

62

25



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE QUIMICA

---

TRABAJO ESCRITO VIA EDUCACION CONTINUA  
PROPUESTA PARA LA INTEGRACION TEMATICA DE LOS  
CURSOS BASICOS DE QUIMICA EN EL CCH

INGENIERA QUIMICA  
SILVIA ELISA LOPEZ Y LOPEZ



MEXICO, D. F. MARZO DE 1994

TECIS CON  
FALLA DE ORIGEN



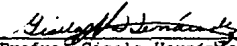

## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

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

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

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



Jurado asignado	
Presidente	Profr. Ignacio Rodríguez Robles
Vocal	Profra. Cristina Rueda Alvarado
Secretario	Profra. Gisela Hernández Millán
1er. Suplente.	Profra. Elizabeth Nieto Calleja
2do. Suplente	Profr. Horacio García Fernández
Sitio donde se desarrolló el tema: Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Vallejo.	
 Profra. Gisela Hernández Millán Asesora del tema	
 Silvia Elisa López y López Sustentante	

**A mis padres  
Luis Octavio y Alicia:**

Porque este trabajo es también un logro de ellos, ya que es el reflejo de la dedicación y el amor con los que ellos me han guiado en la vida.

**A mis hermanos  
Luis Octavio, Diana Alicia,  
Enrique Ulises, Héctor  
Alexandro y Ana Carolina**

**Quienes han sido en todo momento mis mejores amigos.**

**A ti Gualberto**

**Por que me has brindado tu apoyo en todo momento y me has entregado tu cariño que es el más grande de mis tesoros.**

## INDICE

PREFACIO.....	1
CAPITULO I EL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES ANTECEDENTES Y SITUACION ACTUAL	
1. El proyecto del Colegio de Ciencias y Humanidades	
1.1. La creación del Colegio de Ciencias y Humanidades.....	4
1.2. El Plan de Estudios del bachillerato del C.C.H.....	6
1.3. La metodología en el C.C.H.....	8
1.4. Las áreas y su relación en la formación del alumno.....	9
1.5. El Area de Ciencias Experimentales.....	11
2. La actualidad del Colegio de Ciencias y Humanidades.....	13
CAPITULO II EDUCACION Y QUIMICA	
1. La educación en ciencias	
1.1. Panorámica de la enseñanza de las ciencias y de la Química en particular.....	20
1.2. Tendencias actuales en torno a la educación química.....	24
2. La Química en el Colegio de Ciencias y Humanidades.....	30
2.1. La enseñanza en el curso de Química I en el C.C.H.....	32
2.2. El programa para los cursos básicos de química en el marco de la revisión curricular del C.C.H.....	39
3. Marco teórico en torno a cómo se aprende	
3.1. El proceso de construcción del conocimiento.....	51
3.2. La construcción del conocimiento en el proceso de aprendizaje escolar.....	55
CAPITULO III PROPUESTA TEMATICA PARA EL CURSO DE QUIMICA I	
1. Introducción.....	61
2. Hacia una estructura de la Química y del temario de Química I.....	63
3. Descripción del desarrollo conceptual de las unidades....	68
4. Planteamiento metodológico.....	73
5. Descripción de actividades.....	75
CONCLUSIONES.....	79
Notas.....	83
BIBLIOGRAFIA.....	90

## PREFACIO

Al crearse el Colegio de Ciencias y humanidades se pensó que éste sería una institución innovadora tanto por la forma en que se organizó su plan de estudios como por la metodología educativa que se desarrollaría en sus aulas. Hoy, a 23 años de su creación, se hace necesaria una mirada retrospectiva para determinar lo que se ha logrado y delimitar aquellos aspectos que es necesario mejorar e incluso cambiar.

En mi experiencia docente me he enfrentado a la enseñanza de la Química y he percibido que, a pesar de los esfuerzos por hacerlo adecuadamente, esta disciplina es considerada por los alumnos como difícil y sin ninguna utilidad práctica. Si bien es cierto que les parece llamativa por la "posibilidad de hacer explosiones y experimentos raros", cuando terminan el bachillerato lo único que recuerdan de esa ciencia es que tuvieron que memorizar algunos elementos de la Tabla Periódica y algunas fórmulas.

Ante esto, se ve la necesidad de revalorar la práctica docente para determinar qué es lo que se está haciendo de manera equivocada.

