wyeth	130
Tabla 21. Cronología de Abbott	134
Tabla 22. Principales farmacéutica a nivel mundial	143
Tabla 23. Ventas y productos de medicamentos a nivel mundial	145
Tabla 24. Ventas y productos de medicamentos e nivel mundial	146
Tabla 25. Principales 10 Productos vendidos a nivel mundial	147
Tabla 26. Líderes en ventas por clasificación terapéutica (Comparación 2002 & 2003)	148
Tabla 27. Gastos Promocionales de los 10 principales productos	149
Tabla 28. Profesionales de la Química ocupados en la industria química y en otras industrias seleccionadas, por especialidad y actividad, 1972	179
Tabla 29. Alumnos titulados por generación desde 1987 a 1996	180
Tabla 30. Índice de titulación por institución del área metropolitana	180
Tabla 31. México y EUA. Estructura de la demanda de ingresos químicos	181
Tabla 32. Algunas empresas globales	195
Tabla 33. Empresas más grandes de cuidado de la salud en EUA	196
Tabla 34. Los mercados de algunas empresas farmacéuticas	199
Tabla 35. Compañías más importantes entre 1979 y 1999	212

## INDICE DE FIGURAS

### CAPITULO III

Figura 1. Cadena Productiva de la Industria Farmacéutica	34
Figura 2. Cadena de Valor en la Industria Químico-Farmacéutica	36
Figura 3. Cadena de Valor para Productos	39

**CAPITULO V**

Figura 4. Etapas de la Industria de Proceso	162
Figura 5. Proyecciones de la demanda de profesionales y de ingenieros químicos, 1970-1985	178

**CAPITULO VI**

Figura 6. Cambio en las actividades de los graduados en la carrera de Ingeniería Química 2003	213
Figura 7. Conocimientos requeridos por los ingenieros químicos	217

**INDICE DE GRÁFICAS****CAPITULO IV**

GRÁFICA 1. Precios Relativos y consumo per cápita de preparaciones farmacéuticas en dólares, 1983	91
--	----