

00541 27



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ELABORACION DE ESTRATEGIAS DE  
APRENDIZAJE EN EL AREA DE LA  
QUIMICA

T E S I N A  
Que para obtener el Diploma en  
ESPECIALIZACION EN DOCENCIA DE LA QUIMICA  
P r e s e n t a

MARGARITA ROSA GOMEZ MOLINE



DIRECTORA DE TESINA: M. en P. LAURA ORTEGA

MEXICO, D. F.

1996

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

**Con todo mi cariño a mi hijo Pedro,  
que me ha ayudado a crecer.**

## **AGRADECIMIENTOS**

**Al Jurado:**

**PRESIDENTE:** Q.M. Horacio García Fernández  
**VOCAL:** Q. José Ma. García Saiz  
**SECRETARIO:** M.en C. Gisela Hernández Millán  
**PRIMER SUPLENTE:** Q. Pilar Montagut Bosque  
**SEGUNDO SUPLENTE:** M.en C. Rebeca Sandoval Márquez

**por sus comentarios y orientaciones.**

**A Laura Ortega, por su paciente labor para abrir nuevos horizontes.**

**A los compañeros de la Sección de Química Analítica, que me contagiaron su amor por el cambio y por la docencia.**

**A las Autoridades de la Facultad de Química y de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán por su decidido apoyo a los estudios sobre Docencia.**

**A todos los que han sido mis sabios maestros, en el estudio y en la vida.**

**IN TLAMATINI: TLAVILLI OCUTL, TOMAVAC OCUTL HAPOCYO;**

**TEIXTLAMACHTIANI, TEIXCUIIANI, TEIXTOMANI.**

**TENACAZTLAPOANI, TETLAVILIANI**

**El sabio: una luz, una antorcha, una gruesa antorcha que no  
ahuma.**

**Hace sabios los rostros ajenos, hace a los otros tomar una  
personalidad, los hace desarrollarla.**

**Les abre los oídos, los ilumina.**

**(M. León-Portilla, Códice Matritense de la Real Academia)**

**TESIS**

**COMPLETA**

## CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
1.- UN HECHO QUE ORIGINA MUCHAS PREGUNTAS	5
2.- DESARROLLO DE LA INDUSTRIA QUÍMICA EN MÉXICO	8
2.1.- Época prehispánica	
2.2.- Época colonial	
2.3.- México Independiente	
2.4.- Período de estabilidad	
2.5.- Bases para la industrialización	
2.6.- Inicio de la industria química moderna	
2.7.- Crecimiento de productos básicos	
2.8.- Inicio de la industria petroquímica	
2.9.- La revaloración del petróleo y la crisis	
2.10.- La evolución de la industria en la crisis	
3.- EVOLUCIÓN DE LA ENSEÑANZA Y DE LA INVESTIGACIÓN DE LA QUÍMICA EN MÉXICO	27
3.1.- Los inicios	
3.2.- Incorporación a la Universidad	
3.3.- Consolidación de las carreras de Química	
3.4.- La especialización	
3.5.- El apoyo a las Ciencias	
3.6.- Los actuales planes de estudio	
3.7.- Enfoques pedagógicos y didácticos	
3.8.- Desarrollo de centros de investigación	
3.9.- Políticas gubernamentales	
4.- LOS PROFESIONALES DE LA QUÍMICA	54
4.1.- Las carreras que estudian	
4.2.- La matrícula en Química e Ingeniería Química	

4.3.- El posgrado	
4.4.- La matrícula en los Estados Unidos de Norteamérica	
4.5.- Algunas inferencias	
4.6.- La labor del químico en la industria mexicana	
4.7.- El papel que el químico desempeña actualmente	
4.8.- El papel que el químico podría desempeñar	
<b>5.- EL ALUMNO, EL APRENDIZAJE Y LA ENSEÑANZA</b>	<b>75</b>
5.1.- El concepto de aprendizaje	
5.2.- El concepto de enseñanza	
5.3.- El proceso enseñanza-aprendizaje	
5.4.- La didáctica en nuestro entorno	
5.5.- Los actuales paradigmas en la enseñanza de la Química	
5.6.- Un enfoque global: La Educación Química	
5.7.- Reflexiones sobre lo recopilado	
5.8.- Publicaciones con nuevos enfoques en México	
<b>6.- LOS CAMBIOS EN LA ENSEÑANZA</b>	<b>106</b>
6.1.- La experiencia de Ciencia Básica	
6.2.- La experiencia de Química Analítica en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán	
6.3.- La experiencia en la formación y actualización de docentes del Colegio de Bachilleres	
<b>7.- LA PROPUESTA</b>	<b>140</b>
7.1.- Aspecto pedagógico	
7.2.- Aspecto legislativo	
7.3.- Aspecto psicológico	
7.4.- Aspecto social	
7.5.- La formación de docentes	
7.6.- Los conocimientos del alumno	
7.7.- Algunos cambios	
7.8.- Ejemplo	
<b>8.- CONCLUSIONES</b>	<b>169</b>
<b>9.- BIBLIOGRAFIA</b>	<b>173</b>

## RESUMEN

Este es un breve estudio de algunos de los factores que pueden haber originado el bajo nivel de conocimientos que presentan muchos de los alumnos que ingresan a los estudios de licenciatura en Química, en la Universidad, con el objetivo de hacer una propuesta para motivar al estudiante, situándolo en la realidad del país.

Se analizan las peculiares condiciones en que se desarrolló la industria química, la evolución de la enseñanza y la investigación, así como la labor que desempeñan los profesionales de la Química y la que podrían desempeñar.

Se revisan los conceptos de enseñanza, aprendizaje, los actuales paradigmas y tendencias a nivel mundial sobre la Educación Química y se relatan las experiencias de la autora en algunos cambios introducidos en la docencia de la Química.

Finalmente, se presenta una propuesta para motivar al alumno recurriendo a un enfoque social y económico, basado en la información sobre los recursos

naturales de México, capaces de ser transformados por la industria química a productos de mayor valor agregado.

La información sobre alguna de las materias primas sirve de eje, alrededor del cual se revisan los conocimientos del alumno y se introducen planteamientos sobre estructura molecular, reacciones químicas, procesos para su transformación, análisis o aplicaciones.

Se revisa la labor del químico ante el reto y la necesidad de la investigación científica y tecnológica que requiere el país para desarrollar nuevos procesos más competitivos.

## INTRODUCCIÓN

Como muchos otros profesores he deseado obtener un mejor rendimiento en la cátedra y he buscado apoyo en los cursos de pedagogía, de psicología, de ciencias sociales, de historia de la Química y en seminarios y conferencias relacionadas con la docencia, para mejorar las estrategias que me permitan alcanzar un mejor desempeño de mi labor.

Esta búsqueda me ha llevado también a revisar antiguos libros y métodos de enseñanza, así como los actuales problemas sociales y económicos que vive el país.

La asistencia a Congresos me ha aportado una visión de la constante búsqueda de muchos profesores por mejorar la Docencia de la Química y convertirla en Educación Química, y las interminables discusiones con compañeros de trabajo y con alumnos me han enriquecido con sus ideas y conocimientos.

El presente trabajo representa un esfuerzo para integrar las enseñanzas tradicionales de la Docencia de la Química y mi experiencia personal como

profesora de Química Analítica y Química General con los nuevos paradigmas de la enseñanza de las Ciencias.

Comprende las experiencias personales en el transcurso de mi vida profesional y como docente. No pretende alcanzar a ser un trabajo cuantitativo que permita sacar conclusiones estadísticas, sino más bien, el resultado de una búsqueda sobre aquellos factores que influyen en el comportamiento del alumno como son la motivación por una actividad profesional, por una búsqueda científica o por una profesión para vivir.

Esta tesina parte de un cuestionamiento sobre el bajo nivel de conocimientos de muchos de los alumnos que ingresan a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Para responder a este cuestionamiento presento un análisis de las posibles causas y un resumen de los actuales planteamientos y experiencias en la docencia de la Química.

Basándome en dicha información expongo una propuesta que puede aportar una fuente de motivación para el estudiante, y que ya he aplicado, con excelente resultado, en algunos de los cursos de Química General que he impartido.

## CAPITULO 1

### UN HECHO QUE ORIGINA MUCHAS PREGUNTAS

Si se analizan los resultados de la encuesta sobre el perfil de conocimientos de los alumnos de 1er ingreso de la FES-Cuautitlán se destacan los siguientes puntos:

Los diversos diagnósticos aplicados desde 1975 que, de acuerdo a los programas actuales de bachillerato, deberían ser resueltos en un 100% (mínimo 60%) no alcanzan el 40% de respuestas correctas.

En 1982 el máximo fue de 42%

Además del aporte de las estadísticas, los profesores que hemos impartido cursos en los primeros semestres de la licenciatura sabemos que el alumno promedio no domina los temas planteados en los diagnósticos, mismos que se consideran fundamentales para un estudiante que desea aprender Química. También conocemos las dificultades que tiene que superar para aprobar los primeros semestres y el grado de deserción ( a veces del 50%) que se presenta.

¿Por qué los alumnos que eligen carreras de Química no llegan con la preparación esperada?, si su meta es estudiar Química ¿Por qué no han puesto interés en su aprendizaje?

Pueden ser muchas las respuestas:

- No tienen buena preparación. Quizás no tuvieron los maestros adecuados, pero tuvieron libros y se supone que les interesaba la Química.
- No tienen hábitos de estudio y sólo retuvieron algo de lo que se les explicó.
- Pensaron que la Química consistía en conocimientos cualitativos de algunos fenómenos y no había necesidad de deducir ni de calcular.
- No tienen verdadera vocación para una carrera científica
- Se inscribieron para contar con un oficio que les permitiera vivir.
- No tienen motivación para desarrollar sus capacidades de deducción, cálculo o memorísticas.

Estas respuestas a su vez plantean otras preguntas, si se quiere ir más al fondo del problema.

¿Por qué causas la preparación de los alumnos no alcanza, en promedio, los niveles deseados?

¿Cuáles son los antecedentes que han llevado a esta situación?

¿Qué desempeño profesional han logrado los egresados de las carreras de Química?

Pero también cabe preguntar:

¿Cómo se efectúa el aprendizaje?

¿Qué enseñanza ha recibido el alumno?

¿Está, dicha enseñanza, acorde con lo que vamos a evaluar y a lo que esperamos de él?

¿Estamos actualizados en los sistemas docentes de la Química?

¿Conocemos, verdaderamente, a nuestros estudiantes?

¿Sabemos cuáles son los caminos para mejorar las situación?

Al agrupar estas preguntas y otras que pudieran surgir, se ha encontrado que giran alrededor de dos grandes ejes o marcos de referencia:

- Marco histórico y social, que contempla el desarrollo de la industria química en México, las políticas sobre la enseñanza de la Química, el apoyo a la investigación y las actividades de los profesionales de la Química.

- Marco pedagógico, que considera los conceptos sobre enseñanza-aprendizaje, sobre la construcción del conocimiento, la evaluación, los diferentes paradigmas y modelos de enseñanza y los objetivos de la enseñanza-aprendizaje o de la Educación Química.

## CAPITULO 2

### DESARROLLO DE LA INDUSTRIA QUÍMICA EN MÉXICO

Muchos factores intervienen en el desarrollo de una ciencia en un país determinado. Existen causas sociales, políticas, educativas. Sin duda deben tomarse en cuenta las económicas pero también el deseo de superación de los individuos y del país. Podemos describir esta evolución en varias etapas o épocas.

#### 2.1.- ÉPOCA PREHISPÁNICA

En el campo de la Química los pueblos prehispánicos realizaron avances notables. Por medio de una compleja tecnología lograron separar el cloruro de sodio del carbonato y bicarbonato de sodio. Obtuvieron sacarosa a partir del maíz y del maguey. Lograron así mismo interesantes adelantos en la obtención de colorantes a partir de la grana cochinilla y del palo de Campeche, en la elaboración de pegamentos y en la manufactura de papel.

Sin embargo, la organización de estas sociedades, eminentemente teocráticas, patrocinó únicamente el desarrollo de grupos artesanales al servicio del grupo en

el poder. La enseñanza de esta ciencia debió ser experimental, donde el artesano comunicaba sus conocimientos a sus discípulos o aprendices mientras trabajaba.

## 2.2.- ÉPOCA COLONIAL

La ciencia mexicana desde la conquista ha estado sujeta a los esquemas explicativos (paradigmas)\* de la ciencia occidental y se ha desarrollado dentro de presupuestos teóricos. Esto no quiere decir que la herencia prehispánica no haya tenido cabida dentro del desenvolvimiento de la ciencia posterior a la llegada de los españoles, pero indudablemente prevaleció la visión europea, (Trabulse, 1983).

Durante los tres siglos coloniales el desarrollo del saber científico se vio entorpecido por la superstición, la censura y por el dominio de lo eclesiástico de la educación. La política económica de España hacia sus colonias alentaba la producción de bienes que requería su propia economía y prohibía la de aquellos que se producían en la metrópoli, tales como el cultivo de la vid y la producción de vino, la del aceite de olivo, la orfebrería y a fundición de hierro. En la Nueva España se extraían, en primer lugar, la plata y el oro, pero también los colorantes vegetales, cueros, azúcar, vainilla, tabaco y cacao, los cuales requieren de algún tratamiento químico (Giral, 1978).

\* paradigma, como lo define T.S. Kuhn, se refiere a realizaciones científicas que alguna comunidad particular reconoce, durante cierto tiempo, como fundamento para su práctica posterior.

La Corona española dejó en manos de particulares la búsqueda, la explotación y el financiamiento de los riquísimos yacimientos de plata, pero se reservó para sí el monopolio de la venta de mercurio, el derecho de acuñar moneda y controlar la exportación del metal (Trabulso, 1983).

Dada la importancia de la minería de México para España se instituyó el Real Seminario de Minería, cuyos estudios se inauguraron el 1o de enero de 1792 bajo la dirección de D. Fausto de Elhuyar. En dicho colegio se impartían enseñanzas de química, física, mineralogía y geología.

No obstante las limitaciones para instalar cualquier industria, cuyo permiso otorgaba el Consejo de Indias de Sevilla, al final de la Colonia se estima que el 22 % de la producción manufacturera de la Nueva España, 16 millones de pesos, correspondía a industrias químicas. De éstas destacaba la producción de velas de sebo, de jabones, de pólvora y de aceites vegetales.

También, debido a la escasez de hierro, el Real Tribunal recomendó el proyecto de una ferrería que se instaló en Michoacán y que inició sus trabajos en 1805.

### 2.3.- MÉXICO INDEPENDIENTE (1821-1867)

Desde que se consumó la independencia en 1821 hasta que se expulsó a los franceses y se restauró la República con Juárez en 1867, las crisis políticas y el caos económico marcan la vida del país. El Gobierno Federal en 1830, estableció el Banco de Avío (Giral, 1978) con un capital de un millón de pesos. El dinero se destinó a refaccionar financieramente a quienes estuviéran decididos a montar fábricas. Este primer intento de fomento industrial que duró 12 años, ayudó a 37 empresas y contribuyó a reanudar la actividad de la principal industria de la época: la textil de algodón y lana. También ayudó al establecimiento de otras industrias tales como la del vidrio, la de papel, fundiciones, talleres mecánicos y otras.

El Banco del Avío desapareció por decreto en 1842 y se fundó la Dirección General de la Industria Nacional. Su principal objetivo fue asociar a las empresas que tenían mas de 20 trabajadores y que pertenecían a la misma clase industrial. A partir de 1853, se fundó la Secretaria de Fomento Industrial y se continuó tratando de promover la industria.

Durante las primeras décadas del México independiente decayó mucho la producción de azúcar y no se recuperó hasta finales de siglo. Aumentó la

producción de aceites . Se producían además, cerillos, sulfato de magnesio y de sodio, ácido nítrico y otros productos químicos que se utilizaban en minería.

Se estima que la producción industrial fue en:

1817	60 millones de pesos
1855	100 millones de pesos
1868	110 millones de pesos

Estas cifras muestran el lento crecimiento del sector industrial en esa época, del orden de 1% como promedio anual. De estos totales, la industria química contribuía con, aproximadamente, la cuarta parte.

Durante todo el siglo pasado y principios del presente, se nota un vacío con relación a la química aplicada a la industria. No se contaba con los químicos industriales en cantidad apropiada, ni con los especialistas que exigían las necesidades del país.

Los profesionales químicos requeridos en las industrias del azúcar, de las fermentaciones, de hilados y tejidos y en las plantas de productos químico-farmacéuticos y químico-industriales procedían de Europa, pero en número insuficiente. Además no se tenía interés, ni se sabía aprovechar los numerosos

recursos del país. La agricultura no contaba con químicos que estudiaran los suelos, ni con los fertilizantes necesarios para aumentar el rendimiento agrícola. Pasaron décadas para que se reconocieran los problemas anteriores y se creara la primera escuela de química industrial.

#### **2.4.- PERIODO DE ESTABILIDAD (1867-1910)**

Después de la intervención francesa, al regresar Juárez al poder, se inició una etapa de estabilidad política que se prolongó y acentuó durante los periodos de gobierno de Porfirio Díaz, terminando en 1910, cuando estalló la Revolución.

La ejecución de las leyes de desamortización y nacionalización de los bienes pertenecientes a comunidades religiosas y comunales, una excelente administración financiera y otras circunstancias favorables, contribuyeron a sanear las finanzas p'ublicas, permitiendo una cierta estabilidad en las políticas económicas. Se iniciaron las obras de infraestructura más indispensables, en particular los ferrocarriles.

Se incrementó la demanda de productos manufacturados, lo que permitió el establecimiento de industrias más grandes que elaboraban textiles, vidrio, cerveza, papel, azúcar y otras que requerían de productos químicos, incluyendo la primera siderúrgica con un alto horno.

Se importó maquinaria para las nuevas industrias y para los equipos del ferrocarril. Este medio de transporte contribuyó enormemente a la ampliación del mercado interno.

## **2.5.- BASES PARA LA INDUSTRIALIZACIÓN (1916-1938)**

Durante la etapa armada y la etapa de consolidación de la Revolución la economía del país creció muy lentamente. En la industria química destaca el año de 1916, en que fue creada la primera escuela de química: La Escuela Nacional de Química Industrial, que respondía a la necesidad que las industrias tenían de profesionales químicos, pues la primera guerra mundial hizo regresar a su país de origen a los profesionales europeos que las empresas habían contratado. Esta Escuela marca una etapa fundamental en la historia de la química y de la industria química del país. (García, 1985)

De esta Escuela egresaron, en pocos años, no sólo los profesionales que requerían las industrias establecidas, sino también los que empezaron a promover nuevas industrias.

En este periodo la industria de transformación, incluida la química redujo su producción a partir de 1910, no recuperando su nivel hasta 1925. De 1934 a

1938, una vez superada la depresión económica mundial, esa industria volvió a cobrar impulso.

Con la creación del Banco de México en 1925, se inició la recuperación de la confianza en la moneda y fue formándose el sistema financiero. Desde la creación de la Nacional Financiera en 1934, contó el gobierno con un instrumento poderoso para fomentar y financiar la infraestructura en general y la industria básica en particular.

La creación de otras escuelas de química contribuyó al desarrollo posterior de esta industria. En 1936, veinte años después de fundada la primera escuela, se creó el Instituto Politécnico Nacional, que incluyó entre sus objetivos la formación de técnicos, estableciéndose varias carreras para profesionales químicos.

## **2.6.- INICIO DE LA INDUSTRIA QUÍMICA MODERNA (1938-1950)**

La conciencia social provocada por la nacionalización del petróleo, atrajo la atención pública hacia el problema de la independencia industrial. La superación de las primeras dificultades de la industria nacionalizada dio seguridad al sector industrial del país y en particular al sector público.

De los profesionales químicos que trabajaban en la refinación de petróleo en 1938, una importante proporción era de mexicanos preparados en la Escuela

Nacional de Ciencias Químicas de la UNAM, fundada 22 años antes. Tenían experiencia limitada en puestos de responsabilidad directiva, pero contaban con los conocimientos y experiencia técnica indispensables. La empresa petrolera nacional fue campo de adiestramiento para muchos profesionales químicos que después participaron en la creación y desarrollo de numerosas empresas.

Al nacionalizarse la industria del petróleo, las empresas extranjeras se negaron a venderle al país el tetraetilo de plomo, indispensable entonces, para las gasolinas. El gobierno reaccionó solicitando la colaboración de los mejores químicos y construyendo con muy escasos recursos una planta para producir dicho compuesto. Fue el primer producto petroquímico que se fabricó en el país.

Se desarrollaron también otras áreas de la Química: En 1938, se inició la producción de sosa cáustica y cloro por electrólisis en la empresa Productos Químicos de México, a partir de 1942 se iniciaron industrias de mayor tamaño, como Sosa Texcoco y el Banco Nacional de México y Celanese Corporation de EUA crearon Celanese Mexicana para producir fibras químicas.

Se establecieron, durante la década de los cuarenta, numerosas empresas medianas y pequeñas. El número de empresas químicas paso de 379 (1940) a 1710 (1950), lo que implica una tasa de crecimiento promedio de 16.3%. La segunda guerra mundial fue determinante en este desarrollo de dos maneras. Por

una parte se dificultaba la importación de productos químicos y, por otra, se hizo fácil exportar materias primas tratadas químicamente. Con las exportaciones se obtuvieron divisas para importar equipos para otras plantas.

En los años 40 se desarrolló en México la industria de las hormonas sintéticas debido al descubrimiento que el químico norteamericano Russell E. Marker hizo de una planta mexicana llamada "cabeza de negro" de la que se podía obtener un rendimiento suficientemente alto de diosgenina, sustancia a partir de la cual sintetizó numerosas hormonas.

El descubrimiento fue explotado por los laboratorios Syntex que crearon un importante centro de investigación en el que trabajaron destacados investigadores venidos de diferentes partes del mundo. El Instituto de Química colaboró con importantes investigaciones en el campo de la síntesis de hormonas y desde entonces se ha especializado en la identificación de principios activos de las plantas mexicanas.

El florecimiento de la industria de hormonas tuvo, adicionalmente, un aspecto muy positivo en el área de formación de investigadores. Se prepararon y desarrollaron un número considerable de químicos mexicanos en las tecnologías de síntesis de productos complicados y de alta densidad económica al lado de los investigadores contratados por Syntex. Varios de ellos han sido fundadores de empresas en diversas industrias químicas además de la químico-farmacéutica.

## 2.7.- CRECIMIENTO DE PRODUCTOS BÁSICOS (1950-1960)

Desde 1940 se formaron empresas cuyo origen principal fue el capital o iniciativa gubernamentales, pero la mayor parte de las industrias medianas y pequeñas se iniciaron con empresarios y profesionales particulares. En muchos casos los profesionales químicos se volvieron empresarios debido a que siendo esta industria complicada y peligrosa, hubiera sido difícil que la dirigieran personas sin preparación en esa área.

Los gobiernos de entonces fomentaron la industria con estímulos fiscales, exenciones de impuestos y, sobre todo, con el control directo de la importación mediante el mecanismo de permisos previos. La protección decidida que se dio a las nuevas industrias, junto con el financiamiento que ofrecía Nacional Financiera y la asistencia técnica que proporcionaban algunos centros de investigación creados en esa época, dieron un fuerte impulso a la creación de nuevas industrias químicas.

Entre los recursos para la investigación industrial que se crearon, se cuentan: Investigación bibliográfica que se facilitaba en bibliotecas como la de Investigaciones Industriales del Banco de México; ayuda a la explotación y transformación de minerales en los Laboratorios de Fomento Minero y colaboración con los industriales en los estudios y experimentos de preinversión,

en laboratorios como los del Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas y los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial.

Si bien desde la década anterior aparecieron numerosas industrias de productos intermedios, la década de los 50 se caracteriza por el aumento acelerado de productos químicos básicos.