De esta valoración lo primero que viene a la mente es si se están enseñando conocimientos útiles al estudiante, ¿tiene sentido y utilidad todo lo que se les está haciendo "aprender"?

Ahora bien, esta pregunta implica hacer una revisión de los contenidos de los programas de Química, pero aunado a esto, se debe revisar cómo se enseñan esos contenidos; ¿se está haciendo de manera que el alumno realmente asimile esa información, o sólo

se está favoreciendo la repetición?. Finalmente, cabría preguntarse ¿cómo determinar si se han logrado los conocimientos y habilidades que se pretenden?

Cada uno de los cuestionamientos que he planteado han sido una preocupación constante en el Colegio y han dado origen a diversas propuestas tendientes a mejorar la educación química en nuestra institución.

Con este trabajo pretendo iniciar todo un proceso que me lleve a diseñar un curso de Química I que motive al alumno, entre otras cosas, a adquirir una cultura química que le permita tener conciencia de la importancia de esta disciplina en la Naturaleza y la sociedad, y, además, del papel que, como individuo, desempeña en ellas.

Mi interés es hacer una propuesta de contenidos en la que la organización de éstos permita que el conocimiento se vaya dando de manera progresiva, desde las concepciones que posee el alumno, hasta las que son aceptadas por la ciencia actual. Además, intento que esos conocimientos estén planteados de acuerdo al desarrollo histórico de la Química, de modo que, de la misma manera en que el hombre fue modificando sus ideas acerca de la naturaleza, el alumno vaya haciéndolo en el salón de clase. De esta manera, plasmo también algunas ideas que son producto del trabajo que he desarrollado en el salón de clases.

Finalmente, con esta propuesta busco acercar la Química al alumno a través de aspectos que forman parte de su vida cotidiana y de su entorno



En este estudio primero muestro lo que pretendía el Proyecto de Creación del Colegio de Ciencias y Humanidades y después, describo lo que ocurre en la actualidad en el Colegio basándome en un estudio publicado en Cuadernos del Colegio y un poco en la experiencia personal; posteriormente, y a modo de marco de referencia, doy una visión acerca de lo que ha sido la educación en ciencias a nivel mundial y cómo ha influido esto en la enseñanza de la Química.

Después hablo de lo que ha sido la enseñanza en los cursos de Química I en el CCH y las propuestas que se han hecho para mejorarla. Aquí hago una descripción de la propuesta para los cursos básicos de Química, surgida en el marco de la revisión curricular que se está llevando a cabo en el Colegio, con el fin de visualizar cuál es la tendencia oficial actual en torno a la enseñanza en nuestra institución.

Finalmente, describo, en este apartado, en qué consisten las teorías que, a mi modo de ver, explican más claramente el proceso a través del cual el alumno adquiere conocimientos.

Todo lo anterior, me permitirá fundamentar la propuesta temática que propongo al final del trabajo, en la cual menciono lo que pretendo con el curso de Química I. Para esto, primero describo el contenido temático y hago un breve esbozo metodológico. Con ello, intento "poner el primer ladrillo" de lo que será, como dije antes, todo un proceso de investigación en el aula tendiente a hacer un curso de Química acorde con las necesidades e intereses de los alumnos y con la características de la institución.

**CAPITULO I**  
**EL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES**  
**ANTECEDENTES Y SITUACION ACTUAL**

**1. El proyecto del Colegio de Ciencias y Humanidades**

**1.1. La creación del Colegio de Ciencias y Humanidades**

Al inicio de la década de los setentas el país se encontraba en una gran efervescencia política: eran muy recientes los movimientos estudiantiles; la sociedad, aún más inconforme con la situación, ya no daba credibilidad a las estructuras gubernamentales y cuestionaba a la autoridad; por tales motivos se hacía necesario que el gobierno implementara una verdadera apertura democrática.

Por otra parte, la educación se encontraba en crisis pues "los sistemas educativos se hacían inoperantes, los métodos de enseñanza requerían una transformación radical y los planes de estudio se volvían obsoletos"<sup>1</sup>. Se agudizaron los problemas de deserción escolar al mismo tiempo que se incrementó la demanda social por una educación para todos los sectores de la población.

Por tal razón, la reforma educativa que se implantó en esa época buscaba resolver estos problemas, además de implantar en el sistema de enseñanza una educación "crítica y científica"<sup>2</sup>.

El Colegio de Ciencias y Humanidades surgió entonces como un sistema innovador que pretendía resolver los problemas de demanda

de educación, renovar los métodos pedagógicos y las estructuras del sistema, además de capacitar a los alumnos para satisfacer las demandas que requería el país y dar cabida en la docencia a los jóvenes que habían participado en el movimiento estudiantil del "68" y que habían puesto en tela de juicio el sistema político mexicano<sup>3</sup>.

La propuesta del Colegio de Ciencias y Humanidades planteó un sistema que abarcaba el bachillerato (con opción a una formación técnica), la licenciatura y el posgrado. En estos tres niveles se pretendía preparar a los jóvenes para cursar estudios que vincularan las ciencias, las humanidades y la técnica.

El sistema del Colegio debía ser flexible, de tal manera que permitiera la adecuación del mismo a los cambios y necesidades de la Universidad y del país; sus métodos de enseñanza debían también ser flexibles para que los egresados de todos los niveles pudieran adaptarse al mundo cambiante y a los avances de las ciencias y las humanidades.

Igualmente, el Colegio pretendía ser un órgano permanente de innovación dentro y fuera de la Universidad, así como favorecer la interdisciplina entre los individuos y organismos de la misma, además de promover el mejor aprovechamiento de sus recursos.

Para 1971 abrieron sus puertas los primeros planteles del nivel bachillerato, al cual se le dio un fuerte impulso debido a la gran demanda de este nivel.

En este ciclo se intentaba capacitar al estudiante para seguir distintas alternativas: continuar con estudios

profesionales en cualquier campo de su interés o incorporarse lo más pronto posible al mercado de trabajo a través de actividades de carácter técnico.

Para esto se buscó una formación polivalente por medio de una enseñanza interdisciplinaria pero sobre todo que cumpliera "con una educación que considerara el desarrollo integral del educando, su realización en el campo individual y su cumplimiento satisfactorio como parte de la sociedad"<sup>4</sup>.

En suma, el egresado del bachillerto del Colegio de Ciencias y Humanidades debía ser capaz de adquirir y ordenar información y conocimientos, pudiendo llevar a cabo reflexiones y análisis metódicos que le permitieran ir construyendo sus propios conocimientos y asumir una actitud crítica ante la realidad.

Al respecto, en las "Reglas y criterios de aplicación del Plan de Estudios"<sup>5</sup> claramente se dice que "se buscará que al final de su formación [el alumno] sepa aprender, sepa informarse y estudiar sobre materias que aún ignora... sin pretender que la Unidad [Académica del Ciclo de Bachillerato] le dé una cultura enciclopédica, sino los métodos y técnicas necesarios y el hábito de aplicarlos a problemas concretos y de adquirir nuevos conocimientos."

## 1.2. El Plan de Estudios del bachillerato del C.C.H.

La formación integral del estudiante estuvo planteada desde el inicio como el producto del trabajo interdisciplinario en el que intervinieran los dos grandes campos del conocimiento

universal: las ciencias y las humanidades. Para unirlos, se planteó la necesidad de un instrumental metodológico que permitiera la adquisición de conocimientos tanto en el terreno científico universal como en lo social, es decir, los métodos experimental e histórico-social, auxiliándose de un campo interpretativo que permitiera la comunicación y transmisión de los conocimientos a través del lenguaje español y matemático.

A partir de estos planteamientos se podían visualizar los cuatro pilares que sustentarian la enseñanza en el Colegio: los dos métodos y los dos lenguajes, mismos que darían origen a las áreas académicas que agruparían a las disciplinas que se caracterizan por tener como eje integrador a alguno de estos pilares. Estas estructuras deberían favorecer, como ya se dijo antes, el aprendizaje integral al vincularse unas disciplinas con otras a través de su interrelación.

En la búsqueda de la interdisciplina fueron cuatro las Facultades responsables de dar origen a la organización académica del bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades; así, "de las facultades de Ciencias y Filosofía surgieron la enseñanza de las matemáticas, la física, la biología, la historia y el español; de la facultad de Química surgió primordialmente la enseñanza de la química; de la facultad de Ciencias Políticas y Sociales surge la enseñanza del Método Histórico-Social aplicado a los fenómenos de la sociedad contemporánea y a los estudios prospectivos de la sociedad en pleno cambio".<sup>6</sup>

Todas estas disciplinas se organizaron en el Plan de Estudios de tal manera que en los primeros tres semestres se

hiciera énfasis en la forma de conocer la naturaleza y la sociedad y en la formalización del lenguaje español y matemático. El cuarto semestre sería la síntesis racional de los tres anteriores y el quinto y sexto semestres se ocuparían de la comprobación del dominio de los conocimientos, de su aplicación en campos específicos y de la capacitación propedéutica.