Medidos por el número de establecimientos, los fabricantes de productos básicos pasaron de 126 en 1950 a 297 en 1960, creciendo a un ritmo de 8.9 % anual, mientras la tasa de la industria química era del 1.8% anual. El valor de la producción de estas industrias aumentó en esta década a un ritmo del 14.4 % contra una tasa de 9.5 % para el total de la industria química.

Las principales empresas que se establecieron fueron Guanos y Fertilizantes de México (estatal), Celulosa y derivados, Compañía Mexicana de Coque y Viscosa de Chihuahua (con el apoyo y participación de Nacional Financiera).

## **2.8.- INICIO DE LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA (1960-1973)**

Al finalizar la década de los 50 se inicia en Pemex la industria petroquímica con la primera planta para producir dodecibenceno, materia prima para obtener los detergentes. El gobierno dedicó especial atención al desarrollo de la petroquímica, emitiendo las primeras leyes para su reglamentación, por las cuales

se separan los productos básicos, a cargo de Pemex, de los secundarios, donde puede participar la iniciativa privada con un mínimo de 60 % de capital mexicano. Se creó la Comisión Petroquímica que analizaba los proyectos y otorgaba los permisos indispensables.

El crecimiento de la demanda petroquímica fue muy acelerado, especialmente en los productos básicos, basta comparar el volumen producido por Pemex en 1959 (47 000 toneladas), con el correspondiente a 1969 (1 721 000 toneladas). La tasa anual promedio fue de 43 %

Hasta 1973, las industrias de productos petroquímicos o derivados de ellos presentaron el mayor dinamismo, pero toda la industria química de México incrementó su ritmo de producción en forma importante. Esto se debió, por una parte a las condiciones del país y por otra a las políticas de fomento. Al fabricarse materias primas petroquímicas que antes se importaban, las empresas consumidoras incrementaron su producción. Como ejemplo, la industria de artículos y materiales plásticos que con 973 establecimientos ocuparon a 33 157 personas sobrepasando a la industria farmacéutica en la generación de empleos.

En los años sesenta, además un crecimiento de la producción de productos básicos e intermedios, tales como, ácidos sulfúrico y fosfórico, en el Istmo de

se separan los productos básicos, a cargo de Pemex, de los secundarios, donde puede participar la iniciativa privada con un mínimo de 60 % de capital mexicano. Se creó la Comisión Petroquímica que analizaba los proyectos y otorgaba los permisos indispensables.

El crecimiento de la demanda petroquímica fue muy acelerado, especialmente en los productos básicos, basta comparar el volumen producido por Pemex en 1959 (47 000 toneladas), con el correspondiente a 1969 (1 721 000 toneladas). La tasa anual promedio fue de 43 %

Hasta 1973, las industrias de productos petroquímicos o derivados de ellos presentaron el mayor dinamismo, pero toda la industria química de México incrementó su ritmo de producción en forma importante. Esto se debió, por una parte a las condiciones del país y por otra a las políticas de fomento. Al fabricarse materias primas petroquímicas que antes se importaban, las empresas consumidoras incrementaron su producción. Como ejemplo, la industria de artículos y materiales plásticos que con 973 establecimientos ocuparon a 33 157 personas sobrepasando a la industria farmacéutica en la generación de empleos.

En los años sesenta, además un crecimiento de la producción de productos básicos e intermedios, tales como, ácidos sulfúrico y fosfórico, en el Istmo de

Tehuantepec se incrementó la transformación de fluorita, mineral que se exportaba, en ácido fluorhídrico de mayor valor agregado (Montaño, 1984).

Las tecnologías para estas industrias se importaron a pesar de que el Instituto Mexicano del Petróleo desarrolló y adaptó algunos procesos, no se contó con tecnologías de vanguardia, ya que tampoco había personal especializado que pudiera desarrollarlas.

## **2.9.- LA REVALORACIÓN DEL PETRÓLEO Y LA CRISIS (1973-1982)**

El aumento de los precios del petróleo a fines de 1973 produjo una seria inestabilidad en el mercado de productos petroquímicos.

Los precios de estos productos aumentaron excesivamente, tanto por un desequilibrio de la oferta con relación a la demanda, como por los aumentos desproporcionados de las existencias.

En 1975 la inflación continuaba alta. El déficit de mercancías fue de 3 700 millones de dólares y, de ese total, a la industria química le correspondían 630 millones de dólares, es decir, el 17 % del déficit mencionado. Para procurar un mayor desarrollo industrial, el gobierno hizo hincapié en los aspectos tecnológicos: A finales de 1970 se creó el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; en 1972 se promulgó la Ley de Transferencia de Tecnología; en 1973

la Ley para Promover la Inversión Mexicana y Regular la Extranjera y en 1976 la Ley de Invencciones y Marcas.

En este periodo, Petroleros Mexicanos inició un ambicioso programa de aumento de la producción de crudo. En 1976 se produjeron 1.3 millones de barriles diarios y en 1982 se llegó a 3.8 millones. La tasa de crecimiento promedio fue de 20 % anual. Las exportaciones de crudo crecieron a tasas todavía mas elevadas. Se amplió la planta industrial y se importaron equipos para ella.

Muchas empresas contrajeron grandes deudas con el exterior confiados en la gran demanda y los altos precios. La capacidad de la petroquímica básica paraestatal y la de la petroquímica secundaria de la iniciativa privada se incrementaron considerablemente pues se pretendía exportar productos químicos, básicamente petroquímicos por valor de 500 MM de DIs en vez de los 262 MM que se habían exportado anteriormente. También se esperaba bajar el monto de las importaciones con el aumento de la producción nacional.

Cuando los precios internacionales del crudo sufrieron una fuerte baja en 1982 se vio que el país ya no podía seguir creciendo con las elevadas tasas de años anteriores. Se dio en ese año una situación de insolvencia financiera del país, se produjo un reajuste financiero y se inició un periodo de crisis.

## 2.10.- EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA EN LA CRISIS (1983 - )

Diez años después, el déficit en el comercio exterior de productos químicos sigue siendo considerable. El saldo de la balanza comercial en sus variaciones, presenta una tendencia muy marcada:

### BALANZA COMERCIAL DE LA INDUSTRIA QUÍMICA (1980-1988)

(millones de dólares)

Incluye las ramas de petroquímica, Química y Productos de hule y plásticos.

Periodo	Exportaciones	Importaciones	Saldo
1980	533	2 268	- 1 735
1981	612	2 761	- 2 149
1982	583	1 919	- 1 335
1983	807	1 372	- 587
1984	981	1 828	- 847
1985	833	2 320	- 1 484
1986	995	1 962	- 967
1987	1 326	2 191	- 865
1988	1 761	3 013	- 1 252

(Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI (1993)).

## MÉXICO: BALANZA COMERCIAL

Enero-Diciembre (millones de dólares)

Periodo	Exportaciones	Importaciones	Saldo
1989	1 876	3 637	- 1 761
1990	2 097	3 881	- 1 761
1991	2 406	4 917	- 2 511
1992	3 355	8 078	- 4 722
1993	3 563	8 859	- 5 296
1994	3 720	8 865	- 5 145

(Comercio Exterior, 1991, 1992, 1994 y 1995)

La exportación, indudablemente, ha ido en aumento, pero no en la misma proporción que las importaciones.

En los últimos años se ha diversificado mucho la producción química y también el consumo. En términos generales, puede decirse que las empresas químicas, especialmente las privadas grandes y las filiales de compañías extranjeras, han podido contrarrestar la reducción de la demanda interna provocada por la crisis con un aumento en las exportaciones, a partir de 1988.

No obstante que la exportación de productos químicos ha tenido incrementos considerables en los últimos años (de 807 MM Dls en 1983 a 3 563 MM Dls en 1993, es decir, 4.4 veces), el déficit con el exterior ha aumentado en mayor proporción (de 1 372 MM Dls en 1983 a 8 859 MM Dls en 1993, es decir, 6.5 veces más) y el saldo negativo pasó de -587 MM Dls a -5 296 MM Dls (9 veces más), debido entre otras causas a que la planta química no ha aumentado en relación a las necesidades del país y fue necesaria la importación.

Cuando existía una protección a la producción nacional, con el cierre de fronteras a la importación, la planta química mantuvo un nivel de producción y de calidad de acuerdo a las necesidades del mercado nacional, sin preocuparse por modernizar su tecnología, puesto que contaba con un mercado cautivo. Cuando éste decayó, desde 1982, no se encontraba en posibilidades de competir a nivel internacional. Esta problemática se incrementó al entrar México al GATT, desde entonces la competencia ha sido mayor y las empresas que no se han actualizado tienden a desaparecer.

Con el Tratado de Libre Comercio se ha notado la dificultad por competir en otros mercados debido a la falta de tecnología de punta. Aunque empresas grandes han creado laboratorios de investigación aplicada y departamentos de gestión de tecnología. Las medianas y pequeñas que son la mayoría, no cuentan con suficientes recursos para crear una infraestructura tecnológica y, sin embargo,

algunas están participando en la reconversión industrial y en la modernización de la economía propuesta por el gobierno.

En resumen, los descubrimientos de las culturas prehispánicas sobre transformaciones de materias primas y aprovechamiento de recursos naturales, comestibles y plantas curativas fueron despreciados durante siglos, apenas, actualmente se está revalorizando algunos de ellos, como el amaranto o los cultivos en chinampas.

La época colonial impidió, por razones económicas, el desarrollo de algunas industrias como: elaboración de vinos, aceites, hierro y platería. Las demás industrias se desarrollaron en muy pequeña escala.

Cuando el México independiente empezó a organizarse lo hizo siguiendo y copiando modelos europeos y después norteamericanos. Hasta la fecha existe escaso desarrollo de tecnologías diseñadas para la resolución de necesidades y problemas propios, (excepción y confirmación, el proceso HYLISA).

Hasta la fecha, considerando sus altas y bajas, la balanza económica sigue siendo deficitaria, el valor de las importaciones rebasa, con creces el valor de las exportaciones, ya que las principales exportaciones son el petróleo crudo y los minerales sin procesar.

## CAPITULO 3

### EVOLUCIÓN DE LA ENSEÑANZA Y DE LA INVESTIGACIÓN DE LA QUÍMICA EN MÉXICO

Al inaugurarse el 3 de abril de 1916 la Escuela Nacional de Industrias Químicas, ubicada en Tacuba, se pretendía únicamente alcanzar un objetivo fundamental: Dotar a la industria de técnicos especializados que contribuyeran rápidamente a su desarrollo, pero se lograba otro: Facilitar el acceso a la educación, ya que la Escuela aceptaba al alumno aunque no hubiera cursado la enseñanza media y le daba el apoyo suficiente para aprender un oficio.

Un breve resumen de los cambios efectuados en las carreras y en los planes de estudio permite contemplar la evolución de los criterios que marcaron la enseñanza de la Química en este siglo, en México, (García, 1985).

#### **3.1.- LOS INICIOS**

Las carreras con que contaba la nueva Escuela Nacional de Industrias Químicas eran:

- Químico Industrial, con cuatro años de estudios
- Perito en Industrias, con dos años
- Práctico en industrias, con un año

El diseño de los contenidos curriculares se planteó de tal manera

que el plan de estudios de Químico Industrial abarcaba las otras dos carreras y permitía que, aunque se empezara por la más corta, fuera posible completar la carrera de cuatro años.

Todos los alumnos inscritos tenían la obligación de asistir a conferencias sobre Geografía e Historia, Higiene Industrial, Legislación Industrial y Obrera, Urbanidad, Moral y Civismo, lo que les permitía incorporarse al trabajo con conocimiento del medio en el que iban a ejercer.

### **3.2.- INCORPORACIÓN A LA UNIVERSIDAD**

El 25 de diciembre de 1917 se expidió la Ley de Organización de las Secretarías de Estado y Dependencias del Ejecutivo de la Unión, que confería la categoría de Facultad de Ciencias Químicas a la hasta entonces Escuela Nacional de Química Industrial. Este cambio se apoyó académicamente en la incorporación de los farmacéuticos, que habían logrado un avance en su campo de conocimientos

más cercano al terreno de la Química que al de la Medicina, en cuya Escuela se habían visto colocados a lo largo de la historia.

Los farmacéuticos, en 1918, formaban el grupo de personas mejor preparadas en Química que tenía el país: los farmacéuticos representaban el alto nivel académico, que permitió a la nueva facultad abrir las oportunidades de estudio con la carrera de Ingeniería Química y el Doctorado en Química.

Según el Archivo General de la Facultad de Química, citado por **García (1985)**, se introdujeron siguientes carreras de Farmacia:

Químico Farmacéutico (1915) con el plan de estudios de la Escuela Nacional de Medicina, con reformas en 1921, 1927, 1928-1933

Auxiliar de Farmacia (1927)

Farmacéutico (1927)

Se implantaron nuevos programas para las carreras de Química:

Químico Técnico, (1920) con reformas anuales hasta 1925

Químico Ensayador (1920)

Químico Metalúrgico (1921) y (1922)

Químico Metalurgista (1924) y (1925)

Ensayador (1924)

Químico Ensayador (1925)

Metalurgista Ensayador (1927)

Químico (1927)

Químico Petrolero (1928)

Se reestructuraron las carreras de

Química Industrial (1918)

Ingeniería Química (1927)

Cuando se fundó oficialmente la primera Escuela para la enseñanza superior de las Ciencias Químicas, la industria respectiva seguía siendo primitiva y sumamente rezagada con respecto al exterior, aunque esta época correspondía a la primera guerra mundial. A fines de 1917, en el primer Congreso Nacional de Industriales se cuestionaron ya los problemas que han afectado al desarrollo de la industria, el desarrollo científico y tecnológico, la dependencia del extranjero y la soberanía nacional. Se planteó la necesidad de decidir si se debía proteger con medidas arancelarias especiales a la industria mexicana o si, por el contrario convenía abrir las puertas a la inversión extranjera sin restricciones.

Este problema se reflejó en los planes de estudios, y se decidió subir su nivel. Para estudiar cualquiera de las carreras se requería haber cursado previamente la preparatoria (cinco años) y por supuesto la primaria (seis años).

Los programas se enriquecieron con un mayor número de asignaturas teóricas: Matemáticas Avanzadas, Física, Fisico-química, Electroquímica y Química Orgánica.

Al mismo tiempo se dio un gran impulso a los talleres industriales: jabonería, vidriería, aceites esenciales, curtiduría, galvanoplastia, azúcares y almidones. Existían en la Escuela, pequeñas plantas de producción que vendían jabón al público y éter sulfúrico.

También se requería apoyo para la industria metalúrgica, que había quedado muy rezagada y se crearon las carreras para preparar químicos ensayadores y metalurgistas.

Los objetivos educativos en esta etapa se observan fácilmente: Crear profesionistas con un mayor conocimiento de la Química para que sustituyeran a los especialistas europeos, que no se podían conseguir con motivo de la Gran Guerra, para que continuaran con las empresas existentes y que recibieran una preparación experimental que les permitiera crear pequeñas industrias químicas,

para que pudieran sustituir importaciones y aprovechando materias primas existentes en el país.

### **3.3.- CONSOLIDACIÓN DE LAS CARRERAS DE QUÍMICA**

Para 1932 se estaba reestructurando la educación superior en el país; consolidándose la economía y el poder político y enfrentándose las deudas con el exterior, cuando el producto nacional bruto estaba por los suelos.

En 1935 apareció un gran cambio en los planes y programas de estudio de las carreras de Química, debido a que con el Presidente Lázaro Cárdenas, el presupuesto dedicado a la educación se disparó de 52 millones de pesos en 1934 a 60 en 1935, correspondiendo al gobierno federal un incremento mucho mayor que a los estados.

En ese mismo año, el Dr. Fernando Orozco se hizo cargo de la dirección de la Escuela de Ciencias Químicas y con el apoyo del cuerpo docente inició un auténtico renacimiento de los estudios de Química. En la sesión del 21 de enero de 1935 se aprobó la creación de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas integrada por tres entidades: Departamento de Ciencias Físicas y Matemáticas, Escuela Nacional de Ingenieros y Escuela Nacional de Ciencias Químicas.

Esta integración tenía como meta fundamental elevar el nivel de los estudios de acuerdo a las necesidades de un país que empezaba a crear las bases para su industrialización y requería profesionales con un conocimiento más completo de las ciencias básicas. Para lograrlo se reformaron los planes de estudio de Ingeniería Química, Química-Farmacéutico-Biológica y Química, y se transformaron las carreras de Metalurgista y Ensayador, en la de Ensayador Metalurgista.

El cambio más profundo se dio en la carrera de Ingeniería Química: Desapareció la Física Industrial y en su lugar surgieron los primeros cursos de Ingeniería Química, se intensificaron las matemáticas, surgieron nuevos cursos como Resistencia de Materiales, Estática, Cinemática, Máquinas Térmicas y Termodinámica Química que ampliaron la base teórica del conocimiento de los procesos industriales. Todo esto sin abandonar las prácticas en una planta industrial o en un laboratorio, durante seis meses.

La carrera de Química también se modificó profundamente. A partir de 1927 se cursaba en tres años y pasó a ser de cuatro en 1935; el curso de matemáticas de primero se dividió en uno de complementos de álgebra y otro de geometría analítica y cálculo integral, se impartió un curso adicional de análisis cuantitativo, ahora llamado Análisis Cuantitativo Especial y la química orgánica con prácticas

se dividió en dos materias: Química Orgánica Acíclica y Química Orgánica Cíclica.

En 1937 se creó el Instituto Politécnico Nacional, incluyendo las escuelas de Artes y Oficios, Mecánica, Construcción, Textil, Bacteriología y Fermentaciones entre otras, con lo que se marcó un cambio radical en la educación, pues no se trató sólo de una reestructuración de planes y programas, sino de una nueva orientación en la enseñanza. Este cambio se basó en la preparación de los jóvenes para el trabajo, al vincular estrechamente la educación con la rama del conocimiento, con objeto de que el alumno adquiriese aptitudes y habilidades que pudiera emplear en el sector productivo inmediatamente después de concluir un ciclo de manera total o parcial.

El Instituto Politécnico Nacional nació a consecuencia de la necesidad de crear una infraestructura básica para la industrialización del país; ya que no había sido suficiente la creación de escuelas técnicas como la de Química, dentro de la Universidad, para dejar atrás el rezago en la formación de profesionales.

Después de la nacionalización del petróleo (1938), se analizó la situación del país y se concluyó que para consolidar las acciones tomadas por el gobierno se requería contar con los técnicos adecuados y suficientes para la industria petrolera así como para la minero-metalúrgica fin de aprovechar racionalmente los recursos del país. Se planteó, por parte del Instituto Politécnico Nacional y

ante el Secretario de Educación Pública, la necesidad de formar nuevas carreras: la de Ingeniería Química Petrolera y la de Ingeniería Metalúrgica en 1940 y en 1944, la de Ingeniería Química Industrial con conocimientos para trabajar no sólo en la industria del petróleo sino también en toda la industria química. Para ello se formaron cuatro especialidades: petróleo; azúcar, almidón y alcohol; microbiología industrial; y celulosa y plásticos.

### **3.4.- LA ESPECIALIZACIÓN**

En los planes de estudio del año 1945 se destinaba el 21.4 % del total del tiempo de los cuatro años al Análisis Químico y 14.3 % a la Ingeniería Química, en 1949 se redujo el tiempo dedicado a Análisis a un 15.3% y aumentó a 20.5 % la Ingeniería Química, dándole importancia a operaciones y procesos unitarios.

En 1954 la Universidad cambió planes y programas de las carreras de Química, Ingeniería Química y Química Metalúrgica (García, 1985).

En la carrera de Química se eliminaron algunas asignaturas: Química Inorgánica se redujo de dos años a uno, desaparecieron Microbiología, dos cursos de Química Industrial y Docimasia, que era obligatoria en el plan de 1935, pasó a ser una asignatura optativa.

La carrera de Ingeniería Química, a su vez, se vio modificada también eliminando un año de Química Inorgánica y redistribuyendo otras materias. Para estas dos carreras los alumnos podían elegir algunos cursos terminales en los que aplicaban los conocimientos generales ya obtenidos, se conocen como cursos optativos obligatorios. Se ofrecían más de 18 materias, algunas de profundización teórica de conocimientos y otras de aplicación industrial.

### **3.5.- EL APOYO A LAS CIENCIAS**

Después del lanzamiento del primer sputnik (1957), los Estados Unidos de Norteamérica dieron un fuerte impulso a sus carreras técnicas; cambiaron los objetivos de sus planes de estudio y dieron a las universidades los apoyos necesarios para estimular los estudios técnicos que les interesaban para su desarrollo espacial.

En México existió también la inquietud de elevar el nivel de la enseñanza superior pero los recursos no fueron los mismos. Los planes de estudio de 1963, presentados oficialmente, ofrecen para la carrera de Química, 2 cursos más de Matemáticas; 1 más de Física y 3 más de Físicoquímica.

Se presentó nuevamente Microbiología y además otras asignaturas como Bioquímica, Economía Industrial, Química Nuclear y Radioquímica, Tecnología

Química, Temas Selectos de Química Superior, que se convirtieron en materias obligatorias. La carrera se alargó a 5 años.

La tendencia indica un aumento de las asignaturas básicas teóricas (4 Físicoquímicas en lugar de una) en detrimento de Dibujo industrial, Materias Primas Industriales e Higiene Industrial, que desaparecieron.

El plan de estudios no se modificó en 1964, pero en 1967 se redujo a 9 semestres el tiempo para cursar la carrera de Química, con un total de 387 créditos. Hubo un rearrreglo de asignaturas debido a la introducción del sistema de semestres lectivos, en vez de años y las Físicoquímicas pasaron de 4 a 6, las Químicas Orgánicas de 3 a 4, las Inorgánicas y la Bioquímica pasaron de 1 a 2 y se introdujeron dos semestres de Química Experimental Aplicada. Desapareció Economía Industrial, como materia obligatoria.

En las optativas se agregaron Economía Industrial, Dirección de Empresas, Química Nuclear y Radioquímica, Tecnología Química, y Química Industrial que habían formado parte de las materias obligatorias en anteriores planes de estudios.

La carrera de Ingeniería Química, en los planes de 1957 ya había incorporado un curso más de Ingeniería Química y reestructurado las físicoquímicas (4). En el

plan de 1967 aparecieron 7 ingenierías y 8 fisicoquímicas. La tendencia era eliminar las materias descriptivas.

Para la carrera de Química, en 1972 se introdujo el Laboratorio de Ciencia Básica I y II a costa de los laboratorios de las materias del primer año: Física, Fisicoquímica, Química Inorgánica y Análisis. El resto del plan de estudios no varió.

### **3.6.- LOS ACTUALES PLANES DE ESTUDIO**

En la Facultad de Química existen actualmente cinco carreras:

- Química Farmacéutico Biológica
- Química en Alimentos
- Química
- Ingeniería Química
- Ingeniería Química Metalúrgica

Como la finalidad del presente trabajo no es la revisión exhaustiva de los planes de estudio, sino citar los ejemplos en que se basa la propuesta, sólo se revisan los planes de estudio de las carreras de Química e Ingeniería Química.

Respecto a la primera, en 1987 se publica el actual plan de estudios en el que aparecen las materias con un nombre descriptivo (Álgebra) en vez del nombre genérico (Matemáticas I). Aumenta el número de créditos totales para completar la carrera de 387 a 408 y el número de semestres para cursar la carrera (9) no varia.

Los principales cambios son: Desaparece Ciencia Básica, como introducción a la experimentación y vuelve a ofrecerse un programa de prácticas de laboratorio en las asignaturas del primero y segundo semestre. Siendo el primer semestre común a las cinco carreras. Las materias que se introducen como obligatorias son:

En vez de 2 Químicas Inorgánicas: Química Inorgánica, Química del Estado Sólido, Química Inorgánica Covalente y Química de Coordinación

Programación y Computación

Administración Industrial

Introducción a las Operaciones y Actividades de la Industria Química

Biosíntesis Microbiana

Bioquímica Metabólica

Las materias optativas cambian también:

Desarrollo y Optimización de Procesos de Síntesis I y II

Desarrollo Analítico

Laboratorio de Control

Introducción a la Gestión de Tecnología I y II

Recursos Naturales

Equilibrio de Ecosistemas

La carrera de Ingeniería Química también sufre transformaciones.

Desaparece Ciencia Básica y Dibujo.

Se le da un nuevo enfoque a otras materias, en vez de Diseño de Equipo, se ofrece Selección y Especificaciones de Equipo.

Se incluyen nuevas materias:

Programación y Computación

Ingeniería Ambiental

Simulación y Optimización de Procesos

Seguridad Industrial

Los paquetes optativos se reducen a 4 grandes temas:

Polímeros I y II

Energéticos I y II

Materiales I y II

Petroquímica I y II

En 1974, la UNAM creó nuevas escuelas profesionales alrededor de la ciudad, entre ellas, la que es ahora Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. En ellas se empezaron a impartir, entre otras, las carreras de Química, Ingeniería Química y Química-Farmacéutica-Biológica, con los mismos planes de estudio que la Facultad de Química. Debido a un enfoque multidisciplinario los planes de estudio fueron evolucionando y surgieron nuevas carreras de Química: Ingeniería en Alimentos y Química Industrial.

### **3.7.- ENFOQUES PEDAGÓGICOS Y DIDÁCTICOS**

Las carreras que empezaron siendo esencialmente técnicas fueron enriqueciéndose con enfoques teóricos, los cuales requerían que el alumno tuviera una buena preparación en matemáticas para poder comprender fenómenos, que si bien, fueron descubiertos experimentalmente -como todas las leyes de la Química- se explicaban con base en ecuaciones matemáticas.

La enseñanza fue haciéndose cada vez más teórica, pero no se enriqueció con una formación científica basada en la experimentación, donde se aprendiera a aplicar los conceptos básicos y a hacer investigación. La enseñanza

experimental se basó en prácticas demostrativas de los fenómenos básicos y algunas aplicaciones tales como síntesis y análisis.

En general, la enseñanza ha sido tradicional, basada en el conductismo, fijando objetivos conductuales, a cuyo alrededor se ha desarrollado la didáctica. Ha habido, sin embargo, una búsqueda de nuevos modelos de enseñanza, como el método científico o el aprendizaje por descubrimiento.

Cada profesor ha desarrollado la didáctica de acuerdo a sus propias experiencias y paradigmas, tomando en cuenta las posibilidades de la Facultad. La evaluación se ha basado en el examen que ha permitido dar puntuación a la capacidad memorística del alumno y a la habilidad para aplicar las enseñanzas a problemas, generalmente, teóricos.

La enseñanza de tipo tradicional le exige al maestro saberlo todo, tener la capacidad de transmitirlo y de establecer la disciplina para el mejor aprovechamiento. El alumno tiene un papel predominantemente pasivo y, sobretodo, obediente.

Últimamente se está introduciendo el tipo de enseñanza constructivista, basado principalmente en Piaget, Ausubel y Bruner, que tiene como fin un aprendizaje significativo, de acuerdo a los conocimientos e interpretaciones del alumno,

tomando en cuenta sus intereses y capacidades. El aprendizaje se construye alrededor de un proyecto en donde el maestro tiene el papel de conductor o guía y de problematizador. El alumno tiene un papel activo y se convierte en el constructor de su propio conocimiento.

Actualmente se han desarrollado varios grupos de investigación en la enseñanza de las ciencias y la docencia de la química en particular. Existen grupos de investigación, además del Centro de Investigaciones y Servicios Educativos (CISE) de la UNAM, en diferentes facultades, colegios y Preparatoria Nacional.

En el 1er. Congreso Nacional de Educación Química del Nivel Medio Superior, celebrado en Morelia, Mich., en octubre de 1994, se presentaron numerosos trabajos sobre la práctica docente, cursos sobre un nuevo enfoque en la enseñanza, resumen de las principales corrientes de pensamiento en el área de la docencia de la Química. En el capítulo 5 se presenta un resumen de esta información y en el capítulo 6, las experiencias de la autora en el proceso de innovación de la docencia de la Química.

### **3.8.- DESARROLLO DE CENTROS DE INVESTIGACIÓN**

A los 25 años de existencia, en 1941, la Escuela Nacional de Ciencias Químicas había preparado un buen número de profesionales para la industria, los

laboratorios, la farmacia, la biología y la metalurgia; sin embargo se notaba un vacío en el campo de la investigación. Con el apoyo de la Casa de España (ahora Colegio de México), un grupo de químicos españoles exilados, entre los cuales podemos mencionar a Antonio Medinaveitia, José y Francisco Giral, Ignacio Bolívar y Modesto Bragalló, así como los esfuerzos del Dr. Fernando Orozco, director de la Escuela Nacional de Ciencias Químicas, se fundó el Instituto de Química, que inició de manera formal la investigación en Química en México. Se empezó estudiando plantas mexicanas, productos naturales, manantiales salinos, yacimientos minerales y posteriormente colaboró con Syntex S.A. en la síntesis de hormonas sintéticas a partir de la diosgenina, producida por una planta silvestre ampliamente extendida en zonas semi-tropicales (Walls, 1991).

Hasta 1986, para la industria química mexicana el avance tecnológico no era prioritario, no teniendo competencia gracias al cierre de la frontera de aquellos productos que se fabricaban en el país. Este hecho permitió que se desarrollara una industria que cubría las necesidades domésticas. Las empresas nacionales y extranjeras importaban la tecnología, la ingeniería, la instrumentación y el equipo. La aportación nacional radicaba prácticamente en la construcción y operación de plantas y centros industriales. La demanda de químicos para investigación y desarrollo estaba limitado a los centros de educación superior que contaran con laboratorios especializados en determinadas áreas.

Los organismos gubernamentales y asociaciones de empresarios empezaron a pensar en mecanismos para conjuntar los esfuerzos y objetivos de estos centros académicos que pudiesen traducirse en acciones de interrelación conducentes a un desarrollo tecnológico e industrial, que, a mediano plazo, pudiera ser la semilla de avances propios, tendientes a una independencia tecnológica.

Fue el Gobierno el que tomó la iniciativa para la creación de centros tecnológicos que permitieron fomentar el crecimiento de la industria nacional, (Manjarrez, 1991).

A principios de los años 50 se fundaron los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial (LANFI), dependientes de la Secretaría de Economía y el Instituto de Investigaciones Tecnológicas (IMIT) del Banco de México. Esta tendencia se mantuvo en sexenios posteriores y así se crearon, entre otros, la Comisión de Energía Nuclear (después INEN y ahora ININ), el Instituto Mexicano del Petróleo y el de Investigaciones Eléctricas, como soportes tecnológicos de los sectores nucleoelectrónico, petrolero y eléctrico del país.

Entre los esfuerzos más relevantes que México ha desarrollado para conducir a los centros de excelencia, junto con los encargados del quehacer tecnológico, hacia logros que permitan el desarrollo del país, figura la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Este organismo se fundó a principios de la década de los 70' y desde entonces se convirtió en el órgano

ejecutor de los convenios de intercambio científico con otras naciones y se encarga, asimismo, de la formación de recursos humanos apoyando la capacitación de técnicos y científicos de diferentes áreas. Ha concedido miles de becas a los mejores egresados de educación superior para que estudien dentro y fuera del país en un intento de alcanzar una masa crítica de especialistas que permitan el despegue de un desarrollo científico y tecnológico.

Todos estos esfuerzos tendientes a contar con una estructura capaz de desarrollar una industria productiva moderna, no han sido suficientemente coordinados. No sólo en el área química, sino, en general, en todas las disciplinas se carece de esa infraestructura.

Desde la entrada al Acuerdo General de Aranceles y Comercio (GATT), en 1986 y ahora con el tratado de Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos y Canadá, países que nos aventajan en mucho en la formación de recursos humanos, en el desarrollo científico y tecnológico y en la industrialización y comercialización de la investigación desarrollada, la competitividad de nuestra industria química se considera sumamente difícil. Las autoridades gubernamentales, los centros de enseñanza media y superior, los centros de investigación tecnológica estatales y privados, los empresarios y los centros financieros de todo el país tendrían que coordinarse en un esfuerzo hasta ahora nunca visto, para lograr arrancar y mantener el ciclo que se inicia.

Se habla de los retos que presenta el futuro del país, pero hasta la fecha no se ha presentado ningún plan que no sea la instalación de más maquiladoras, introducción de más compañías internacionales interesadas en la mano de obra barata y capitales interesados en la especulación financiera.

El desarrollo de una tecnología y ciencia nacionales deberán esperar a que nuevas generaciones, con criterios mas amplios, aporten un cambio en las políticas científicas.

### **3.9.- RESUMEN DE POLÍTICAS GUBERNAMENTALES SOBRE CIENCIA Y TECNOLOGÍA, (Aboites, 1994)**

Durante el ultimo decenio la economía mexicana ha registrado profundos cambios estructurales. Estos se han centrado en los siguientes aspectos:

Estabilidad macroeconómica, liberación de los mercados, repliegue del gobierno de las actividades productivas y reguladoras, y una nueva concepción sobre el papel de las instituciones y de la política científica y tecnológica (PCT).

La reforma estructural es consecuencia, por una parte, de la severa crisis de endeudamiento de los primeros años de la década anterior y, por otra, de la puesta en marcha de un nuevo modelo de industrialización acorde con las tendencias de la economía mundial. Según diversas investigaciones uno de los

fundamentos esenciales del dinamismo exportador que ha entrañado la globalización es la innovación y el aprendizaje tecnológicos.

Se asegura que los regímenes de libre comercio se caracterizan por su dinamismo tecnológico a partir de los paradigmas establecidos, pues el grado de competitividad está estrechamente ligado al ritmo y la orientación de las innovaciones. Se agrega, además, que el éxito o fracaso de los países que compiten en los mercados internacionales se vincula al arreglo particular entre la estructura productiva, la política científica y tecnológica y las instituciones. Esta liga se ha estudiado sistemáticamente en varios países a partir del concepto de Sistema Nacional de Innovación, es decir, desde la perspectiva de su función estimuladora (o lo contrario) de las actividades innovativas y de aprendizaje tecnológico que realizan las empresas dentro de las fronteras nacionales.

En México el estudio de la PCT y de las instituciones relacionadas con el desempeño innovador tiene características muy particulares, ya que se trata de una economía que ha transitado rápidamente de un patrón industrializador basado en el mercado interno hacia uno de libre comercio. Este estudio, sobre los objetivos gubernamentales de la política científica y tecnología, comprende dos grandes períodos que se pueden resumir en la forma siguiente:

### **1970-1982**

El gobierno se propuso ser el protagonista del desarrollo tecnológico nacional.

Regulación para racionalizar, en términos de costos, los flujos externos de tecnología.

Creación local de capacidades científico-tecnológicas para generar innovaciones endógenas.

Protección y promoción del proceso de investigación y desarrollo interno con el propósito de alcanzar mayor grado de autosuficiencia tecnológica

### **1983-1991**

Se propuso que el sector privado se convirtiera en promotor de la generación y asimilación de tecnología.

Desregulación para aumentar la intensidad y difusión de los flujos de tecnología externa en el aparato productivo.

Creación local de capacidades científico-tecnológicas para aumentar la asimilación y difusión de los flujos externos de tecnología

Protección de los flujos externos de tecnología para que aumente su intensidad e incidencia en el aparato productivo nacional.

Este gran cambio en los objetivos y medios para conseguirlos ha afectado a desarrollos tales como los de formar de una estructura sólida de investigadores dedicados a estudios con objetivos concretos, que no pueden llevarse a cabo en un sexenio, ni en una generación, que requieren de una estructura de políticas sobre ciencia y tecnología a muy largo plazo y con mucho apoyo a proyectos muy bien definidos.

Si se analiza la distribución del gasto en ciencia y tecnología se observa que el 95 % proviene del gobierno y que sólo un 5 % del sector privado.

Para el año 1991 (Brennan, 1994), Canadá gastó en investigación y desarrollo, en áreas no militares: 6.5 billones de dólares, frente a E. U. con 90.1 y Japón con 56.7 billones de dólares. Francia e Inglaterra con 16.9 y 13.1 respectivamente.

En México, la producción y distribución de energía fue la única actividad productiva donde aumentó el gasto en ciencia y tecnología. Esto se explica por la presencia de dos organismos cuya labor fundamental es la investigación y el desarrollo:

El Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), que se distingue por el elevado número de patentes registradas respecto a las empresas mexicanas.

El Instituto de Investigaciones Eléctricas, que caracteriza por sus exitosos proyectos de desarrollo tecnológico.

Ambas instituciones revelan la importancia de las empresas públicas en investigación y desarrollo, frente a la desvinculación que la evidencia parece sugerir entre la actividad de ciencia y tecnología gubernamental y el sector privado.

El examen del gasto en ciencia y desarrollo por actividad entre 1987 y 1991 muestra que el flujo más importante de financiamiento no se ha dirigido a las actividades productivas (excepto la producción y distribución de energía, donde predominan las empresas estatales) sino a las administrativas y académicas, menos relacionadas con la producción directa. Es decir, con todo y que durante el período 1987-1991 aumentó el gasto en ciencia y tecnología, éste no incidió en el sector productivo.

En conclusión, la fundación de la Escuela de Química fue el resultado de una necesidad apremiante en apoyo a una industria incipiente. Después, al incorporar y crear nuevas carreras, se requirieron mayores conocimientos teóricos y empezó

un largo camino por adquirir y comprender los conocimientos desarrollados en Europa y en los Estados Unidos.

Los planes de estudio siguieron las tendencias de los países desarrollados, trataron de equipararse con ellos, pero no fue posible proporcionar al alumno el mismo número de horas de enseñanza experimental y éste no tuvo oportunidad de desarrollar la percepción de los fenómenos ni su capacidad de experimentación.

No ha habido curiosidad ni preocupación por la investigación científica o tecnológica por sí misma, por parte de la sociedad ni por parte de los industriales. Tampoco ha habido un apoyo decidido y constante por parte de las políticas gubernamentales para desarrollar de forma independiente los procesos necesarios la transformación las materias primas nacionales, problemas de la industria nacional ni un ataque organizado a la contaminación del país. Incluso siendo un país petrolero no se ha impulsado la formación de investigadores en el área de la síntesis petroquímica que podría evitar al país la compra de tecnología, muchas veces, obsoleta.

Los planes de estudio han ido, siempre, a la zaga de planes de los países del primer mundo. Han estado más inclinados a imitar que a enfocar la realidad de

México, preparar profesionales capaces de resolver los problemas propios y crear tecnología adecuada a las necesidades del país.

Los institutos de investigación son pocos para las necesidades, los estudios de posgrado, escasos; y la enseñanza desde la infancia, en general, es memorística y dogmática, dejando poco espacio a la creatividad y al desarrollo del pensamiento.

## CAPITULO 4

### LOS PROFESIONALES DE LA QUÍMICA

#### 4.1.- LAS CARRERAS QUE ESTUDIAN

Debido a que la Química es una ciencia central que apoya diversos tipos de estudios y prácticas profesionales, las diversas universidades ofrecen un gran número de carreras con contenidos muy diversos.

Existen actualmente en México tres grandes grupos de carreras relacionadas con la Química, según ANUIES (1980, 1992, 1993):

1.- Las que tienen por objeto principal el estudio de la Química y son las carreras de:

Licenciatura en Ciencias Químicas

Licenciatura en Química

Química

Química Biológica

2.- Las que tienen como objetivo la Ingeniería Química, pero en las que los estudios de Química son un apoyo:

Ingeniería Química

Ingeniería Química en Administración

Ingeniería Química de Sistemas

Ingeniería Química en Procesos

Ingeniería Química Industrial

Ingeniería Química Metalúrgica

Ingeniería Química del Petróleo

Licenciatura en Química Industrial

Química Industrial

Química Metalúrgica

3.- Las carreras de Ciencias de la Salud, entre las que se encuentran las relacionadas con la Farmacia y la Biología, en las que la Química forma una parte importante de sus planes de estudio, son:

Ingeniería Química Farmacobiológica

Licenciatura en Análisis Químico Biológicos

Licenciatura en Química Clínica

Química Bacteriológica y Parasitológica

Química Biológica Parasitológica

Química Clínica Biológica

Química Farmacéutica Biológica

Químico Farmacéutico Industrial

Química Farmacobiológica

4.- Existen además carreras con un alto componente de Química como son las relacionadas con la Bioquímica, la Tecnología de Alimentos, la Metalurgia y las Ciencias Agropecuarias.

En general, los planes de estudio se basan en los de la Facultad de Química de la U.N.A.M., por lo que no difieren mucho de los de ésta. En este estudio se analizan, sólomente, los datos de los dos primeros grupos.

#### **4.2.- LA MATRICULA EN QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA**

En varias instituciones se observa una disminución en la matrícula de las carreras de Químico y Licenciado en Química o Ciencias Químicas, llegando al extremo de que varias escuelas hayan cancelado esta carrera.

Es probable que se deba a que, desde que se creó la carrera de Ingeniería Química se llegó a establecer implícitamente que el ingeniero químico era el profesionalista mas preparado para manejar la industria de transformación, que el

químico estudiaba para convertirse en científico y laboraría en alguna universidad y que el farmacéutico era el profesionalista que llevaría a cabo los análisis clínicos.

Consecuencia de lo anterior fue que la contratación de ingenieros aumentó con el crecimiento de la industria, que la de químicos bajó en función de los pocos recursos de que dispusieron las universidades para el desarrollo de la investigación científica y que la de farmacéuticos creció en relación con la población solicitante de servicios médicos.

Las estadísticas nos proporcionan, para el año 1992, la información siguiente:

A Primer ingreso

B Primer ingreso y reingreso

H hombres, M mujeres, S suma

E Egresados

T Titulados

#### LICENCIATURA

Carrera	B					T
	A	H	M	S	E	
Lic en C. Químicas	3	18	41	59	20	17
Química	328	821	861	1682	207	155
Química Industrial	465	673	635	1308	164	79
Ingeniería Química	3816	14060	6746	20806	2778	1469

Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. (ANUIES). 1993

Es de interés observar la relación entre los titulados de las carreras de Química e Ingeniería Química

$$251/1469 = 0.17$$

o su inversa 5.85 ingenieros químicos por cada químico que se titula.

#### 4.3.- EL POSGRADO

Los estudios de Posgrado sobre estas áreas en nuestro país se reflejan en los datos siguientes:

#### MAESTRÍA

	B				
	A	H	M	S	E
<b>CIENCIAS QUÍMICAS</b>	<b>101</b>	<b>208</b>	<b>178</b>	<b>386</b>	<b>73</b>
Ciencia y Tecnología de Polímeros	8	15	14	29	7
Ciencias Químicas	12	55	40	95	16
Ciencias Químicas: Físico-química	6	12	5	17	2
Ciencias Químicas: Gestión de Tecnología	3	3	2	5	1
Ciencias de Polímeros y Materiales	0	2	1	3	1
Química Analítica	8	14	16	30	1
Química Analítica Biomédica	4	3	4	7	0
Química Inorgánica	13	17	23	40	9
Química Inorgánica: Cerámica	2	4	2	6	0
Química Orgánica	34	67	44	111	28
<b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	<b>81</b>	<b>238</b>	<b>77</b>	<b>315</b>	<b>48</b>
Ingeniería Química	56	170	65	235	43
Ingeniería Química de Procesos	14	46	9	55	2
Ingeniería Química de Proyectos	11	22	3	25	3

ANUIES, 1993.

También es de interés ver la relación entre los egresados de las maestrías de Química y de Ingeniería Química.

$$73 / 48 = 1.52$$

Lo que indica que hay una preferencia mayor por seguir estudios de posgrado entre los químicos que entre los ingenieros químicos. El porcentaje de químicos que estudia maestría es de

$$(73 / 251) \times 100 = 29.1 \%$$

y el de ingenieros químicos

$$(48 / 1469) \times 100 = 3.27 \%$$

Estas relaciones muestran que los estudios de posgrado los realizan, principalmente, los químicos que van a dedicarse a la docencia o a la investigación. Por otra parte, los ingenieros químicos buscan relaciones laborales más productivas, bien sea administrativas o de mercadeo, para lo que no requieren profundizar en los conocimientos de ingeniería.

## DOCTORADO

	B				
	A	H	M	S	E
<b>CIENCIAS QUÍMICAS</b>	26	45	39	84	10
Ciencias Químicas	16	21	29	50	6
Química	0	0	4	4	2
Química Analítica Biomédica	0	0	1	1	0
Química Inorgánica	4	5	3	8	0
Química Orgánica	6	19	6	25	4

### INGENIERÍA QUÍMICA

No se imparte en el país

ANUIES. 1993.

La relación de los químicos que llegan a obtener un doctorado es de:

$$(10 / 251) \times 100 = 3.98 \%$$

Datos comparativos con 1991 indican que ha disminuido la matrícula en la licenciatura y en la maestría y ha aumentado aunque muy ligeramente, en el doctorado.

#### 4.4.- LA MATRICULA EN LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMÉRICA

(Brennan, 1994)

Aunque la comparación de nuestras estadísticas con las de un país del primer mundo, con un mayor número de habitantes, una producción mayor y una infraestructura para el desarrollo y la investigación mayor, pueda parecer

desproporcionada, es interesante ver algunas cifras que se relacionan con los éxitos obtenidos en el área de la Química, durante el año 1992:

GRADO	QUÍMICA	INGENIERÍA QUÍMICA	RELACIÓN
Graduado en Ciencias	19 900	7 400	2.69
Licenciatura (Bachelor)	8 641	3 754	2.30
Maestría (Master)	1 780	956	1.86
Doctorado (PhD)	2 280	590	3.86

Brennan, 1994.

El porcentaje de egresados de la maestría con respecto a los egresados de licenciatura es el siguiente:

$$\text{Químicos } ( 1\,780 / 8\,641 ) \times 100 = 20.60 \%$$

$$\text{Ingenieros } ( 956 / 3\,754 ) \times 100 = 15.72 \%$$

El porcentaje de doctorados con respecto a la licenciatura es:

$$\text{Químicos } ( 2\,280 / 8\,641 ) \times 100 = 26.39 \%$$

$$\text{Ingenieros } ( 590 / 3\,754 ) \times 100 = 15.72 \%$$

#### 4.5.- ALGUNAS INFERENCIAS

Si bien el porcentaje de estudiantes de química con respecto a la población total refleja el interés de una sociedad en desarrollar su ciencia y su tecnología, la comparación con E.U. es exagerada pero es interesante observar algunas tendencias. Por ejemplo, comparando el número de egresados de las dos principales carreras de química:

	TITULADOS			
	MÉXICO		ESTADOS UNIDOS	
	Q	IQ	Q	IQ
Licenciatura relación	251	1 469	8 641	3 754
		0.17		2.30
Maestría relación	73	48	1 780	956
		1.52		1.86
Doctorado relación	10	---	2 280	590
				3.86

Pienso que no es válido comparar los porcentajes de estudiantes en la población total, debido a las diferencias económicas de cada país, pero sí considero que la relación entre químicos e ingenieros en los dos países es muy significativa, por lo siguiente:

En México se ha requerido un ingeniero químico con un amplio campo de acción, desde vendedor/comprador, jefe de producción, jefe de laboratorio hasta ingeniero de proyectos o procesos.

En E.U. un ingeniero químico se dedica únicamente a la ingeniería, y el número de plantas que se construyen, los proyectos o los procesos requieren un número limitado y muy competente de ingenieros.

En cambio los químicos son requeridos en las áreas de control químico, control ambiental, de procesos etc., mucho más desarrolladas que en México. Los laboratorios de desarrollo tecnológico, muy comunes en todas las empresas, captan un buen número de químicos, además de los laboratorios de investigación tanto de las universidades como de la industria privada.

Los posgraduados están muy solicitados en las áreas de desarrollo e investigación de E.U., mismas que están poco desarrolladas en México.

Se establece entonces un círculo vicioso (Gómez, 1982):

No hay demanda de químicos o de ingenieros -valga la redundancia- en ingeniería, entonces, no se estudian estas carreras porque no hay fuentes de

trabajo. Si se desea desarrollar tecnología o investigación, no hay personal formado en esas áreas o ha emigrado.

#### **4.6.- LA LABOR DEL QUÍMICO EN LA INDUSTRIA MEXICANA**

Las únicas carreras que tienen como fin el estudio de la Química son las licenciaturas en Ciencias Químicas, en Química y en Química Industrial.

El perfil del egresado de la licenciatura en Química de la Facultad de Química de la UNAM es el siguiente:

*"El egresado deberá poseer los conocimientos teóricos y la capacidad y habilidad experimental para:*

*Colaborar dentro de grupos de investigación que puedan desarrollar nuevos procesos sintéticos y analíticos, tanto para producir compuestos nuevos como los ya conocidos (materias primas, intermedias o productos terminados).*

*Planear, modificar y evaluar algunas metodologías experimentales y tecnologías de producto, ajustándolas a los recursos disponibles y procurando su optimización en lo económico.*

*Cobrar conciencia de la importancia del aprovechamiento integral de los recursos naturales del país e intervenir en la investigación y desarrollo de tecnologías apropiadas que tiendan a reducir la dependencia del exterior.*

*Recopilar, seleccionar y analizar la fuente de información bibliográfica en el ámbito de la Química, para la resolución de un problema químico específico y para actualizarse constantemente.*

*Reproducir en el laboratorio lo informado en la bibliografía en cuanto a los procesos científicos y analíticos, a la formulación de productos terminados, etc.*

*Llevar a cabo y desarrollar en el laboratorio análisis para la caracterización y control de productos químicos.*

*Adiestrar, entrenar y orientar al personal bajo su responsabilidad.*

*Incorporarse a cualquier sector específico de su campo de actividades y cambiar de área de trabajo químico sin mayores problemas."*

**Facultad de Química UNAM.**

**Plan de Estudios 1987**

A su vez, la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán propone el perfil del egresado de la nueva licenciatura de Química Industrial:

*"El egresado deberá poseer los conocimientos tanto teóricos como experimentales para:*

*Colaborar en y con los grupos de investigación para generar nuevos conocimientos y desarrollar nuevos procesos.*

*Evaluar, modificar, reproducir y diseñar métodos y técnicas experimentales con base en los recursos disponibles y optimizando éstos.*

*Colaborar con el desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento integral y preservación de los recursos naturales del país.*

*Aplicar sistemas de control ambiental.*

*Colaborar en el desarrollo, transferencia y asimilación de tecnología que tienda a reducir la dependencia del exterior.*

*También deberá poseer la capacidad para:*

*Recopilar, seleccionar, analizar y evaluar las fuentes de información en el ámbito de la Química para la resolución de problemas específicos utilizando los medios modernos de información.*

*Así como la habilidad para:*

*Capacitar y orientar al personal bajo su responsabilidad.*

*Definir y comunicar los conocimientos de su área de trabajo."*

**Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán**

**Plan de Estudios de Química Industrial**

**Nueva creación, 1993**

Estos dos perfiles tienen más coincidencias que diferencias, ambos tratan de describir una labor que ni el químico, ni sus maestros pueden llevar a cabo en la actualidad, entre otras causas por la realidad económica del país y la mentalidad de los empresarios.

Las diferentes instituciones estatales o privadas involucradas en la industria química emplean un buen número de químicos egresados de diferentes

instituciones del país para el desempeño de diferentes funciones, como se describe a continuación.

#### **4.7.- EL PAPEL QUE EL QUÍMICO DESEMPEÑA (Valdés, 1985)**

##### **4.7.1.- DOCENCIA**

En la enseñanza de la Química en el nivel medio y nivel medio superior y en las Universidades, encuentran trabajo un número considerable de químicos, ya que existe una deficiencia de profesores en el área, en casi todas las instituciones educativas. Esta labor la cumplen indistintamente maestros normalistas, físicos, biólogos y médicos en el mejor de los casos.

En las Universidades la selección de personal es más cuidadosa, se requiere terminar la licenciatura y presentar un concurso de oposición.

##### **4.7.2.- CONTROL DE CALIDAD**

En este campo se incluyen los análisis químicos, físicos y fisico-químicos para el control de procesos de producción en cada una de sus etapas, así como la determinación de la concordancia de los datos proporcionados por los análisis y las especificaciones del producto.

Cabe señalar que la mayoría de las empresas reciben de su casa matriz (si son transnacionales) o de sus compradores las especificaciones y el método analítico a seguir, que deben cubrir tanto los productos intermedios como los finales.

#### **4.7.3.- PROTECCIÓN AMBIENTAL**

En esta área hay una gran labor que desarrollar, desde tratamiento de aguas residuales y emisiones a la atmósfera hasta residuos sólidos. Los análisis y límites de tolerancia vienen definidos por una Secretaría que cambia de nombre y de funciones más de una vez en cada sexenio. La normalización que se está llevando a cabo (traducción y adaptación de las recomendaciones de la Environmental Protection Agency -EPA-) sigue más los lineamientos políticos que los técnicos. La labor que un químico puede llevar a cabo en el departamento del Distrito Federal o en la mencionada Secretaría es meramente rutinaria en el análisis de muestras o burocrática en el aspecto normativo. Existen varios laboratorios para el análisis de muestras y compañías dedicadas al tratamiento de aguas y de residuos sólidos. Sin embargo, debido a cuestiones político-administrativas, las disposiciones para la protección ambiental no se cumplen y los industriales investigan poco y contratan menos a especialistas en este campo debido a los altos costos.

#### 4.7.4.- DESARROLLO DE PRODUCTO O DE PROCESO.

El estudio para la modificación de propiedades de un producto o de sustitución de algunas materias primas es lo que se acostumbra a llevar a cabo en las industrias más progresistas. No son muchas. El número de químicos que ocupan lugares en el departamento de desarrollo no cuentan con salarios tan altos como los de los vendedores.

En cuanto a los procesos, aparte del hierro-esponja de HYLSA y algunas aportación del Instituto Mexicano del Petróleo tampoco caracteriza a la industria nacional por su creatividad. El número de laboratorios y de químicos en estudios de procesos es todavía más reducido.

Por otra parte, en algunas universidades e institutos se estudia el uso de materias primas nacionales. Estos estudios, algunas veces costeados por la industria están dirigidos por un investigador reconocido que emplea a tesisistas o alumnos de servicio social. Las universidades e institutos no tienen presupuesto para ayudantes de investigador.

#### **4.7.5.- LA INVESTIGACIÓN**

Sería interesante definir qué se entiende por investigación en México y qué se entiende por desarrollo tecnológico. Se usa el término investigación para actividades que no requieren "inventiva" tales como búsqueda bibliográfica, copiar un procedimiento reportado en una revista, adaptar un método conocido, modificar procesos de polimerización o adaptar un proceso, como el DEMEX, para reducir los contaminantes del petróleo (López, 1986).

Dado que la palabra investigación conlleva un status y un apoyo, se ha abusado del término y difícilmente se puede separar lo que se llama investigación de otras actividades.

#### **4.8.- EL PAPEL QUE EL QUÍMICO PODRÍA DESARROLLAR.**

Si las circunstancias económicas lo permitieran, la mentalidad de los empresarios lo aceptara, las universidades e institutos le dieran prioridad, o la sociedad civil lo exigiera, los químicos podrían llevar a cabo, además de las que están desarrollando, otras actividades (Meza, 1994), tales como:

## **INVESTIGACIÓN BÁSICA**

Estudios sobre la estructura de la materia. Leyes que permiten el control de reacciones químicas. Constantes que permitan cuantificar fenómenos. Síntesis y determinación de propiedades de nuevas sustancias. Certificación de sustancias de referencia mediante análisis muy precisos.

## **INVESTIGACIÓN APLICADA**

Asimilación y mejoramiento de las tecnologías compradas.

Generación de nuevas tecnologías adecuadas a las materias primas nacionales y a las necesidades del país.

Desarrollo de tecnologías para purificar o transformar los minerales que actualmente se exportan en bruto.

Elaborar formulaciones de los productos que llegan directamente al consumidor, tales como, pinturas, pegamentos, impermeabilizantes, cosméticos, productos para la limpieza, etc. que actualmente se importan o se fabrican bajo patentes extranjeras.

Análisis, tratamiento y control de la contaminación en agua, aire y suelos en toda la República.

Estudios sobre el reuso y el reciclaje de subproductos industriales que causan contaminación.

Desarrollo de tecnologías "limpias", es decir, que no produzcan sustancias contaminantes, o que incluyan el proceso de los subproductos generados.

Actualmente, ya se considera la necesidad de diferenciar el curriculum de la licenciatura en Química del de Ingeniería Química de forma tal que cada uno de estos profesionales tenga una formación más profunda y específica de su área de competencia, ya que el progreso que se está dando demanda la contribución más especializada de cada área.

Resumiendo, existe un número grande de carreras basadas en la Química, pero sólo las de Químico y Licenciado en Química tienen como fin el estudio de esta ciencia, en las otras carreras es sólo un medio para desarrollar otros estudios.

La proporción de Ingenieros Químicos/Químicos fue en México, en 1992, de 5.85/1, en E.U. fue de 0.43/1, en ese mismo año. Esto se debe a diversas causas, la principal es la falta de especialización en México, por lo que se ha preparado a los ingenieros químicos para que puedan desarrollar un amplio

espectro de actividades que van desde ventas, jefe de compras a gerente administrativo, pasando por control de calidad, producción y jefe de mantenimiento; aunque en estas labores estén sub-empleados. El diseño de nuevas plantas y los nuevos procesos forman parte de los paquetes de la tecnología que se importan.

La labor del Químico se ha limitado a seguir métodos de análisis y tecnologías importadas. No se desarrollan en el país nuevos procesos ni tecnologías. Las plazas se limitan a algunos centros de investigación y unas pocas industrias que tienen un departamento llamado de Desarrollo donde se hacen pruebas variando algunos parámetros de la tecnología original para adaptar materias primas o cumplir especificaciones.

No va en ha aumento el número de profesionales de la Química, ni se ha dado la formación necesaria para que desarrollen una industria capaz de afrontar la competencia internacional desarrollando nuevas tecnologías y aprovechando las materias primas nacionales para cubrir las necesidades del país y equilibrar la balanza comercial. Los planes de estudio actuales no indican un cambio que asegure la formación de profesionales creativos, con bases sólidas, capaces de desarrollar tecnologías de punta.

## CAPITULO 5

### CONCEPTOS SOBRE APRENDIZAJE, ENSEÑANZA Y EDUCACIÓN EN QUÍMICA

#### 5.1.- EL CONCEPTO DE APRENDIZAJE

Según el enfoque constructivista el aprendizaje es una de las múltiples dimensiones que constituyen el proceso denominado cognición; este último se entiende como la actividad de conocer, como la experiencia psíquica del individuo consciente del mundo, misma que abarca las esferas social y biológica vivenciadas tanto racional como afectivamente, y en cuya vivencia intervienen (además del aprendizaje) procesos de adquisición, organización y uso del conocimiento, así como la sensación, la emoción, la memoria, la atención y la imaginación que, en conjunto, se denominan procesos cognitivos.

El aprendizaje, como proceso de generación de cambios con relativa permanencia, está vinculado con otros cambios de mayor duración que constituyen el proceso denominado desarrollo, el cual es producto de la interrelación entre varios factores incluido el ambiente. Esta vinculación llama la atención al hecho de que el aprendizaje es diferente de acuerdo al desarrollo de

cada sujeto por una parte y, por la otra, al hecho de que al hablar de aprendizaje estamos implicando la formación de la inteligencia del sujeto y no la instrucción o el aprendizaje-enseñanza de conocimientos específicos exclusivamente. Por ello se sitúa al aprendizaje en el proceso del desarrollo cognitivo del sujeto, siendo este un proceso constructivo e interactivo (Sastre,1980).

Es interactivo en la medida en que el aprendizaje se da como un producto de la interacción de un sujeto con objetos de conocimiento nuevos; estos objetos no se reducen a lo material, incluyen propiedades tanto físicas como sociales y culturales. Así mismo, el sujeto -dado su desarrollo- cuenta con una organización de esquemas de asimilación; estos esquemas implican estructuras cognoscitivas, es decir, sistemas de transformaciones que poseen leyes y que tienen tres aspectos: de totalidad, de transformación y de equilibrio o autorregulación.

Según Piaget (1973), en los diferentes niveles del desarrollo se presenta un proceso que garantiza en buena medida la construcción del conocimiento, se trata de la asimilación y acomodación. Los esquemas de asimilación se originan en la acción, entendida ésta no sólo como la acción evidente, física, sino también las acciones internalizadas por el sujeto e incluso las interacciones sociales. La acción, la interacción sujeto-objeto de conocimiento provoca transformaciones en ambos; desequilibrios en la estructura cognoscitiva del sujeto ante lo cual surge la

búsqueda de un nuevo equilibrio que se alcanza al acomodar la estructura cognoscitiva a las características del objeto.

En lo anterior observamos ya el sentido constructivo del proceso cognoscitivo; se buscan reestructuraciones, reorganizaciones de los esquemas cognitivos del sujeto. El establecimiento de este nuevo estado puede significar el acceso del sujeto a una etapa superior de su desarrollo intelectual en función del grado de novedad del objeto de conocimiento y de la asimilación que se haga del mismo. Los aspectos de totalidad, transformación y autorregulación se enlazan para permitir que se dé el proceso de aprendizaje como un continuo funcional, pero con discontinuidades en lo estructural, ya que los esquemas tienen un carácter de movilidad (transformación) dentro de cierta identidad y conservación constituida por la autorregulación; es decir, en la interacción sujeto-objeto se presentan desequilibrios, acomodación y nuevos desequilibrios.

Si se observara este proceso en una gráfica de espiral, parecería que nos encontramos en algunos momentos con aparentes retrocesos e incluso sin aprendizaje. No obstante, una nueva reorganización de los esquemas cognitivos nos muestra que las estructuras son relativamente estables dentro de ciertos aspectos y durante cierto tiempo hasta que nuevas "crisis" cognoscitivas generen desequilibrios, equilibrios y reestructuraciones. Así, sujeto y objeto mantienen una relación dialéctica en la que el pensamiento y el conocimiento se

dan como un proceso de reestructuraciones sucesivas; el sujeto que conoce es un sujeto en desarrollo y el conocimiento es una construcción progresiva y gradual, por tanto nunca acabada (Colegio de Bachilleres, 1992).

## 5.2.- EL CONCEPTO DE ENSEÑANZA

El concepto de enseñanza remite a dos ámbitos: al de los métodos educativos y al de las intenciones emanadas de la filosofía educativa que subyace al sistema social. Métodos e intenciones se conjuntan en la idea de generar el aprendizaje de ciertos contenidos, por lo que enseñar y aprender constituyen un binomio inseparable en cualquier experiencia educativa.

Concebido el aprendizaje como un inserto en el proceso de construcción del conocimiento, la enseñanza no puede plantearse como un proceso de instrucción en donde se exponen al sujeto conocimientos dados, sino que necesariamente debe aludir al manejo de métodos, como el camino para alcanzar el aprendizaje y, con éste, los objetivos asignados a la educación.

Los métodos empleados en la enseñanza y elaborados por la pedagogía consideran las condiciones psicológicas y sociales de los individuos por una parte y, por la otra, la lógica interna que rige los contenidos científicos que conforman

una disciplina. Así, en los métodos pedagógicos confluyen dos aspectos: el individuo y sus condicionantes, y el objeto en su dimensión epistemológica.

En particular, la concepción planteada refleja un esquema simplificado del quehacer científico, del que recoge cuatro pasos fundamentales: Planteamiento de un problema. Búsqueda de alternativas de solución, identificando y relacionando variables. Ejercitación de los métodos y Establecimiento de conclusiones (conceptualizaciones), generalización y aplicación.

En este sentido, la enseñanza no necesariamente implica exposición de temas, sino que también incluye la selección y el planteamiento del problema; la promoción de la crítica y la duda sistemáticas; la guía en la búsqueda de soluciones y en la ejercitación de los métodos; la asesoría y la retroalimentación en la obtención de resultados, en su generalización y en su aplicación; y finalmente, la coordinación de esfuerzos en lo individual y grupal. Así, los métodos se constituyen como un medio para la producción de conocimientos -y no en un fin en sí mismos- que se articula con el método natural de aprender del estudiante y se plantea de manera acorde con su nivel.

### 5.3.- EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Enseñanza y aprendizaje forma una pareja indisoluble. Si se entiende a la enseñanza como la promotora, directora y productora del aprendizaje, y a este como efecto de aquella, el profesor tiene que considerar que su enseñanza se dirige a sujetos especiales. Los alumnos como individuos y como grupo no son una hoja en blanco sobre la que se inscribirían automáticamente los contenidos que el profesor plantea. Ellos tienen un bagaje de conocimientos, habilidades y actitudes que son condición y fundamento del aprendizaje -aunque también pueden ser un obstáculo- por lo cual el profesor debe conocerlos y tomarlos en cuenta en la planeación de su labor.

Esto da sentido al planteamiento de la pareja enseñanza-aprendizaje, entendida como un proceso en el que ambos términos interactúan y se enriquecen mutuamente. No se trata sólo de que hay que enseñar para que el sujeto aprenda, ni que éste aprende si y sólo si el otro enseña. La enseñanza se funda en el aprendizaje previo y se engarza con él -sea éste consciente o no para el que enseña- dándole un nuevo significado y obteniendo un producto cualitativamente distinto a la adición de lo nuevo a lo previo; a su vez, el aprendizaje proporciona a la enseñanza una nueva dimensión, en tanto que no se "adquiere" lo enseñado en su literalidad, sino que lo dota de un significado único

determinado por las características individuales e irrepetibles del sujeto que aprende, que a su vez enriquecen al que enseña.

Cuando se construye una noción, no es esta noción aislada lo único que se aprende, sino todo el contexto operacional en el que se sitúa, es decir, la serie de operaciones colaterales, tanto de carácter horizontal como vertical (datos en los que se apoya y finalidad para la que se construye) lo que le dan sentido.

Un dato aislado, retenido sólo gracias a un esfuerzo memorístico, carece de contexto operacional y de génesis; no está emparentado con ningún proceso intelectual constructivo ni integrado en una dinámica y es, por tanto, inerte, inoperante e inoperable. El individuo sólo lo puede evocar en un contexto muy similar a aquel que lo aprendió y no es, en consecuencia, generalizable, en el sentido que se da al término y que lo convierte en sinónimo de motor de desarrollo intelectual.

El sistema de aprendizaje abocado a la consecución de un conocimiento enciclopédico y erudito, valora, consecuentemente, la rapidez de adquisición, mucho más que los procesos de esta adquisición.

Si lo que se valora son los conocimientos a adquirir, cuantos más se adquieran mayor será el éxito del aprendizaje y, bajo estos criterios de valoración, el tiempo

de adquisición es un factor importantísimo pues permite, si es acortado en una operación contra reloj, una acumulación más numerosa de conocimientos inertes.

Por el contrario, el aprendizaje que es el fruto de un proceso constructivo, del cual constituye la culminación y que centra su atención primordialmente en dicha construcción, posibilita al individuo para realizar nuevas construcciones en contextos operacionales distintos, es decir, generalizar lo aprendido, al mismo tiempo que desarrolla sus sistemas de organización de la realidad, su capacidad estructurante y comprensiva del mundo que lo rodea (Moreno, 1983).

#### **5.4.- LA DIDÁCTICA EN NUESTRO ENTORNO**

Nuestra realidad, vista a través de los alumnos que llegan a la FES-Cuautitlán, consiste de un gran número de alumnos cuyos conocimientos son superficiales. "Han visto" numerosos temas relacionados con la Química pero no son capaces de exponerlos ni de aplicarlos. Tampoco, como es el caso de la matemática tiene razonamientos sólidos para que sirva de base para una demostración o explicación de un fenómeno químico.

En su formación predominaron los maestros verbalistas, que si bien pueden despertar la admiración y estima de sus alumnos, los convierten en alumnos pasivos, rara vez los enseñan a desarrollarse y a estudiar por su cuenta.

La mayoría de los profesores comienzan su labor docente usando un modelo derivado de su propia experiencia como alumno, ya que se observa que el profesor está reproduciendo y perpetuando una serie de tradiciones que el mismo experimentó y que de alguna manera han funcionado para él y para sus compañeros de estudio. Además, los costos cada vez mayores y la limitación de los presupuestos han reducido el material y el número de prácticas en algunas instituciones. Las nuevas tecnologías han dirigido los esfuerzos a la creación de sucedáneos de la experimentación, recurriendo a la proyección de videos para sustituir prácticas. Con estos procedimientos se impide que el alumno adquiera un aprendizaje perceptual, experimente y deduzca por sí mismo y desarrolle un pensamiento científico, convirtiéndose en un repetidor, desperdiciando la oportunidad que se ofrece con la enseñanza de las ciencias de disponer de un medio que permita la transformación del individuo, permitiéndole que desarrolle sus capacidades y cambiando la creencia de que es mejor imitar y obedecer que investigar y descubrir.

#### **5.5.- LOS ACTUALES PARADIGMAS EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA**

La enseñanza de la Química ha sido cuestionada últimamente en función de los logros obtenidos y también de acuerdo a las nuevas tendencias que se están implantando en otros países. Actualmente, el entorno social, profesional y productivo relacionado con el área química se transforma a una gran velocidad.

Desafortunadamente, no podemos decir lo mismo del sector educativo que requiere de la actualización de los docentes a la misma velocidad.

En la 13a. Conferencia Bienal sobre Educación Química organizada por la American Chemical Society (ACS), (Ross, 1994), en la Universidad de Bucknell, Terr L. Nally opinó:

*"La transformación de la pedagogía requerirá redefinir el papel del estudiante y la identidad del docente. El concepto de que la enseñanza es una transferencia de conocimientos a un estudiante pasivo, pero receptivo, no es compatible con el constructivismo, centrado en el estudiante y en las estrategias de cooperación en la enseñanza. En el lugar de la pedagogía tradicional está creciendo una propuesta que concibe al estudiante como un participante activo en el aprendizaje."*

Por otra parte, los planes y programas de estudios basados en las nuevas corrientes de pensamiento van dirigidas a proporcionar al estudiante una base muy sólida de conocimientos básicos y no tanto a presentar un gran número de orientaciones específicas de cada profesión. Es en el posgrado donde se formarán tanto los especialistas innovadores como los nuevos profesores de las materias fundamentales de la licenciatura. Del posgrado y de su calidad se espera que derive el compromiso de crear conocimientos y tecnología, de

difundirlos y de inscribirlos en el marco de un esquema cultural y de una filosofía que definan las directrices del desarrollo nacional.

#### **5.5.1.- CIENCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDAD Y EL CONSTRUCTIVISMO**

Desde hace unos diez años empezó a desarrollarse un movimiento de reforma de la educación en ciencias a nivel mundial, definido como "la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia en el contexto de la experiencia humana". Se le denomina Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), (Garritz, 1994).

Esta enseñanza se basa en la filosofía del aprendizaje que defiende el constructivismo, modelo que tiende a convertirse en tema unificador de la educación científica.

El constructivismo parte de que el aprendizaje nunca puede ser independiente de quien aprende, no puede simplemente transferirse de una persona a otra, como el símil de un vaso que llena a otro.

El modelo constructivista indica que cada ser humano debe concatenar ideas y estructuras que tengan un significado personal, si es que ha de aprender. De esta manera, cada alumno construye sus conocimientos científicos mediante su propia y muy personal actividad intelectual, basada en la activación de sus

conocimientos o ideas previas sobre el tema. Es evidente que una estrategia educativa que conecta los aspectos científicos y tecnológicos con las necesidades y problemas sociales implica un enlace inmediato con aspectos que deben tener relevancia y significado personal para los alumnos.

Las principales estrategias del CTS se resumen en 11 puntos:

- 1.- La identificación de problemas sociales relevantes para el estudiantado y de interés e impacto local o mundial.
- 2.- El empleo de recursos locales (humanos y materiales) para localizar la información que se empleará en la resolución del problema.
- 3.- La participación activa de los estudiantes en la búsqueda de información que pueda ser aplicada para resolver problemas de la vida real.
- 4.- La extensión del aprendizaje mas allá del período de clase, del salón y de la escuela.
- 5.- El enfoque hacia el impacto de la ciencia y la tecnología sobre los estudiantes, de forma individual.

6.- La visión de que el contenido científico va más allá que un conjunto de conceptos que los estudiantes deben dominar para responder sus exámenes y aprobar.

7.- El énfasis en el proceso de adquisición de las habilidades que los estudiantes requieren para resolver sus propios problemas.

8.- La intensificación de la orientación vocacional hacia las carreras científicas o técnicas.

9.- La oferta de oportunidades a los estudiantes para actuar en sus propias comunidades y colaborar en la solución de los problemas detectados.

10.- La identificación de los medios por los cuales la ciencia y la tecnología tendrán impacto sobre la sociedad en el futuro.

11.- La cesión de cierta autonomía a los estudiantes durante el proceso de aprendizaje.

Se han fijado los objetivos de este enfoque como:

*"Preparar a los estudiantes para usar la ciencia y la tecnología en el entendimiento y mejoramiento de su vida diaria"*

*"Aplicar el conocimiento científico en la vida cotidiana; e introducir las implicaciones sociales y ambientales del desarrollo científico y tecnológico"*

*"Dedicar esfuerzos para formar ciudadanos informados que sean capaces de tomar decisiones cruciales sobre problemas y asuntos actuales y de emprender acciones personales derivadas de tales decisiones"*

En la conferencia de la ACS, mencionada anteriormente, se plantea que:

*"cambiar lo que enseñamos implica cambiar lo que debe ser aprendido, para lo cual tenemos que revisar, revalorizar y cambiar nuestra lista de prioridades educativas que hasta ahora hablamos sustentado."*

Los objetivos de CTS son verdaderamente ambiciosos pues implican una formación en las nuevas generaciones que los gobiernos, la propaganda, la demagogia y los medios de comunicación han evitado cuidadosamente. El viejo lema porfiriano de *"peón que sabe leer y escribir no es buen peón"* se ha

transformado en "ciudadano que tiene demasiada información, capacidad para tomar decisiones sobre problemas y asuntos actuales, y emprender acciones personales derivadas de tales decisiones es un elemento peligroso para el gobierno". Desgraciadamente esto es válido en muchos países americanos.

El enfoque **CTS** no es una forma especial de educación, no es tampoco una manera de ordenar contenidos en el curriculum o de seleccionarlos, es una reforma educativa que implica un cambio de gran alcance en el que los contenidos pierden su importancia relativa y el medio de instrucción resulta ser lo más relevante.

Este enfoque ha sido adoptado no sólo a nivel de enseñanza media y media superior, sino también en las universidades. Estos son algunos ejemplos:

#### **5.5.2.- EL PROYECTO SATIS (Inglaterra)**

En el Reino Unido se desarrolló una estrategia de apoyo para que los docentes contaran con recursos para desarrollar en el aula el enfoque **CTS**, para lo cual se publicaron hasta 120 cuadernos con notas iniciales, guía de estudio, páginas de información y comentarios finales.

### 5.5.3.- EL PROYECTO CHEM-COM (Estados Unidos)

La División de Educación Química de la American Chemical Society ha desarrollado el proyecto "Chemistry and the Community" (**Chem-Com**) comparte propósitos con las línea CTS. La segunda edición de su libro incluye una matriz que relaciona los conceptos químicos que se van aprendiendo con la estructura de ocho unidades del libro, para demostrar que el texto implica algo más que divulgación de la Química. Cada unidad aborda un problema social de importancia e induce a los estudiantes a reunir información para la toma de decisiones, en resumen, propone:

Primero, permitir al estudiante practicar y reforzar los conceptos químicos básicos y los cálculos, en el contexto de problemas aplicados al mundo real.

Segundo, motivar y retar al estudiante a pensar acerca de las aplicaciones de la química y los asuntos de interés social.

Tercero, reunir y analizar datos y compararlos con patrones. Con base en los datos, solicitar a los alumnos que desarrollen hipótesis o soluciones fundamentadas en evidencia científica y opiniones inobjtables.

Cuarto, recapitular, revisar y aplicar lo que han aprendido de algún aspecto de la comunidad relacionado con la química y que desarrollen y defiendan sus posiciones con base en un análisis científico, pero que incluyan valores y términos económicos, políticos, personales o sociales.

#### **5.5.4.- LA QUÍMICA DEL CONSUMIDOR**

La Universidad de Miami, desde hace 20 años, desarrolla un curso en el que muestra la química de las sustancias de nuestro mundo cotidiano, de lo trivial a lo polémico, de la sal de mesa a las drogas psicotrópicas y sus efectos, del agua potable a la energía nuclear. Se abordan asuntos sobre seguridad, el significado y medición de la contaminación. El objetivo es llevar a los estudiantes hacia el dominio de la química, no sólo por la conciencia de que como seres humanos somos una fábrica de productos químicos, sino, además, para mostrar que podemos y debemos tener la posibilidad de elegir cómo usamos los productos químicos en nuestro universo.

#### **5.5.5.- LA QUÍMICA EN EL CONTEXTO (Ross, 1994)**

El proyecto de la Universidad de Bucknell considera que muchos cursos en el nivel medio superior tienden a convertirse en cursos para profesionales, lo que

origina que algunos estudiantes abandonen los estudios de Química o de otras ciencias.

Este proyecto considera que las ciencias pueden ser enseñadas con diferentes enfoques y los docentes tienen que ser sensibles a las diferentes necesidades de los alumnos. Se puede enseñar la Química en un contexto cultural, social, económico o político. Con este enfoque propone un currículum para los estudiantes que no van a especializarse en química que les permite adquirir los conocimientos imprescindibles para poder comprender y opinar sobre cuestiones importantes para la sociedad.

Los principios de la Química se introducen como una necesidad de conocer las bases que los estudiantes van a requerir para entender los avances modernos de la ciencia y de sus aplicaciones en la vida diaria.

Por ejemplo: El primer capítulo se titula "*El aire que respiramos*". En este capítulo se abordan varios tópicos como son las reacciones y ecuaciones, la combustión, la contaminación del aire, relacionándolos con problemas reales en el contexto del estudiante: calentamiento del planeta, desaparición de la capa de ozono, necesidades energéticas, lluvia ácida, etc.

Todos los capítulos incluyen el tema de riesgo-beneficio para que el alumno estudie y desarrolle planteamientos para mejorar ciertas situaciones y proponer cambios.

#### **5.5.6.- LA CONCEPCIÓN PEDAGÓGICA DEL COLEGIO DE BACHILLERES, (1992)**

Los alumnos del Colegio de Bachilleres reciben una formación en Química con dos orientaciones: Una concibe al aprendizaje de los contenidos íntimamente relacionados con la vida diaria y con su futura inserción en la vida laboral y la otra tiene carácter propedéutico, es decir, que tenga la posibilidad de continuar con estudios superiores.

El Colegio de Bachilleres parte del supuesto básico de que el aprendizaje debe ser útil para el alumno en sus entornos: natural, social y personal; el programa de estudios debe promover que los contenidos a aprender coadyuven a la generación de conocimientos útiles y al desarrollo de habilidades y actitudes.

Los contenidos deben enseñarse con una metodología, y ésta se emplea para generar, organizar y evaluar dichos contenidos. Estos se plantean en términos de:

a) Generación de conocimientos. Se establecen dos tipos de conocimientos: De hechos y de conceptos, principios, leyes o teorías.

b) Desarrollo de habilidades. Ya sean de índole psicomotriz y de habilidades lógicas y metodológicas.

c) Desarrollo de actitudes. Son actitudes favorables hacia la ciencia en general y hacia la Química en particular; yendo desde lo personal hasta lo social.

La elección de contenidos obedece tanto al nivel educativo como a la naturaleza del alumno; en cuanto a éste, se toma en cuenta que se encuentra en las etapas de las operaciones concretas y de las operaciones formales.

La organización de los contenidos puede efectuarse tomando en cuenta diversos criterios, pero se ha preferido organizarlos alrededor de un problema, es decir, que los contenidos a enseñar se estructuren para resolver el problema (Rangel, 1994).

Las situaciones alrededor de las cuales se plantean los problemas serán relevantes para el alumno y abarcarán dos dimensiones: la realidad misma del alumno, lo que implica tomar su esquema referencial, es decir, considerar sus saberes y haceres, su situación personal, familiar y social; sus expectativas,

inquietudes, intereses y necesidades; así como también la problemática de las Ciencias, lo que significa ponerle en contacto con el avance científico en la actualidad, sus dificultades y perspectivas. Los problemas que se planteen considerarán tanto los conocimientos previos de los alumnos como la estructura y los saberes de la disciplina, para ser resueltos y lograr el aprendizaje esperado.

Se trata de que el alumno ponga en juego sus habilidades de pensamiento y sus conocimientos previos y descubra la insuficiencia de éstos para resolver el problema o explicar el fenómeno presentado, lo que lo lleva a la necesidad de buscar explicaciones nuevas y lo orienta a un nivel superior de conocimientos.

#### **5.6.- UN ENFOQUE GLOBAL: LA EDUCACIÓN QUÍMICA**

Existe toda una serie de términos, con significado específico, relacionados con la transmisión de conocimientos de Química; he descrito algunos de ellos: aprendizaje, enseñanza, enseñanza-aprendizaje, nuevos paradigmas, pero, en resumidas cuentas, lo que interesa es una formación en un área determinada.

Se ha visto, que cada uno de los enfoques mencionados aporta una visión lineal del problema. Lo que requerimos es una visión "circular" que considere todos los factores que intervienen en la formación no de un "químico puro" sino de un ser humano íntegro, que corresponda a nuestra época. Estudiar Química es

desarrollar el intelecto en una rama del saber que está íntimamente relacionada con todo el desarrollo y saberes de la humanidad. Los progresos de la Química, en no pocos casos, se deben a la aportación de otras ramas de la ciencia y si esto no fuera poco, cuando buscamos el ¿PARA QUÉ? nos enfrentamos a otros dilemas.

Puede no ser lo mismo aprender Química para cada uno de los alumnos, que enseñar Química para cada uno de los profesores, para la institución, para la sociedad, o para el gobierno que está en el poder.

Educar, en el sentido etimológico de la palabra (proviene del latín "e duco") que significa, sacar de, hacer salir, conducir, mover de abajo para arriba, levantar, elevar. Tiene una connotación más de acuerdo con lo que proponen los nuevos paradigmas y con la realidad que vivimos. Educar, pues, es ayudar al alumno a ser él mismo, guiándole hacia donde se dirige, respetando sus razonamientos y permitiendo que desarrolle su creatividad. Los maestros, en general, insistimos en la acumulación de conceptos abstractos sin preocuparnos de la vida de la que formamos parte (García, 1991). Acumular conocimientos es nuestra esencial preocupación (enseñanza), cuando debería ser la de contribuir a formar personas (educación).

Educar en Química, no es sólo transmitir conocimientos sobre esta rama del saber, sino también su finalidad, se puede educar para reprimir o para liberar (Garritz, 1991).

La importancia de la Química está en su aportación al mejoramiento de la vida humana con fertilizantes, medicamentos y toda clase de nuevos materiales. En cuanto a la contaminación, en un principio fue el desconocimiento de los efectos que los desperdicios y los gases producían en el ambiente, sin embargo, actualmente éstos se han descrito detalladamente y es sólo consecuencia de la falta de conciencia responsable de los dueños de las fábricas y de las autoridades. El crear una conciencia ambiental y estudiar las mejores condiciones de protección es también labor de la Educación Química.

#### **5.7.- REFLEXIONES SOBRE LO RECOPIADO**

El proceso educativo, queda definido como la progresiva interiorización de las normas y pautas sociales que constituyen las diversas culturas. Por lo tanto, en último término, las razones explicativas de todo sistema educativo deben buscarse en marcos socio-culturales. El estudiante al adaptarse a su medio, asimila el modelo de conducta que la Universidad le ofrece a través de la carrera. La Universidad es, en este sentido, una institución transmisora de un modelo social.

Al revisar los conceptos teóricos de aprendizaje, enseñanza y educación se percibe que los actuales alumnos no fueron preparados bajo esos modelos.

El problema de la enseñanza de la Química y, en general, de las ciencias, no es exclusivo de México, es un problema mundial. Se originó, probablemente, al considerar que la educación en ciencias era una especialidad, en vez de una parte de la formación del individuo. Los países del primer mundo están proponiendo nuevas estrategias didácticas, porque no lograron sus objetivos.

Los estudios de la pedagogía, los resultados de encuestas y las metas fijadas por diferentes instituciones han llegado a la conclusión de que deben ofrecerse cambios en la docencia de las ciencias y en particular de la Química.

Se propone actualmente, en los proyectos como CTS, que la educación de las ciencias se relacione con el medio social, cultural y ambiental. Estas tendencias que están discutiéndose y evaluando en otros países, se están abriendo camino en México, donde se han hecho avances en el planteamiento de objetivos, metodologías, estrategia y en la publicación de libros.

Para apoyar los cambios se ofrecen para la actualización y formación de docentes: el Diplomado en Educación Química a nivel medio superior en la

Facultad de Química, los Diplomados en Enseñanza de las Ciencias Experimentales y en Formación Docente en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

El cambio seguramente será lento, pues no se trata sólo de cambiar lo que se va a enseñar, sino cómo se va a enseñar para que el alumno adquiera un concepto global de la Química en su entorno, en su país y en el mundo. Se desea también que adquiera un espíritu crítico y creativo, es decir, que sea educado como ser íntegro, no como especialista a sueldo.

Los maestros actuales, generalmente, hemos transmitido la enseñanza que recibimos. Representa un verdadero esfuerzo cambiar nuestra docencia, pero también representa un esfuerzo para la institución el preparar a los docentes y proporcionarles los medios adecuados, ya que además de la preparación de profesores, se requiere de cambios administrativos (Arcá, 1993).

#### **5.8.- PUBLICACIONES CON NUEVOS ENFOQUES, EN MÉXICO**

Existen varios libros con una marcada tendencia a abrir el panorama cultural de los químicos:

"Estructura atómica: Un enfoque químico" Cruz/Chamizo/Garriz

Fondo Educativo Interamericano. México. 1986.

Dentro del marco histórico presenta el desarrollo de los conceptos sobre la mecánica cuántica. Es el libro más ameno sobre el tema.

"Química" Garriz/Chamizo. Addison-Wesley Interamericana. México 1994.

Para el nivel bachillerato, aunque de mucha utilidad en los primeros semestres de la Universidad, introduce algunos capítulos sobre la industria química en México.

"Química: Un curso moderno" Smoot/Price/Smith. Traducción al español. McGraw-Hill. México. 1988

En cada capítulo dedica uno párrafo a la biografía de químicos eminentes y otro a tecnología química de Estados Unidos.

"La química en la sociedad" Editor: Rafael Fernández Flores

Publicado por la Facultad de Química. UNAM. México. 1994.

Recopilación de temas de actualidad: medio ambiente, energía, petroquímica, nuevos materiales, alimentos, salud y arte, relacionados con la Química.

La revista "Educación Química" que es un foro para los estudiantes y profesionales de la Química, preocupados por la educación y permite la comunicación y expresión entre los profesores.

Existen, además, publicaciones de los profesores de Facultad de Química para el nivel secundaria.

## CAPITULO 6

### LOS CAMBIOS EN LA ENSEÑANZA

He elegido las tres experiencias de mi vida docente que me han obligado a replantear todo lo que yo creía saber sobre docencia.

#### **6.1.- LA EXPERIENCIA DE CIENCIA BÁSICA**

En 1972 se presentó la oportunidad de cambiar el enfoque de una enseñanza eminentemente teórica. Un grupo de maestros de la Facultad de Química desarrolló el proyecto de Ciencia Básica que intentó, en su primera etapa, recuperar el espacio para el asombro, desarrollar la imaginación en la búsqueda de experimentos que apoyaran la comprensión de las bases científicas de la Química y que sirvieran de base para profundizar tanto en aspectos científicos como tecnológicos, la construcción de equipos sencillos y el desarrollo de habilidades manuales para el trabajo de laboratorio.

Constituía una materia de enseñanza experimental que hubiera debido desarrollarse a lo largo de la carrera (Gómez, 1973). Sin embargo, se aprobó únicamente para los dos primeros semestres y no estaba seriada con otras

materias. En la carrera de Química, en los dos últimos semestres en Química Experimental Aplicada se volvía a ofrecer enseñanza experimental, pero con un enfoque eminentemente tecnológico.

Existe un factor de motivación muy importante en las ciencias experimentales: Tener oportunidad de hacer pruebas por iniciativa propia, lo que se llama también "jugar al aprendiz de brujo". Esa ilusión la poseen todos los que cursan carreras de química. Encauzar esa motivación era uno de los objetivos de Ciencia Básica.

Anteriormente existió un análisis químico cualitativo en el primer año que indudablemente era empírico y de alto costo para la Facultad, pero era el primer contacto con la obtención de productos, de la percepción y conocimientos de sus propiedades, del manejo del instrumental químico y de confraternidad con el grupo.

Las manos y las batas llenas de manchas y agujeros indicaban el ingreso al gremio.

Ciencia Básica era mucho mas que análisis químico cualitativo, era abrirse a todos los experimentos, tanto orgánicos como inorgánicos o fisico-químicos.

El primer tropiezo se debió a la supresión de todos los laboratorios de los dos primeros semestres para ser reemplazados por Ciencia Básica. El resultado fue

que materias como Análisis, Física y Química Inorgánica I quedaron sin apoyo y no se reestructuraron.

Ciencia Básica tenía su propia metodología que permitía un avance diferencial del aprendizaje según la capacidad y conocimientos previos del alumno. Se esperaba que avanzara cada uno a su propio ritmo. Cuando obtenía los resultados de un experimento redactaba un informe y se llevaba a cabo una entrevista con el maestro-tutor para analizar los resultados y los logros obtenidos.

Los objetivos eran concretos: Aprender a leer, comprender y aprehender el material escrito y la información verbal que se le proporcionaba. Aprender a hablar, a defender sus resultados y observaciones, a expresar sus dudas durante la entrevista y aprender a escribir, redactando en un informe los resultados del experimento llevado a cabo.

La entrevista no era un examen oral, era un lugar de encuentro del alumno con el maestro; giraba alrededor del reporte hecho por un grupo de alumnos sobre el trabajo experimental. La entrevista permitía profundizar en algunos casos sobre el tema, conocer la participación de cada componente del grupo, evaluar la aportación de la práctica al aprendizaje de determinado fenómeno, revisar la redacción y ortografía del reporte y resolver algunas dudas. La calificación se fijaba de común acuerdo y era susceptible de mejora con un trabajo adicional.

Pero, Ciencia Básica no podía al mismo tiempo reemplazar los laboratorios suprimidos. Se trató de compensar esa deficiencia con cambio de prácticas, metas y objetivos tratando de cubrir toda la enseñanza experimental que se requería. Fue desdibujándose el objetivo inicial. Muchas cosas fallaron.

Es muy probable que al ser una materia de primer semestre los grupos fueran numerosos y hubiera necesidad de contratar nuevos maestros. Éstos a su vez traían una formación tradicional, en el sentido de transmisor de conocimientos, y aunque se impartieron cursos para su formación, no fue fácil cambiar actitudes y creencias, lo que afectó el logro de los objetivos.

La Facultad de Estudios Profesionales Cuautitlán, originalmente Escuela Nacional de Estudios Profesionales Cuautitlán fue fundada en 1974, cuando la demanda de educación superior en la UNAM estaba en ascenso y se creyó necesario abrir nuevos campus en la periferia de la ciudad. La Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán adoptó los paradigmas docentes de la Facultad de Química, atrajo profesores de su alma mater, continuando en esta forma el sistema de enseñanza, aunque los objetivos formales estuvieran diseñados hacia una enseñanza multidisciplinaria.

Los profesores de Ciencia Básica, fueron entrenados en la Facultad de Química, pero, poco a poco, se fueron también apartando de la idea original. Actualmente se sigue impartiendo Ciencia Básica en las carreras de Química, Ingeniería

Química y Química Farmacéutico Biológica, con prácticas basadas en la demostración de leyes mecánicas. Las mediciones de la velocidad y la aceleración desmotivan al alumno que quería un laboratorio de Química.

A su vez, las prácticas de Química se basan en valoraciones volumétricas, cuando el alumno aún no ha llevado el primer curso de Análisis y no tiene fundamentos para la interpretación y repitiendo únicamente las instrucciones. Tampoco sustituye a los laboratorios de Física, Química General y Análisis como estaba indicado en el plan de estudios ya que Ciencia Básica ha desarrollado su propia metodología sin tomar en cuenta la interrelación con otras materias, ni las necesidades de éstas.

## **6.2.- LA EXPERIENCIA DE QUÍMICA ANALÍTICA EN LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**

Otro cambio importante en la enseñanza de la Química que empezó a darse en los años setenta en la Facultad de Química, fue la introducción de la Química Analítica.

No se trataba de una nueva asignatura, sino de una forma diferente de entender el Análisis Químico, una de las asignaturas básicas en la formación en Química.

Análisis había sido desde sus inicios un compendio de recetas y como tales, con pelos y señales se le dictaban al alumno y se le obligaba a memorizarlas. Desde 1894, W. Ostwald, propone que la enseñanza del análisis químico debe basarse en el conocimiento y manejo de la teoría química; sólo cuando el alumno esté bien compenetrado de los principios de las reacciones químicas podría comprender la razón de ser de los detalles técnicos de cada manipulación. La idea de Ostwald, bastante mal acogida en su época, hizo su camino poco a poco (Urbain, 1910) .

Cuando Francia inició su política sobre energía nuclear y fabricó su propia bomba atómica tuvo necesidad de desarrollar técnicas analíticas para la determinación de los elementos radiactivos, los procesos de concentración de uranio, etc. De esa época viene el desarrollo de la Química Analítica en ese país. El compendio de este desarrollo se pone de relieve en los libros del profesor Gaston Charlot. Algunos becarios mexicanos estudiaron con el profesor Charlot, pero la difusión de esta enseñanza se dio cuando algunos discípulos franceses llegaron a México para hacer su Servicio Nacional Activo Francés, y revolucionaron y modernizaron los enfoques prevalecientes, en cuanto a la docencia del análisis (Garritz, 1986), e impartieron durante varios años esa materia a varios grupos piloto de la Facultad de Química.

En Química Analítica es necesario conocer los principios y leyes químicas, no sólo como explicaciones del comportamiento de la naturaleza, sino también, a

profundidad para poder predecir y demostrar mediante el cálculo, dichos comportamientos.

Este aprendizaje proporciona al alumno una seguridad en sus criterios que les permite interpretar, seleccionar y evaluar métodos analíticos. Si consideramos que se requiere de habilidad y destreza para llevar a cabo, correctamente, un análisis químico, hay que reconocer también que esta labor la puede llevar a cabo un técnico bien entrenado, sin embargo, se corre el riesgo de que una persona que no interprete correctamente el proceso analítico pueda proporcionar datos equivocados por no haber podido interpretar los factores interferentes que se presentan en algunos análisis.

Se requiere de un nivel de conocimientos más alto cuando se trata de decidir qué método se aplica al análisis de una nueva muestra, ya que no todos los análisis están estandarizados.

Desgraciadamente las prácticas tradicionales de análisis resultan tan simples que dejan en el estudiante la imagen de que los análisis químicos son sumamente sencillos. Así, tenemos ingenieros químicos que, como gerentes de una industria no reconocen la labor ni la aportación del laboratorio de análisis químico y pretenden que con míseros recursos en este renglón puedan tener un "Control

Total de la Calidad" cuando su laboratorio no cuenta con un químico analítico\*, ni equipo estandarizado, ni métodos validados.

Por otra parte, la investigación en Química Analítica requiere de un conocimiento profundo de temas, como equilibrio entre las especies en solución, distribución de una sustancia entre dos disolventes, velocidades de reacción tanto en sustancias orgánicas como inorgánicas. Es decir, Química Analítica es la integración de una sólida formación en Química y Físico-química, para poder resolver los problemas particulares de cada investigación (Kottloff, 1952), en este caso, los relativos a las particularidades de nuestras materias primas, procesos, productos y necesidades.

Al mismo tiempo obliga al maestro a actualizarse y cambiar los métodos didácticos que empleó hasta entonces, para acostumbrar al alumno a un nuevo tipo de aprendizaje.

No todos los profesores aceptaron este cambio, se ha requerido de maestros de nuevas generaciones para poder impartir esta materia a todos los grupos.

\*Se emplea el término "químico analítico" para citar al profesionalista que selecciona, proyecta, dirige y controla los análisis químicos y "químico analista" el que lleva a cabo dichos análisis.

Desde la fundación de esta Facultad como Escuela Nacional de Estudios Profesionales se propició que la enseñanza del Análisis Químico se fundamentara en las leyes generales de la Química y no en las recetas. Lo que hoy conocemos como Química Analítica.

Este cambio pudo darse por la incorporación de los egresados de los grupos pilotos de la Facultad de Química, la participación de profesores que habían estudiado este enfoque en Francia y la buena disposición de maestros tradicionales para actualizarse y adaptarse a los cambios.

Alumnos del grupo piloto formaron parte del personal que impartió y sigue impartiendo la enseñanza de la Química Analítica en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán o en la Facultad de Química en las carreras de Químico, Ingeniero Químico y Químico Farmacéutico Biólogo. Contribuyeron a la formación de algunos alumnos de la FES-Cuautitlán como profesores, quienes posteriormente pasaron a la Universidad Autónoma Metropolitana donde se han dedicado, principalmente, a la investigación.

Este tipo de enseñanza exige del profesor y del alumno un máximo esfuerzo. No se trata de describir, no se trata de memorizar. Se trata de aplicar las leyes generales de la Química para sacarles el máximo provecho en beneficio del Análisis Químico pero también del estudio de fenómenos fundamentales, determinación de constantes y condiciones para determinarlas, la creación,

invención y desarrollo de la estructura y esquemas de trabajo para la implantación y puesta en práctica de trabajos analíticos, la evaluación y control de calidad de las determinaciones efectuadas. Se trata, entonces, de desarrollar en el alumno una capacidad, no sólo para llevar a cabo un procedimiento analítico, sino también para crearlo y establecer las condiciones óptimas.

El esfuerzo que se requiere consiste en enseñar al alumno a realizar acciones razonadas:

--- Romper la tradición de recordar las leyes químicas sólo en su enunciado. Las leyes químicas deben de servir para interpretar un determinado problema y traducirlo en ecuaciones matemáticas.

--- Las matemáticas no sólo sirven para aprobar la asignatura, en Química se emplean para pasar de las mediciones físicas a la interpretación de fenómenos.

--- Los procedimientos y los protocolos analíticos no se pueden llevar a cabo sin entender cada uno de los pasos que permiten su efectividad.

--- Conocer y evaluar la importancia de los factores que influyen en una determinación o caracterización y buscar las condiciones óptimas de realización experimental.

--- Si un procedimiento o protocolo analítico no proporciona los resultados obtenidos, hay que saber interpretar los datos para conocer en qué punto debe llevarse a cabo una modificación.

--- Saber recurrir a la información bibliográfica para aplicar los conocimientos reportados, las constantes y experiencias a la predicción de reacciones, diseño de nuevos métodos y adaptaciones de los existentes.

Todos estos objetivos son difíciles de enseñar, hay que crear disciplina entre los maestros y en los alumnos que provienen de formaciones muy diversas. Para lograrlo fueron necesarias reuniones semanales con los profesores y ayudantes de los diferentes grupos de cada materia. En estas reuniones o seminarios se discutían los avances de los grupos y las estrategias a seguir.

En estos grupos se vio la necesidad de una actualización permanente de los docentes, pero al mismo tiempo la formación de nuevos elementos que al mismo tiempo de colaborar en la docencia, pudieran seguir estudios de maestría o doctorado.

La elaboración de nuevas prácticas llevó muchas horas de investigación y de trabajo para su implantación, así como el diseño de los cuestionarios que remiten al alumno, por una parte, a revisar la teoría para poder contestarlos y por otra, a

sacar conclusiones de la parte experimental mediante la interpretación de gráficos o a explicar las desviaciones a la hipótesis formulada.

Se concluyó que era necesario un curso propedéutico que permitiera nivelar los conocimientos de los alumnos de primer ingreso. Se llevó a cabo con excelentes resultados, pero la administración de la escuela no permitió que se generalizara.

Otro cambio introducido consistió en una entrevista a cada uno de los grupos de trabajo para discutir el informe y los conocimientos adquiridos en el experimento. Este procedimiento permitía que los miembros del grupo se calificaran entre sí al final de la entrevista, con lo que se evitaban calificaciones injustas. El procedimiento permitía a cada grupo avanzar según sus capacidades, pero era muy tardado y se requería de más profesores si se deseaba llevarlo a cabo en todos las materias. No fueron aceptados nuevos nombramientos, hubo que renunciar a implantarlo en todos los grupos, se continuó únicamente en Análisis IV y V que estaban formados por grupos más reducidos.

Otra experiencia interesante se debió a los comentarios de los alumnos de Farmacia que no encontraban relación en el estudio de las reacciones de intercambio de varias partículas con su carrera. A partir de entonces se cambiaron las prácticas. Se incorporaron las técnicas descritas en la Farmacopea al laboratorio, se exigió que se justificaran cada uno de los pasos a

seguir y se relacionaran con las leyes generales. Tuvo muy buena acogida, aunque el grado de dificultad fuera mayor.

El siguiente paso a seguir era la formación de un laboratorio de servicio de métodos analíticos y de investigación de problemas analíticos reales. El contacto con la industria, con la normalización y con el problema ambiental proporcionaría información suficiente para desarrollar un laboratorio de investigación analítica al servicio de la comunidad. Esta decisión correspondía a las autoridades.

### **6.3.- LA EXPERIENCIA EN LA FORMACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE DOCENTES EN EL COLEGIO DE BACHILLERES**

El Colegio de Bachilleres me invitó a participar en la elaboración de antologías y en la asesoría de fascículos destinados a los cursos que se imparten en la Capacitación para Laboratorista Químico, correspondientes a los semestres 5o y 6o. Tuve, por esta razón, la oportunidad de conocer las políticas que el Colegio está desarrollando, desde 1991, para la actualización de programas de estudio **(Colegio de Bachilleres, 1992)**.

Cuando me solicitaron que impartiera un Taller para dar a conocer el contenido de la antología y del fascículo correspondiente, en este caso, Métodos Electrométricos de Análisis, formulé muchas preguntas: ¿Qué objetivos del Colegio se pretendía alcanzar?, ¿Cuáles eran las actitudes de los profesores

frente a talleres semejantes? y ¿Con qué recursos se contaba?. La información que obtuve me enfrentó con mi actual práctica docente en la FES-Cuautitlán, los cursos que había tomado en la Especialidad en Docencia y mis propios puntos de vista.

La dificultad estribaba en que, si bien yo disponía de los lineamientos y objetivos del Colegio, y que yo, en teoría los aceptaba, TENIA QUE llevarlos a cabo, presentando una metodología y una dinámica que permitiera alcanzarlos (Gómez, 1994).

#### **6.2.1.- LOS OBJETIVOS**

**DEL COLEGIO:** El objetivo de estos talleres es ampliar y/o profundizar en contenidos temáticos y enfoques didácticos de los programas de estudio.

En este taller se pretende que los participantes y el instructor estén en constante comunicación y ambos sean responsables del desarrollo del taller y del logro de los objetivos. Los objetivos son diversos, por parte :

**DEL INSTRUCTOR DEL CURSO:** Dar a conocer el material de la antología y el fascículo y experimentar las prácticas propuestas en éste. Relacionar inmediatamente la teoría con el experimento, confrontar los resultados obtenidos

con la teoría. Evitar que las prácticas de análisis instrumental se convirtieran únicamente en el manejo adecuado del aparato y la obtención de datos. Crear un ambiente de intercambio de experiencias con los profesores.

DE LOS PROFESORES: No se conocían en ese momento.

Se sabía, sin embargo, que provenían de diferentes universidades, carreras y planes de estudio.

Que los talleres impartidos, no siempre, colmaban sus aspiraciones. Los sentían como intromisión a su libertad de enseñanza.

Muchos de ellos llevaban largos años impartiendo las mismas prácticas y eran reacios al cambio, ya que como se creía años atrás, en la licenciatura se aprendía todo lo necesario para ser un buen profesionista.

Para algunos, su labor en el Colegio ocupaba su tiempo completo. Para otros, era un complemento a su trabajo profesional en otras dependencias.

Los sábados por la mañana era un espacio dedicado a otras actividades y, por lo tanto, interfería en la planeación de su tiempo libre.

### 6.2.2.- LA METODOLOGÍA

El Colegio de Bachilleres plantea que la metodología sea la de "taller" en donde el participante pueda construir, reflexionar, analizar, socializar y conocer nuevas posturas y enfoques teóricos. Se pretende que cada uno de los integrantes del grupo aporte su creatividad y análisis con la finalidad de transformar y transformarse reconstruyendo su propia experiencia. En este taller, a diferencia de un curso expositivo, se pretende que confronten los experimentos y experiencias de los participantes con los contenidos de carácter teórico.

El taller inicia con una etapa de motivación con el fin de promover el interés cognoscitivo para aprender. Así pues, para realizar esta etapa se comienza con el planteamiento de una situación problemática por parte del instructor, que debe ser resuelta por los participantes.

Después de resolver la situación problemática se continúa con un análisis de los resultados a fin de que los participantes confronten la solución a la que llegaron, así como el proceso por el que llegaron a esta.

Como producto de estas actividades los participantes obtienen un autodiagnóstico de la información que necesitan para conocer la resolución de la situación problemática. De esta manera se pretende generar en ellos la inquietud

por conocer nuevos procesos de solución, así como de ampliar y profundizar en nuevas perspectivas teóricas.

El siguiente paso es la presentación del primer bloque de contenidos, utilizando como insumo la selección de Lecturas de Profundización en Contenidos y el programa de la asignatura para ubicar el contenido específico al que se está apoyando.

Como puede observarse este proceso es recurrente y se pretende que estas actividades se realicen para todos los contenidos que se van a tratar en el taller.

### **6.2.3.- EL RETO**

Se trataba de dar un curso sobre Métodos Electrométricos de Análisis, cuyo primer bloque consistía en mediciones de pH con un potenciómetro.

Este experimento iba dirigido a un grupo de profesores quienes habían estado impartiendo prácticas durante bastante tiempo a grupos de adolescentes y habían desarrollado sus propias estrategias.

Contaba con 5 horas, el equipo apropiado, así como, los reactivos, y los objetivos y metodología del Colegio.

¿QUE ES LO QUE PODÍA MOTIVAR A LOS PROFESORES A PROFUNDIZAR EN LOS CONOCIMIENTOS?

¿QUE CONOCIMIENTOS SON LOS QUE SI LE SIRVEN A UN PROFESOR PARA COMPLEMENTAR SU CLASE, A NIVEL MEDIO SUPERIOR?

No deseaba que mi exposición fuera redundante con lo que ellos explicaban en su clase, tampoco deseaba que la forma de presentar mis conocimientos se opusiera a la forma en que ellos los habían estudiado.

En resumen, debía buscar las preguntas necesarias para conocer el nivel de conocimientos de la mayoría de los profesores presentes.

Debía de complementar con mi exposición aquellos temas, que a mi entender, pudieran enriquecer su labor. Debía de convencer a los profesores de la importancia de dichos temas, explicarlos detenidamente para que fueran asimilados e incorporados al programa existente.

#### **6.2.4.- LA PLANEACIÓN DEL CURSO**

##### **6.2.4.1.- Evaluación del nivel de los docentes**

De acuerdo a la teoría constructivista, están en primer término los conocimientos de quien recibe el curso ( en este caso , los docentes).

Basándose en que tienen un grado de licenciatura en alguna de las ramas de la Química y que están impartiendo una práctica sobre el tema que se va a tratar, se presupone que poseen los conocimientos básicos, pero se desconoce la profundidad de los mismos.

Se llevaría a cabo un sondeo, formulando preguntas para ser contestadas oralmente por el grupo. Las preguntas serían breves, concretas, esperando respuestas unánimes al principio, después se profundizaría más sobre el tema hasta alcanzar pocas o ninguna respuesta.

Por ejemplo:

Para el "taller" de Métodos Electrométricos de Análisis, se eligió como primera práctica la determinación de pH en soluciones acuosas y su relación con la concentración de iones.

Las preguntas se formularían en el siguiente orden:

a/ Sobre las diferentes definiciones de ácido y de base.

b/ La relación entre pH y la concentración de ácidos fuertes.

c/ Los cálculos para transformar diferentes unidades de concentración.

d/ La relación entre el pH y la concentración de ácidos y bases débiles.

e/ El cálculo del pH correspondiente al punto de equivalencia en función de los valores de pKa.

f/ Condiciones de amortiguamiento. Cálculos de límites.

**6.2.4.2.-** Se darían las explicaciones necesarias para homogeneizar los conocimientos del grupo y poder llevar a cabo las prácticas con el máximo rendimiento.

**6.2.4.3.- Planteamiento del problema**

Una vez determinado el nivel de conocimientos y basándose en las preguntas hechas, se plantearía el problema en torno a obtener mayor información sobre la determinación del pH, a fin de enriquecer el trabajo que se desarrollaría en el laboratorio y se elegirían los experimentos.

**6.2.4.4.- El experimento.**

Se analizaría el por qué de cada paso. Se llevaría a cabo, se supervisaría su ejecución y se recopilarían los resultados. Se analizarían los resultados para localizar desviaciones de la teoría, errores y aciertos.

Se discutirían las aportaciones al conocimiento de los métodos electrométricos de análisis de la práctica y los pro y contras para impartirla en los cursos normales con alumnos.

#### **6.2.5.- LA EXPERIENCIA**

##### **LA RESONANCIA:**

Para establecer una buena interrelación, "raport" como dicen los psicólogos, o una buena resonancia, como dicen los químicos, se explicó detenidamente los propósitos del curso y el papel que íbamos a interpretar cada uno. Se trataba de probar nuevas prácticas, en busca de aquellos elementos que fueran útiles para su docencia, aquellos temas que pudieran aportar elementos para enriquecer el curso que ellos iban a impartir.

La evaluación consistiría en proporcionar a los coordinadores aquellos temas que se consideraran de interés para ser incorporados a los cursos. Este renglón fue muy bien aceptado.

##### **LA AUSCULTACIÓN:**

En todos los métodos instrumentales de análisis se presenta la misma situación: Obtenemos el valor de una medición física que tenemos que relacionar con una característica del analito\*.

\*se emplea el término analito cuando se hace referencia al elemento, ion o molécula que se determina, mediante un análisis en una disolución.

En el caso de ácidos y bases el pH da información sobre los protones o los oxhidrilos presentes y también sobre la concentración de otras especies.

a/ ¿Cuál es la concentración de ácido sulfúrico de una solución que sólo contiene ese ácido, si su pH = 2 ?

b/ ¿Cuál es su normalidad y su molaridad?

c/ ¿Cuál es su % en volumen?

--- Las dos primeras preguntas fueron contestadas por la mayoría de los presentes rápidamente, otros no entendieron bien las preguntas, sus compañeros las aclararon.

--- La tercera fue mas discutida, no todos obtuvieron los mismos resultados, ni emplearon los mismos razonamientos.

--- Hubo necesidad de usar factores de conversión para homogeneizar los razonamientos

Se sabe que la fuerza de los ácidos depende de su estructura y esto afecta al pH.

a/ ¿Cómo puedo relacionar el pH de una solución de ácido acético con su concentración?

b/ ¿Cómo puedo relacionar el pH = 8.5 con la concentración de una solución de amoníaco?

c/ ¿Puedo relacionar el pH de una solución amortiguadora con la concentración de sus componentes?

---Este segundo grupo de preguntas dividió completamente a los integrantes del curso en pequeños grupos. Varios de ellos sólo manejaban con soltura los cálculos de ácidos y bases fuertes.

Esto requirió de una explicación bastante sintética de la ecuación de Ostwald y de las diferentes fórmulas que relacionan el pH con  $K_a$  y la concentración y las propiedades de las soluciones amortiguadoras.

Después de esta explicación se hizo una pausa-café que propició la discusión sobre qué se debe y qué se puede impartir a un alumnos, de nivel medio superior, sobre este tema.

## EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Cada medición física que se hace a una sustancia o solución sea densidad, punto de fusión o ebullición, potencial, pH o color proporciona información sobre su composición.

La habilidad del analista químico consiste en poder relacionar estos datos mediante las leyes y principios químicos.

Los instrumentos están diseñados para hacer mediciones pero la interpretación correcta requiere de conocimientos de química,

¿Qué tan importante para el alumno del Colegio de Bachilleres es conocer más a fondo la teoría de las reacciones ácido base?

¿Para qué se prepara a dicho alumno?

¿Qué tan importante son las determinaciones de pH para conocer la composición de una solución y para determinar los puntos de equivalencia?

¿Cuál es la tendencia de los fabricantes de instrumentos al respecto?

Se obtuvo una opinión generalizada sobre la necesidad de profundizar en la teoría para poder explicar las bases de la automatización.

#### **LA PRACTICA:**

La práctica seleccionada para esta sesión consistió en la determinación del peso equivalente y el pKa de un ácido orgánico desconocido.

La práctica comprendía el trazo de la curva  $\text{pH} = f(\text{mL de NaOH})$

Esta práctica resultaba más interesante y motivadora, según la opinión de los profesores que la propuesta anteriormente sobre la valoración de un ácido fuerte por una base fuerte.

#### **PERO, NO TENÍAMOS LA RECETA:**

Teníamos experiencias en valoraciones de ácido acético.

Siguiendo esa experiencia, las explicaciones sobre el pH de un ácido sólo, de una mezcla de ácido y base (solución reguladora) y de una solución en la que predomina una base fuerte se pudo deducir el trazo que se esperaba de una curva  $\text{pH} = f(\text{mL de NaOH})$ .

No se pudieron precisar los valores del punto de equivalencia ni el pH de la solución amortiguadora. Eso era lo que íbamos a determinar.

Los profesores estaban familiarizados con el manejo del potenciómetro con un electrodo combinado; no se presentó ninguna dificultad, se trazó la curva mL por mL rápidamente.

Se trataba de un ácido diprótico.

La interpretación de las curvas, la determinación gráfica de los puntos de equivalencia y de los pKa experimentales fue una verdadera sorpresa para algunos de los presentes y un motivo de cooperación y camaradería para los que sí conocían esas aplicaciones.

Se obtuvieron los datos siguientes:

- La concentración de cada una de las especies químicas en cualquier punto de la curva.
- Los valores de los pKa experimentales, obtenidos gráficamente.
- El peso equivalente del ácido desconocido.

Este ejercicio permitió a los profesores encontrar más significativa la determinación del pH y profundizar en conocimientos que podrían usar o no, en su curso, según las circunstancias, grupo, equipo, etcétera.

Otro de los experimentos elegidos fue la valoración potenciométrica de mezclas de varias bases. Había dudas sobre cómo expresar los cálculos. La potenciometría ofrecía la posibilidad de trazar las gráficas que explican muy claramente las reacciones que ocurren.

La segunda sesión empezó con una auscultación con respecto a los diferentes tipos de electrodos y el cálculo que permite relacionar el valor del potencial medido con el pH.

a/ Si no dispongo de un electrodo combinado ¿qué otros electrodos puedo usar para determinar el pH?

b/ Si sólo dispongo de un electrodo de platino y un electrodo de calomel ¿Cómo puedo relacionar el voltaje medido con el pH?

---Las posibilidades de manejar otros electrodos fue un tema de interés para muchos profesores, ya que algunos ya habían tenido ocasión hacerlo, y se

discutió la ventaja de disponer de electrodos separados, a fin de usarlos también en redox.

---La segunda pregunta dió lugar a introducir la ecuación de Nernst y preparar el camino para la práctica de oxido-reducción.

En cuanto a la valoración de mezclas de carbonato/bicarbonato y carbonato/hidróxido de sodio se formularon las preguntas siguientes:

a/ ¿Qué sustancia va reaccionar antes con el HCl el bicarbonato o el carbonato?

b/ ¿Que reacciones y en que orden se van a llevar a cabo en ambas valoraciones?

---Otra sorpresa, no todos lo presentes manejaban la escala de pKa para la predicción de reacciones.

Fue necesaria otra explicación sobre la teoría ácido-base y su relación con las constantes de equilibrio.

Los resultados de la práctica y la claridad que ofrecen los puntos de equivalencia para determinar el % de cada componente resultó sumamente atractiva para los

participantes que no habían tenido ocasión de usar un método potenciométrico para ese análisis.

#### **6.2.6.- COMENTARIOS**

Si hubiera querido dar mi curso convencional sobre ácido-base no me habrían alcanzado el tiempo disponible y tampoco hubiera sido posible llevar a cabo dos prácticas. Los profesores que conocían estos temas pensarían que perdían el tiempo. Por otra parte, para los que lo veían por primera vez un curso completo resultaría tensionante. La metodología de taller, propuesta por el Colegio de Bachilleres, permitió resolver la situación.

La presentación sistemática y exhaustiva de estos temas existe en muchísimos libros, en las Lecturas para Profundización de Contenidos y en los fascículos, sin embargo, no se lee por falta de motivación. Cuando existe la motivación el alumno o el docente recurre a los libros y extrae de ellos aquello que le interesa o resuelve su problema.

El planteamiento de un problema, al empezar la sesión y abrir la discusión proporcionó, al mismo tiempo, información sobre el nivel de los integrantes del grupo y orientó hacia dónde había que desarrollar la explicación teórica.

Después, se planeó el experimento, de acuerdo al materia disponible, equipo, número de participantes, volumen y concentración de las soluciones, así como, el trazo teórico de las gráficas esperadas. Esto obligó a la participación de todo el grupo y mantuvo el interés por los resultados.

Además, se les abrieron muchas posibilidades de acción al poder diseñar o adaptar un experimento sin necesidad de seguir una receta.

En cuanto a las recetas, se cuestionó cada uno de los pasos, repitiendo los cálculos y buscando explicación al orden de los pasos, el equipo, etc. Este fue otro recurso para ahondar más en los conocimientos.

Sin las prácticas se hubiera perdido una buena parte de la motivación que 'estas lograron y del compañerismo que se estableció entre los componentes del grupo.

Dio muy buen resultado sacrificar el orden sistemático de la exposición en aras de la motivación y de las preguntas del participante que necesitaba aclarar sus dudas y completar sus conocimientos.

Los profesores manifestaron agradecimiento por las explicaciones dadas DESPUÉS de plantear el problema, por la resolución de las dudas que les fueron surgiendo durante el trabajo experimental, que se simularan las preguntas que suelen hacer los alumnos y sobre todo, que se enmarcara dentro de una situación

real: Un ácido desconocido extraído de una planta o una muestra de "soda ash" comercial contaminada.

Otra ventaja del taller fue la poder incluir a todos los participantes, independientemente de la formación que tenían, ya que toda la teoría ácido-base les fue explicada, en parte, por sus mismos compañeros y en parte por el instructor.

Las consideraciones de los profesores sobre la posibilidad de adaptar total o parcialmente lo aprendido a sus clases, hace pensar que el taller fue bien aprovechado.

Opino que pocas cosas son tan motivantes como encontrar las respuestas a las preguntas que nosotros mismos nos formulamos. Sin embargo, en la docencia siempre damos respuestas a cuestionamientos que nuestros alumnos ni siquiera han soñado.

Por otra parte, es muy gratificante para los docentes saber que existen otras formas de trabajo con las que se pueden lograr mejores resultados.

¿Qué pasaría si nos convirtiéramos en cuestionadores, en motivadores, en guías y dejáramos los textos y las enciclopedias para consulta?

Como corolario de estas experiencias puedo concluir que se creó Ciencia Básica como una materia eminentemente experimental, donde el alumno pudiera desarrollar la imaginación y apoyara la comprensión de las bases científicas de la Química y encauzara su vocación. Este proyecto no fue totalmente comprendido y se convirtió en un sustituto de varios laboratorios. Actualmente y muy modificado se conserva en la Facultad de Estudios Superiores Cuautillán.

La experiencia docente de la Química Analítica, para formar alumnos con bases más profundas y capacidad de toma de decisiones en el área analítica se ve frenada por la falta de formación de los alumnos en las áreas de matemáticas y química general. Para lograrlo es imprescindible el apoyo decidido de las autoridades en la formación de docentes.

La experiencia con el Colegio de Bachilleres es una muestra de lo que se puede hacer para cambiar la docencia, desde la base y sin entrar en grandes discusiones académicas, siguiendo los lineamientos ya establecidos y adaptándolos a objetivos concretos.

El docente tiende a reproducir el modelo de enseñanza que recibió de su maestro. Sin embargo, los actuales alumnos con formaciones heterogéneas, intereses diversos y vocaciones ambiguas requiere otro tratamiento y la metodología del Colegio de Bachilleres referente al planteamiento de problemas

al empezar un tema y basarse en su resolución proporciona una motivación que mantiene la atención del alumno. Empieza a cuestionarse sobre la suficiencia de sus conocimientos y la necesidad de adquirir otros para poder resolver la situación planteada. Para un maestro es más satisfactorio contestar las preguntas de alumnos interesados, que dictar una clase impecable. Pero es más difícil.

## CAPITULO 7

### LA PROPUESTA

#### 7.1.- ASPECTO PEDAGÓGICO.

La mayoría de los sistemas de enseñanza dan prioridad total y absoluta al resultado predecible del aprendizaje. Cuando se centran en los procesos, es para mejor alcanzar su finalidad: la consecución de un conocimiento nuevo.

Sin embargo, todo aprendizaje, incluyendo el universitario, carece de sentido si no tiene la posibilidad de ser generalizado a un contexto distinto de aquel en que se originó. De no ser así, la Universidad únicamente enseñaría a resolver situaciones que sólo se dan en el contexto universitario, con lo cual prepararía para laborar en la Universidad, pero no fuera de ella. Esto sólo tendría sentido si se admitiera que la Universidad se justifica a sí misma como una finalidad, con lo que llegaríamos a la conclusión de que la Universidad prepara a los individuos para ser maestros o investigadores y va a darles ocupación.

Si se desea que el aprendizaje universitario cumpla la función de utilizarse en los contextos en que sea necesario y útil para el individuo, éste debe adquirir no sólo

un conocimiento determinado, sino la posibilidad de reconstruirlo en contextos diversos. Pero hablar de reconstrucción implica que existe una construcción previa. Por lo tanto, si se desea que un conocimiento sea generalizable, es necesario que el alumno aprenda a construirlo, es decir, que se le dé la posibilidad de seguir todos los pasos necesarios para su descubrimiento, en lugar de dárselos ya cocinados y a punto de digerir, porque esta digestión no alimentaría la capacidad constructiva del individuo.

## **7.2.- ASPECTO LEGISLATIVO**

La **A.N.U.I.E.S.** en su XX Reunión recomienda en el Plan Nacional de la Educación Superior:

*" Vinculación con el sector productivo "*

*Orientación vocacional "*

*Desarrollo del sistema bibliotecario y de información documental."*

**E.I.C.S.E.** publica en Perfiles Educativos n.18 Propuestas de investigación sobre la problemática de la educación superior, desde la perspectiva de las ciencias sociales:

*" De los fines estipulados por la Ley Orgánica, se desprende que el profesor universitario, como docente y por lo tanto formador de los futuros profesionales, investigadores y técnicos útiles a la sociedad, para cumplir con los*

*fines relevantes de la Universidad, deberá poseer un conocimiento general de los problemas de la realidad nacional y un conocimiento específico de su área de trabajo en relación con la situación de México."*

La realidad nacional es difícil de conocer, las estadísticas son pocas y no del todo confiables, generalmente son globales y se publican con atraso.

### **7.3.- ASPECTO PSICOLÓGICO.**

Debido a que no se considera que la enseñanza de las ciencias forma parte de la formación del individuo, sino como una especialidad un grupo cada vez menos numeroso se inscribe en las carreras de Química.

¿Qué es lo que mueve, a pesar de todo, a algunos alumnos a inscribirse (que no a estudiar) en una carrera de Química?

#### **7.3.1.- La vocación y la profesión.**

Para un maestro no es halagador que el número de aprobados semestralmente no aumente, a pesar de cursar estudios de pedagogía y de didáctica, mejorar el material escrito o aumentar las horas de asesoría. Se llega a un tope, pero se sigue buscando. En esta búsqueda aparece la falta de motivación y vocación.

¿Falta de motivación y vocación para estudiar Química? Pero,

¿si los alumnos ha elegido voluntariamente esta carrera...?

Si se analizan los conceptos de vocación y profesión se aclaran algunas situaciones. En los diccionarios se encuentran las siguientes definiciones:

**VOCACIÓN:** Inspiración que predestina para un estado o papel determinado.

Sinónimos: Afición. Aptitud. Advocación. Don. Disposición.

Facilidad. Propensión. Inspiración. Inclinación. Tendencia.

Psicología: Inclinación o plan de vida preconsciente, según el cual cada persona estructura períodos largos de su tiempo, llenándolos de actividades que le proporcionan una satisfacción.

**PROFESIÓN:** Género de trabajo habitual de una persona. Oficio, Empleo, Actividad que desempeña una persona, para la cual ha sido especialmente preparada.

Sinónimos: Ocupación. Actividad. Acción. Asunto. Afán. Arte.

Acomodo. Labor. Tarea. Encargo. Trabajo. Cuidado. Diligencia. Dependencia.

Queda establecida la diferencia entre vocación y profesión.

La vocación nace de un deseo de ser, de saber o de hacer.

Estas inclinaciones o vocaciones se basan en decisiones de la infancia y en una programación paterna, materna o social, constantemente reforzada.

Influyen igualmente las aptitudes naturales o adquiridas que van a permitir o no, que el individuo pueda seguir su vocación.

Muchas vocaciones están basadas en ilusiones infantiles, que pueden persistir toda una vida. Muchas de estas ilusiones se desvanecen provocando distintas crisis vitales al enfrentarse con la realidad, la opinión de los padres o maestros, la sociedad, etcétera.

Los estudios refuerzan generalmente una vocación ya que se desarrolla el saber o el saber hacer. A veces, el deber o la familia limita la vocación y encamina los estudios hacia áreas más demandadas o más productivas.

Hay que considerar además que si no existe un fuerte deseo de ser, los diversos inconvenientes que se interponen pueden frustrar una vocación, ya que problemas familiares y económicos tiene un influencia decisiva.

Por otra parte, la profesión, como actividad que desempeña una persona, para la cual ha sido especialmente preparada, no ha sido siempre elegida con base en la vocación, sino a informaciones, ambiciones, modas, posibilidades económicas, cupo en las universidades, etcétera.

En las carreras de Química se han detectado dos grandes grupos:

Alumnos con vocación de servicio. En la carrera de QFB lo demostraron cuando el temblor de 1985 y lo demuestran actualmente con sus campañas de vacunación y de análisis clínicos en zonas marginadas.

Alumnos con vocación de "gerentes", en la carrera de Ingeniería Química, para los que la ingeniería es un pretexto para escalar puestos de poder, como los de tipo administrativo o gerentes de producción.

¿En qué consiste la motivación?

¿Qué puede hacer el profesor para motivar a estos alumnos, que constituyen la mayor parte de los que llegan a la Facultad?

### 7.3.2.- La motivación

Al empezar cada semestre se acostumbra a aplicar algunas encuestas a los nuevos alumnos a fin de identificar el nivel de sus conocimientos sobre aquellas áreas que se necesitan como punto de partida. También se incluyen preguntas acerca del interés que sienten por la carrera que han elegido. Cuando se les pregunta a qué piensan dedicarse cuando terminen la carrera, son muy pocos los que tienen una idea real del campo de trabajo o de investigación que se puede desarrollar en su propio país y contestan algo que se puede resumir en "buscar trabajo"

Esto recuerda la introducción del libro de **R. F. Mager (1977)**, "Formulación operativa de objetivos didácticos", en el que describe el ejemplo siguiente:

*"Una vez un caballo de mar reunió sus ahorros y partió en busca de fortuna. No había andado mucho cuando se encontró con una anguila que, al verle, le dijo:*

*- Psst, jovencito ¿A dónde vas?*

*- Voy a buscar fortuna- respondió el caballo de mar-*

*- Has tenido suerte -le dijo la anguila- Si me das cuatro monedas te daré esta rauda aleta y llegarás mucho antes.*

*- ¡Vaya! No está mal.- dijo el caballo de mar y sacó las monedas. Se las dio a la anguila y se deslizó a toda velocidad.*

*Después encontró a un esponja, que le dijo:*

*- ¡Eh, oye! ¿A dónde vas?*

*- Voy a buscar fortuna -replicó el caballo de mar-*

*- Has tenido suerte -dijo la esponja- Yo te puedo vender este patín autopropulsado por poco dinero y correrías mucho mas veloz.*

*El caballo de mar sacó de su bolsillo las monedas que le quedaban y se las entregó. Salió disparado, deslizándose por el agua como una flecha. Poco después encontró un tiburón que le dijo:*

*- ¡Eh, oye! ¿A dónde vas?*

*- Voy a buscar fortuna - replicó el caballo de mar*

*- ¡Mira que suerte! Si te metes por este atajo -dijo el tiburón señalando su boca abierta- ganarás mucho tiempo.*

*- ¡Muchas gracias!- exclamó el caballo de mar y como un rayo se adentro en las fauces del tiburón, para ser devorado por él."*

*"La enseñanza de esta fábula es que si no sabes con seguridad a donde vas, puede que llegues, sin darte cuenta, a un lugar muy distinto del que pretendías"*

El alumno llega a la Universidad con una mezcla de sentimientos encontrados producto de sus éxitos y fracasos en sus estudios, de su vocación, las influencias

familiares, las posibilidades y limitaciones tanto económicas como intelectuales y físicas. Difícilmente puede pensarse que sabe con seguridad a dónde desea ir.

En el III Congreso Nacional de Educación en el área de la Química efectuado en Monterrey en 1983, el Dr. Agustín Basave Fernández del Valle, Rector de la Universidad Regiomontana dictó una conferencia plenaria sobre Educación en la que recalcó:

*"La vocación de un hombre es lo más importante, pues si está clara se desarrollará a través de una profesión o de varias de ellas, o a pesar de ellas".*

*"El conocer la propia vocación y la propia capacidad (lo que uno quiere y lo que uno puede) requiere de madurez y de conocimiento de uno mismo y también del conocimiento del medio en que vive"*

Sólo tenemos encuestas relativas a los conocimientos con que llegan los alumnos a la Facultad. Por experiencia, año tras año, de impartir materias de primer semestre permiten reconocer que la capacidad de abstracción, los hábitos de estudio, conocimiento del ámbito donde desarrollará su profesión, incluso el propio plan de estudios que va a empezar a estudiar es desconocido por los alumnos. De sus intereses, capacidades y habilidades no tenemos la menor información.

¿Cómo podemos ayudar al alumno?

¿No le estaremos pidiendo a la mayoría de los alumnos más de lo que pueden ofrecer?

¿Le corresponde a la Universidad desarrollar la creatividad, la disciplina, los métodos de estudio, la motivación y la capacidad de abstracción?

#### **7.4.- ASPECTO SOCIAL.**

Un individuo que conoce el entorno socio-económico en el que se desarrollan sus compañeros de profesión está más capacitado para elegir el camino que puede recorrer para alcanzar sus metas. Estará por lo tanto más seguro de lo que desea y más consciente del esfuerzo que requiere para alcanzarlo.

A la educación superior le corresponde formar profesionales pero esos profesionales serán tanto más brillantes cuanto su profesión alcance a satisfacer su vocación.

Se ha comprobado también que durante una exposición de química teórica es conveniente hacer una pausa para introducir algún comentario que concentre la atención de los alumnos, como pueden ser, los datos sobre importación de

productos químicos, la magnitud de la industria petroquímica o el precio de un reactivo. La posibilidad de obtener trabajo en un área o en una industria o cómo se puede obtener una beca para estudios de posgrado, son también temas que aportan una respuesta inmediata, que se nota en la expresión interesada de los alumnos y que se mantiene en el resto de la exposición.

Quienes han analizado las causas de baja inscripción en las carreras de Química han detectado que una de las causas se atribuye a los programas y por lo tanto a las clases eminentemente teóricas y con un alto grado de abstracción, que en vez de atraer y despertar la curiosidad de los alumnos, los aleja definitivamente de las carreras de Química.

Por eso, los nuevos enfoques pedagógicos basados en el constructivismo se apoyan en el estudio del entorno (**CHEM-COM, CHEM-CON, SATIS**, etcétera) para anclar el conocimiento que se va a construir sobre los intereses del alumno y de la comunidad. Por estas razones propongo que el conocimiento de las realidades de nuestra industria química, de los recursos de que disponemos, de nuestra necesidad de reducir las importaciones, sea uno de los principales enfoques para motivar y estimular el interés por la investigación tecnológica y científica y permitiría a los alumnos construir sus conocimientos sobre bases reales, que no sólo aumentarían su capital cultural, sino que además lo situarían en el mundo del trabajo científico o tecnológico.

Si los maestros de Química desde nivel secundaria hasta superior estuviéramos actualizados en el panorama económico de nuestro país y comunicaríamos estos datos a nuestros alumnos, seguramente conseguiríamos despertar mayor interés por esta ciencia y sería posible una formación más integral y realista.

Los alumnos con esa formación estarían más conscientes de su vocación y de su desarrollo profesional. Este tipo de alumnos sería más creativo ya que conociendo lo que requiere el país y los recursos de que se dispone, podría desarrollar un afán por investigar el modo de obtenerlo.

Este tipo de información es útil en todas las carreras de Química:

En la de Química Farmacéutica Biológica porque un profesional de esa área debe conocer el mercado de sus productos, así como el de sus materias primas.

En la de Ingeniería, porque de las necesidades y recursos van a partir los proyectos de nuevas plantas.

Y sobre todo, y en primer lugar la información técnico-económica es necesaria para el químico, que es en quien recae la labor de sintetizar aquellos productos que se necesitan, de analizar lo que exportamos y lo que importamos, de formular nuevos materiales para sustituir o asimilar los que compramos o mejorar y

adaptar los que tenemos, así como, encontrar los procesos para extraer de nuestros recursos naturales sustancias de alto valor y excelente calidad.

Contando con la información económica, el químico, va a poder obtener los temas para una investigación adecuada y, posiblemente, bien respaldada para desarrollar una tecnología propia, adecuada a las necesidades del país.

#### **7.5.- LA FORMACIÓN DE DOCENTES.**

Los nuevos profesores que empiezan con nombramiento de ayudante de profesor corren el riesgo de repetir la enseñanza tradicional.

Es un comentario bastante común decir que siempre acabamos cambiando los planes de estudio por que son los que no protestan. Cambiar a los docentes es mucho más comprometido. Las políticas actuales giran alrededor de estímulos para que se actualicen, bien sea con cursos o con estudios de posgrado. Sería, pues conveniente que entre los estudios de posgrado que se le pide al futuro profesor estuvieran también los de pedagogía y didáctica, así como, los de historia de la Química y, sobre todo, del ejercicio de la Química en nuestro país, su industria, sus leyes, normas, recursos, necesidades y proyectos. Quizás, se pudiera exigir a un mediano plazo que el futuro profesor tuviera una formación en Educación Química, como se concibe en 5.6.

#### **7.6.- LOS CONOCIMIENTOS DEL ALUMNO.**

Indudablemente la mayoría de nuestros alumnos, gracias al pase reglamentado o automático y otras causas, llegan con un nivel muy bajo de conocimientos, sin buenos hábitos de estudio, a veces, sin vocación definida, con un bajo nivel de abstracción y una cultura general muy pobre. Si la Universidad desea formar profesionales capaces de llenar el perfil propuesto en el plan de estudios, debe de hacer una selección y permitir que hagan tantos exámenes de admisión a la Facultad (no a la U.N.A.M.) como sea necesario, hasta alcanzar el nivel que se requiere, o que se establezcan cursos propedéuticos, ya que el bachillerato, no siempre, cumple con los programas aprobados.

Es una pérdida de tiempo, de recursos y de paciencia de los alumnos que llegan bien preparados soportar clases que corresponden a preparatoria, pero que no son comprendidas por otros alumnos, que llevaron un sólo semestre de Química y después se cambiaron a Biología o Física y se les exigen conocimientos que nunca han recibido.

#### **7.7.- ALGUNOS CAMBIOS.**

No se trata de proponer un cambio de plan de estudios, sino de introducir algunos elementos en las asignaturas del plan de estudios que permitan abrir espacios

para que el alumno se sitúe en el contexto en el que se va a desarrollar y valore los conocimientos que está adquiriendo en función de su vida profesional, integrando los conocimientos que le serán de utilidad desde un principio en su formación como químico.

#### **7.8.- EJEMPLO: LOS HALÓGENOS.**

No es posible exponer ejemplos que sirvan para diferentes grupos, diferentes programas de estudios o carreras. La motivación, bien sea por planteamiento de un problema o por algún otro procedimiento va a adecuarse a las circunstancias de cada grupo.

Se ha elegido el tema sobre los halógenos porque en los cursos de Química General que se imparten en el nivel medio superior y en el nivel universitario en los primeros semestres invariablemente se estudia la familia de los halógenos como un grupo representativo de elementos.

Cada profesor lo puede impartir de acuerdo a su interpretación del plan de estudios, su experiencia en la materia y el contexto en que se está desarrollando el curso.

La primera pregunta que se le plantea al profesor se relaciona con los objetivos:

1.- ¿Qué se espera que el alumno aprenda sobre los halógenos?

Esta pregunta sobre la profundidad del tema podría aparecer en el programa de la asignatura, pero generalmente no es tan explícito. Dependerá del profesor y del tiempo disponible para impartirlo.

Si consideramos las actuales tendencias de la educación en el área de la Química se planteará también :

2.- ¿Qué conocimientos previos sobre este tema tiene el alumno?

3.- ¿Qué puede interesarle para saciar su curiosidad?

4.- ¿Qué le puede motivar a profundizar en el estudio de los halógenos?

y se presenta también el cómo:

5.- ¿Cómo impartir un tema que llene las características definidas en las respuestas a las anteriores preguntas?

6.- ¿Qué estrategias existen para que, además, el alumno escuche, entienda, recuerde, se cuestione, integre los conocimientos proporcionados, sea capaz de aplicarlos y de profundizar en el tema según su interés y su capacidad?

Revisando algunos textos de Química General se obtienen los siguientes enfoques:

- Desde principios de este siglo hasta los años 50' los textos que he podido examinar tratan los halógenos en forma descriptiva:

Descubrimiento  
Estado natural o minerales que lo contienen  
Propiedades físicas  
Propiedades químicas  
Métodos de obtención en el laboratorio y en la industria.  
Acción fisiológica  
Experiencia de cátedra  
Aplicaciones  
Principales derivados (con su respectiva descripción)

Cada una de las publicaciones, dependiendo del país de procedencia describe los yacimientos naturales y la producción nacional.

Algunos presentan en tomos separados la Química fundamental y la descriptiva.

El último de este tipo de libros, escrito y publicado en México es el debido a la recopilación hecha por **M. Bragalló (1972)** en su tratado de Química Inorgánica.

- Los libros publicados en años posteriores se enfocan a la Química fundamental o teórica. A niveles preuniversitarios, dedican un capítulo a las propiedades periódicas de los elementos, con ejemplos de media docena de ellos o con breves descripciones por familia y los elementos mas representativos de cada una de ellas.

- Otros, más recientes, prescinden de la química descriptiva o sistemática por completo, sobre todo en el nivel universitario.
- Se publican paralelamente libros sobre Química industrial y Procesos químicos.
- Las últimas publicaciones presentan ya ciertos enfoques para ayudar al alumno a relacionar el estudio de la Química con otras áreas. Sobre todo, se introduce un aspecto histórico que permite conocer y valorar el desarrollo de esta ciencia, presentándola dentro del marco de la evolución de la ciencia y del conocimiento.
- También han aparecido libros de Química General que relacionan la Química con las demás ciencias, considerándola como un conocimiento ligado a todos los aspectos de la vida y la ciencia. Desarrollan los siguientes puntos para todo el grupo de halógenos:

Descubrimiento  
Configuración electrónica  
Valencia  
Abundancia en la naturaleza  
Propiedades y preparación  
Usos de los halógenos  
Haluros de hidrógeno  
Compuestos interhalógenos  
Oxiácidos y oxianiones

- Otros libros de Química completan cada capítulo con la biografía de un químico prominente y datos tecnológicos sobre la importancia, producción, propiedades y beneficios de algún producto químico.

Se dispone de suficiente material escrito para que el alumno pueda estudiar por sí mismo, pero surge una nueva pregunta

7.- ¿Cómo va el alumno a retener toda esta información?

Porque además de los halógenos existen otras familias de elementos igualmente importantes, y también tiene que aprenderlas.

La primera pregunta queda de momento sin respuesta. No se puede llegar a un determinado nivel si no se conoce de qué se parte. La segunda pregunta es más sencilla. Unas pocas preguntas, orales o escritas, dependiendo del tamaño del grupo permiten clasificar a la mayoría del grupo en uno de los siguientes niveles de conocimientos:

A.- Si identifican los halógenos en la tabla periódica y pueden citar algunos compuestos por sus usos cotidianos (sal de mesa, solución de yodo desinfectante, fluoruro para prevención de caries).

B.- Si pueden obtener de la tabla periódica la configuración electrónica de los halógenos y algunas propiedades físicas. Si conocen el nombre de los principales compuestos y pueden escribir su fórmula.

C.- Si pueden escribir algunas de las reacciones en las que intervienen, bien sea para su obtención, aplicaciones o análisis. Si pueden describir el tipo de enlaces que forman con otros elementos.

La respuesta a estas preguntas indica no sólo lo que los alumnos saben sobre el tema sino también sus conocimientos de Química teórica o fundamental. La exposición empezará en el nivel de la mayoría del grupo y llegará hasta donde el grupo y el tiempo lo permitan.

Respecto a las preguntas 3 y 4, sobre cómo despertar el interés y la motivación para estudiar a fondo un tema, se propone un enfoque de tipo económico que pueda atraer al alumno permitiendo que sus conocimientos de la vida cotidiana se amplíen con el estudio, y que éste a su vez proyecte perspectivas de trabajo, ganancia, descubrimiento o aplicación de lo aprendido.

Las listas sobre las importaciones de productos químicos han sido consultadas por las empresas para decidir sobre qué productos elaborar. Las listas sobre las exportaciones de materias primas indican qué productos pueden ser transformados, las listas sobre exportaciones de productos terminados informan sobre lo que ya se está produciendo.

Esta información representa un reto para los futuros químicos, que se preparan en el desarrollo de procesos y de tecnologías adecuadas para aprovechar

materias primas nacionales, sustituir importaciones y producir productos químicos de alto valor agregado para exportación.

Con respecto a los halógenos disponemos de los siguientes datos:

#### EXPORTACIONES (INEGI, 1993)

Producto	toneladas	valor miles de dolares	precio dólares/kg
25.01.00 Sal (cloruro de sodio)	6 075 013	77 051	0.0127
25.29.21 y 22 Fluoruro de calcio (fluorita)	111 685	9 385	0.0840

Si consultamos las estadísticas sobre producción mundial de sal observamos que México es el segundo gran productor a nivel mundial, debido a condiciones geográficas excepcionales en Guerrero Negro, Baja California.

La exportación de esas dos materias primas aporta a México una entrada importante de dólares. Los dos grandes compradores de esta sal son Estados Unidos y Japón.

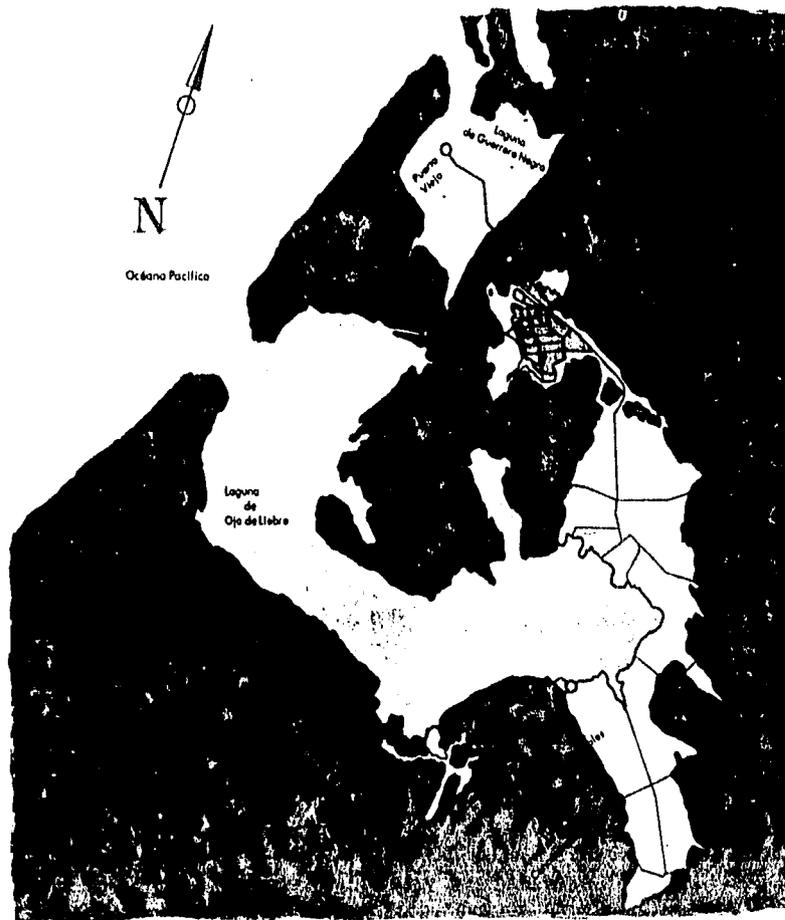
Surge la pregunta:

8.- ¿En qué ocupan estos dos países altamente industrializados tantas toneladas de sal?

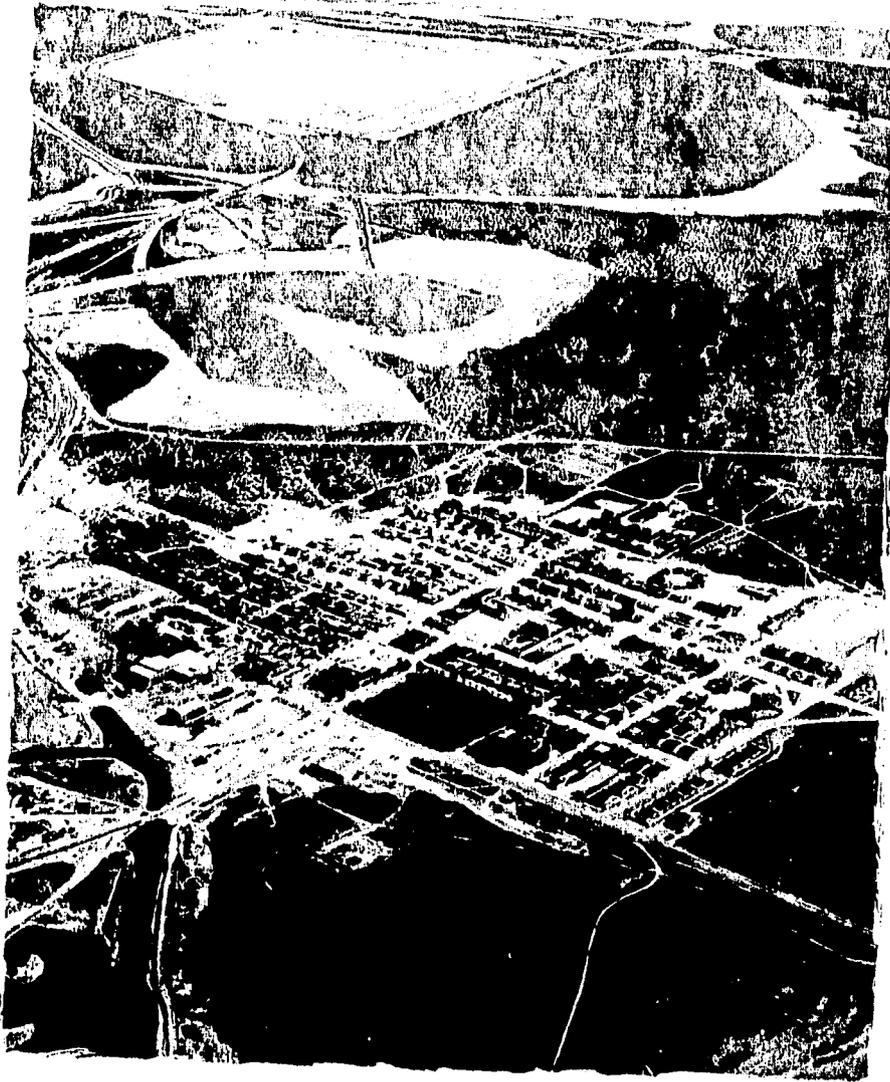
Esta pregunta permite revisar, exponer o cuestionar los temas siguientes:

- La sal como condimento, como conservador de alimentos: El cloro y el sodio en el cuerpo humano.

#### LOCALIZACIÓN DE LAS SALINAS DE GUERRERO NEGRO



ÁREAS URBANA DESARROLLADA JUNTO A LAS SALINAS DE GUERRERO  
NEGRO.



(cortesía de Exportadora de Sal, S.A.)

- La sal como materia prima para la obtención de derivados del cloro: cloruros, cloratos, organoclorados, etc. y de los derivados del sodio: hidróxido, carbonato y toda la gama de sales de sodio.

Con una lista completa de compuestos clorados y sódicos se puede revisar la mayor parte de la formulación y nomenclatura química.

Permite también calcular grados de oxidación.

La siguiente pregunta sería:

9.- ¿Cómo se puede transformar la sal, para obtener los compuestos mencionados?

Los temas que se pueden tratar son:

Revisión o exposición, según el caso, de las principales reacciones en que interviene el cloro y el sodio.

Se pueden estudiar reacciones ácido-base, óxido-reducción, incluso reacciones de sustitución en compuestos orgánicos.

Se puede tratar el balanceo de ecuaciones químicas. Configuraciones electrónicas del cloro y el sodio. Tipos de enlaces que forman con otros átomos. Actividad química. Potenciales normales de oxidorreducción.

La pregunta:

10.- De los productos mencionados, ¿Cuáles son más importantes industrialmente?

Permite tratar:

La evolución de la Industria Química. Procesos de Leblanc y Solvay. Manejo de grandes volúmenes. La necesidad de la Ingeniería Química. La industria electroquímica: obtención de cloro, hidróxido de sodio y sodio metálico.

Si la pregunta es:

11.- ¿Qué productos derivados de la sal se fabrican en México?, ¿En que cantidades?, ¿Cuáles se importan?, ¿Cuáles se exportan?

Puede pedirse una búsqueda bibliográfica en los anuarios de la Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ) o en los del INEGI, el Directorio de la Industria Química (ANIQ) o la Guía de la Industria Química de Editorial Cosmos.

También existen publicaciones de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

La información que es posible localizar, en primera instancia, con referencia al cloro en México es la siguiente:

#### COLORO

---

Productores:	Cloro de Tehuantepec Industria Química del Istmo Penwalt del Pacífico	
Producción, 1993:		328,920 t
Importación, 1993:		17,606 t
Exportación, 1993:		5,571 t
Capacidad instalada:		416,785 t
Distribución de la demanda:		60 % petroquímica 28 % otros comp. químicos 12 % blanqueo y tratamiento de aguas

---

#### HIDRÓXIDO DE SODIO

---

Productores:	Cloro de Tehuantepec Industria Química del Istmo Penwalt del Pacífico	
Producción, 1993:		368,986 t
Importación, 1993:		24,164 t
Exportación, 1993:		13,074 t
Capacidad instalada:		487,425 t
Distribución de la demanda:		28 % compuestos químicos 72 % blanqueo celulosa y agroquímicos

---

Se observa que en ambos productos la balanza económica es deficitaria y lo es también y en mayor proporción para el carbonato de sodio, cuya importación es de 233 152 t para el mismo año.

Puede organizarse una mesa de discusión sobre las ventajas y desventajas de producir suficientes productos intermedios como cloro, hidróxido de sodio y carbonato de sodio para abastecer la industria nacional.

Se puede dar un enfoque económico:

12.- ¿Qué valor tienen los productos importados?

Permite exponer cómo se fijan los precios internacionalmente y dónde se publican esos datos.

13.- ¿Cuál es el saldo de la balanza comercial de México en el área Química?

Se pueden discutir los datos proporcionados por Comercio Exterior en millones de dólares (No incluye petroquímica)

	1993	1994
<b>Exportaciones</b>	2 344	2 656
<b>Importaciones</b>	4 861	5 818
<b>Saldo</b>	- 2 517	- 3 162

La balanza comercial de productos químicos siempre ha sido deficitaria, en años anteriores porque no se producía, después porque la producción no era suficiente, ni con calidad adecuada. Las políticas neoliberales, ahora en boga, suponen que es más barato importar que producir en el país, con las tecnologías obsoletas con que se cuenta. Con el cambio de valor del peso han disminuido las importaciones, pero no se ha recuperado la fabricación nacional. Es posible una serie de cuestionamientos que permitan al alumno comprender los dilemas que se presentan en las políticas financieras del país.

14.- ¿A qué se debe la riqueza de un país?

15.- ¿Cómo pueden producirse los compuestos químicos que se importan, con calidad y precio competitivos?

16.- ¿Qué conocimientos deben poseer los profesionales encargados de la producción de compuestos químicos?

17.- ¿Qué ocurre cuando se emplean tecnologías atrasadas?

18.- ¿Cómo se pueden obtener tecnologías de vanguardia?

19.- ¿Quién va a proporcionar, para su explotación, las tecnologías recién descubiertas y que proporcionan los más altos rendimientos?

Si se desea exponer la necesidad de estudiar la estequiometría puede plantearse preguntas de este tipo:

20.- ¿Cuántos kg de sal se necesitan para obtener 1 kg de hipoclorito de calcio?

21.- Si el valor promedio de exportación de 1 kg de sal es de 0.0127 dólares y el de importación del hipoclorito de calcio 1.375 dólares/kg? ¿A cuánto ascendería el valor de la exportación de las 6 075 013 t de sal que se exportaron por valor de 77 051 000 dólares, transformadas en hipoclorito de calcio?

Que permiten tratar :

Reacciones redox, balance, estequiometría.

Proponer otras reacciones. Hacer cálculos aproximados del valor agregado que alcanzan los productos químicos, debido a su transformación en productos industriales.

Se puede recurrir a cuestionar sobre la formación deseada de un estudiante:

22.- ¿Qué nivel de conocimientos, habilidades y actitudes deben de adquirir los nuevos profesionales de la Química para revertir el saldo de la balanza comercial de la industria Química?

Discutir sobre:

Métodos de estudio. Metas de los estudiantes. Limitaciones de los libros de texto.

Conocimientos de frontera. Síntesis reportadas en la literatura. Patentes.

## CAPITULO 8

### CONCLUSIONES

Si se analizan conjuntamente los capítulos 2 y 3 puede verse que en cuestiones industriales se ha ido siempre a la zaga de los países más industrializados y creativos, aunque éstos sean países de reciente desarrollo como Japón y Corea. Una industria poco desarrollada no exige una formación de avanzada en la enseñanza y viceversa.

Los planes de estudio, copiados de los países industrializados, no han logrado el objetivo de ponernos al nivel del primer mundo. Parecería que han bloqueado la búsqueda de estrategias propias, desligándose de las necesidades nacionales y preparando servidores de las industrias transnacionales. Por otra parte, planes de estudio muy ambiciosos en secundaria y nivel medio superior han ahuyentado a los estudiantes del estudio de esta ciencia.

Sólo cuando se inició la Escuela de Ciencias Químicas se trató realmente, aunque a muy bajo nivel, de responder a las necesidades del país. Después se prepararon profesionales que sirvieran a intereses creados de la industria

nacional -que, tecnológicamente no era muy ambiciosa pues tenía un mercado cautivo- y no se dio un apoyo firme al desarrollo tecnológico ni a la investigación por parte de los industriales.

Los diferentes gobiernos dieron un apoyo moderado, pero con grandes cambios en los objetivos que se querían obtener: desde protagonista del desarrollo nacional, protección a flujos externos de tecnología para su asimilación por los sectores privados, hasta promotor de entrada indiscriminada de capital, tecnologías y monopolios.

En el capítulo 4 se observa que los perfiles de nuestros egresados describen profesionales muy agresivos y críticos, capaces de hacerse cargo de una investigación, adaptar tecnología y desarrollar métodos analíticos, aunque las estadísticas indiquen que un número elevado se dedica a compras o ventas. La industria Química dirigida, muchas veces, por egresados de nuestra Universidad carece prácticamente de investigación, poco desarrollo tecnológico y pésima asimilación de tecnología. En cuanto a métodos analíticos, solo hay que revisar las Normas de Métodos de Prueba de la Dirección General de Normas, para ver la poco o nula aportación de nuestros químicos.

Cuando se analiza el capítulo 5 puede verse que la preocupación por la docencia es internacional. La psicología ha aportado sus investigaciones a la pedagogía,

permitiendo estudios a profundidad sobre el proceso cognoscitivo, el comportamiento de los docentes y poniendo de manifiesto las necesidades de los estudiantes. Estas investigaciones son poco conocidas por la mayor parte de los maestros que están interesados, principalmente, en "qué" imparten en sus clases, más que en "cómo" lo imparten.

El modelo constructivista y la relación con el medio (Química en el Contexto) ofrecen alternativas muy interesantes, ya probadas en otros países y que podrían ser adaptadas, después de la debida preparación de los profesores, ya que el contexto, es decir, la realidad de la industria Química y en particular la mexicana, no se conoce conocida por gran parte de los profesores que se han dedicado únicamente a la docencia.

Los actuales profesores tienen la árdua labor de cambiar actitudes y metodología obsoletas, por otras más dinámicas que centren la atención en el alumno y sus necesidades.

Los cambios en la enseñanza son a largo plazo, desde la aceptación de nuevos paradigmas por parte de las autoridades a la aplicación por parte de los profesores, transcurre un largo camino.

El Capítulo 6 es sólo un ejemplo de lo mucho que se ha hecho en búsquedas pedagógicas y didácticas en nuestras escuelas y universidades, indudablemente

hay muchos más ejemplos como lo demuestran los trabajos presentados en los diferentes foros sobre Educación Química.

En la mayoría de los planes de estudio no se contempla o se contempla hasta las materias optativas o la maestría, el estudio de la producción, tecnología, materias primas empleadas en la industria química nacional. Tampoco se consideran las materias primas nacionales, susceptibles de ser transformadas, pero con tecnología propia, considerando sus características.

¿Cómo puede un alumno de Química llevar al final de su carrera una asignatura optativa como Introducción a la Gestión de Tecnología, si nunca se le ha indicado qué productos químicos se producen, se importan, se exportan, de que materias primas disponemos y qué procesos y tecnologías se emplean?

Una estrategia para dinamizar el proceso se basa en la motivación del estudiante frente a la problemática económica de la industria química en la actual crisis.

Se propone un ejemplo de como usar la información de los organismos oficiales y las asociaciones de Química para proporcionar al profesor datos actualizados del quehacer nacional en el área química. Estos datos, entrelazados con los conceptos científicos y tecnológicos permiten situar al estudiante frente a los problemas de su país y le proporcionan una visión mas real del campo profesional donde se va a desarrollar.

## CAPITULO 9

### BIBLIOGRAFÍA

- ABOITES, J. 1994, "Evolución reciente de la política científica y tecnológica de México". Comercio Exterior, 44 (9).
- ANUIES (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior), 1980, "Carreras del área de la Química en México".
- ANUIES, 1992, "Catálogo de Carreras".
- ANUIES, 1992 y 1993, "Anuario Estadístico: Licenciatura en Universidades e Institutos Tecnológicos".
- ANUIES, 1992 y 1993, "Anuario Estadístico: Posgrado".
- ARCA, M. & CARAVITA, S., 1993, "Le constructivisme ne resout pas tous les problemes" Aster, 16.
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE LA INDUSTRIA QUÍMICA, 1993, "Directorio de empresas, productos, servicios y distribuidores de la Industria Química Mexicana".
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE LA INDUSTRIA QUÍMICA, 1993, "Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana".
- BASAVE, F. A., 1983, Conferencia Plenaria. III Congreso Nacional de educación en el área de la Química. Monterrey.
- BACHELAR, G., 1987, "La formación del espíritu científico" Siglo XXI editores, 14a ed.
- BARGALLÓ, M., 1972, "Tratado de Química Inorgánica". Fundamental y Sistemática. Editorial Porrúa. México. 2a. ed.

- BRENNAN, M.B. & LONG J.R., 1994, "Facts and Figures for Chemical R&D". Chemical and Engineering News, August 22.
- BROWN, T. & LeMAY Jr. H.E., 1985, "Química. La ciencia central" Prentice-Hall Hispanoamericana. México.
- COLEGIO DE BACHILLERES, 1992, "Concepción Pedagógica", México.
- COMERCIO EXTERIOR, 1991, 1992, 1994 y 1995, "Sumario Estadístico" 41 (4); 42 (5); 44 (3 y 9) y 45 (4 y 5).
- CHOPPIN, G.R., 1974, "Química" Publicaciones Cultural. México.
- DICKSON, T.R., 1979, "Introducción a la Química" Publicaciones Cultural. 5a ed., México.
- FACULTAD DE QUÍMICA. U.N.A.M., 1987, "Plan de Estudios: Licenciatura en Química 1987"
- FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN. U.N.A.M., 1993, "Plan de estudios de la Licenciatura en Química Industrial".
- GARCÍA FERNÁNDEZ, H., 1985, "Historia de una Facultad, 1916-1983". Facultad de Química. U.N.A.M.
- GARCÍA FERNÁNDEZ, H., 1991, "Reflexiones en defensa de la Química". Educación Química, 2 (1).
- GARRITZ, A., 1986, "La División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Química de la U.N.A.M.". Ciencia y Desarrollo, 68.
- GARRITZ, A. 1991, "Educación Integral", Educación Química, 2 (2).
- GARRITZ, A., 1994, "Ciencia-Tecnología-Sociedad. A diez años de iniciada la corriente". Educación química, 5 (4).
- GIRAL J., GONZÁLEZ, S. & MONTAÑO, E., 1978, "La Industria Química en México. Ed. Redacta. México.
- GOLDWHITE, H., 1990, "Química Universitaria" Ed Harcourt. Sistemas Técnicos de Edición. México.
- GÓMEZ, M., 1973, Apuntes sobre el "Curso para la formación de profesores de Ciencia Básica. Facultad de Química.

GÓMEZ M., LEÓN, E.C., ROJAS A. & ROMERO A., 1982, "La problemática de la carrera de Químico". Consejo Nacional para la Enseñanza de la Química. Reunión anual. S. Miguel de Allende, octubre 1982.

GÓMEZ M., ROJAS, A. & ROMERO, A., 1984, "¿Universidad para vocaciones o profesiones? IV Congreso nacional de Educación Química. Uruapan.

GÓMEZ, M. 1994, "Experiencia en la formación y actualización permanente de docentes" 1er. Congreso Nacional de Educación Química de Nivel Medio Superior. Morelia.

HEIN, M., 1992, "Química" Grupo editorial Iberoamericana. México.

HUHEEY, J. E., 1981, "Química Inorgánica. Principios de estructura y reactividad. Harper & Row Latinoamericana. México.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática), 1986, "La Industria Química en México".

INEGI, 1993, "La industria Química en México".

INEGI, 1993, "Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos, 1993" Tomo I y II

KOLTHOFF, I.M. & Sandell, E.B., Meehan, E.J. & Bruckenstein, S., 1952, "Quantitative Chemical Analysis". Macmillan Co. 4a. ed.

LÓPEZ, A., 1986, "Estudio económico y análisis de alternativas para el procesamiento de crudos pesados en México. Tesis. Facultad de Química. U.N.A.M.

MAGER, Robert F. "Formulación operativa de objetivos didácticos" Ed. Marova. Madrid. 1977

MANJARREZ, A. 1991, "La Química ¿Ciencia en extinción en México? En Química en México: Ayer, hoy y mañana. Compilador: Andoní Garriz. Facultad de Química. U.N.A.M.

MEZA, S.E. & GÓMEZ M. 1994, "La certificación profesional del Ingeniero Químico y del Químico". XXX Congreso Nacional de Química. Cancún,

MONTAÑO, E. 1984, "Las industrias de procesos químicos" Cuadernos de posgrado, 13. Facultad de Química U.N.A.M.

- MORENO, M. & SASTRE G. 1983, "Aprendizaje y desarrollo intelectual" Gedisa. Barcelona.
- OSTWALD, W. 1924, "Química Inorgánica. Fundamental y descriptiva. Ed. Manuel Marín. Barcelona.
- PIAGET, J. 1975, "Introducción a la epistemología genética" Paidós. Buenos Aires.
- PIAGET, J. 1973, "Psicología y pedagogía". Ariel. Barcelona.
- PRIETO D. 1986, "La fiesta del lenguaje" Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco. México.
- PUIG, I. 1946, "Curso General de Química". Ed. Manuel Marín. Barcelona.
- PRICE, J., SMOOT, R.C. & SMUTH, R.G. 1988, "Química. Un curso moderno. McGraw-Hill. U.S.A.
- RANGEL, A. 1994, "La enseñanza de la química o el aprendizaje a través de problematizaciones". 1er. Congreso Nacional de Educación Química de Nivel Medio Superior. Morelia.
- ROSS, L.R. 1994, "Chemistry Curriculum Reform Focuses on Content, Technology and Pedagogy". Chemical and Engineering News, august 29, 1994.
- SASTRE, G. & MORENO M. 1980, "Descubrimiento y construcción de conocimientos" Gedisa. Barcelona.
- SHREVE, R.N. 1977, "Chemical process industries" McGraw-Hill Kogakusha. Tokyo.
- TRABULSE, E. 1983, "Historia de la Ciencia en México" Conacyt/Fondo de Cultura Económica. México.
- VALDÉS, E. 1985, "El químico en las empresas e instituciones del país. Tesis. FES-Cuautitlán U.N.A.M.
- VITORIA, E. 1914 "Manual de Química Moderna". Tipografía Católica. Barcelona.
- WITTCOFF, H.A. 1985, "Productos químicos orgánicos industriales". Limusa. México.