Las asignaturas que se obtuvieron a partir de estas disciplinas se organizaron en el plan de estudios de modo que se debían cursar 20 asignaturas obligatorias en los cuatro primeros semestres, habiendo 44 asignaturas en quinto y sexto semestres con las que se podrían hacer combinaciones para que el alumno cursara en total 32. También, se hizo obligatoria la acreditación de un idioma extranjero, ya sea inglés o francés.

Durante los primeros cuatro semestres el alumno tendría 17 horas-clase semanales y durante los dos últimos aumentarían a 20.

Además de las asignaturas contempladas en el plan de estudios, el alumno podría optar fuera del currículo por actividades artísticas, culturales o recreativas. También tendría la posibilidad de ingresar a una Opción Técnica que lo capacitase para el campo de trabajo otorgándole un título de Técnico en alguna especialidad.

### 1.3. La metodología en el C.C.H.

A través del Plan de Estudios del bachillerato del CCH se pretende adiestrar al estudiante en los métodos y técnicas que le permitan ser actor en el proceso de su aprendizaje, esto es, que

sea capaz de investigar, experimentar y cuestionar para allegarse los conocimientos. En pocas palabras, que adquiriera la habilidad de "aprender a aprender".

Esto implica que el profesor, más que ser un transmisor de conocimientos, debe ser un orientador y guía que vaya proporcionando al estudiante los elementos para que construya su aprendizaje. Asimismo, se intenta que el maestro asuma el papel de estudiante, que aprende con el continuo trabajo en las aulas, que modifica cada vez sus técnicas y busca nuevos elementos de actualización.

Todo esto sólo podrá hacerse posible a través de una metodología que haga a un lado el "enciclopedismo" la memorización y la reproducción tradicionalistas, para convertir a maestros y alumnos en sujetos activos que no sólo memoricen conocimientos, sino que sean transformadores de su propia cultura.

Para lograr esto en el Colegio se propuso el método que va de lo particular a lo general y de lo concreto a lo abstracto: el método inductivo<sup>7</sup>.

#### 1.4. Las áreas y su relación en la formación del alumno

Como se mencionó con anterioridad, las áreas son las estructuras curriculares que agrupan disciplinas afines por tener como eje integrador alguno de los cuatro pilares del Colegio: el Método Experimental, el Método Histórico-Social, el lenguaje

simbólico de las Matemáticas y el Español.

Las Areas "persiguen principalmente la formación del estudiante mediante la adquisición de hábitos, aptitudes, destrezas y habilidades, pero sin descuidar el aspecto informativo asociado a la adquisición de conocimientos"<sup>8</sup>. Por medio de las áreas se trata de conformar la cultura del estudiante, la cual le hará confrontar sus ideas con la realidad para enfrentarla con una actitud crítica y transformadora; cada una de ellas le aportan al alumno, a través de sus asignaturas, los elementos que al integrarse unos con otros le permitirán lograr esa confrontación.

Así, el Area de Matemáticas le permitirá la abstracción de los problemas mediante un lenguaje simbólico que pueda manejarse para observar interacciones entre los elementos y obtener conclusiones.

El Area de Talleres del Lenguaje fomentará el dominio de los diversos tipos de lenguaje al comprenderlos como medios de comunicación a través de sus respectivas reglas de utilización.

El Area de Análisis Histórico-Social busca la explicación científica de la Historia, el conocimiento de los fenómenos sociales y la comprensión del proceso de desarrollo de la humanidad.

El Area de Ciencias Experimentales busca conocer y comprender la Naturaleza a través de la asimilación del Método Experimental, conociendo sus aplicaciones en distintos campos para poder analizar algunos fenómenos o buscar posibles soluciones a problemas que atañen al entorno natural.



Así, dentro de las habilidades que el alumno debería desarrollar se encuentran: el saber buscar y sistematizar información en diferentes medios; saber emplear material de laboratorio y material bibliográfico, hemerográfico, etc., ser capaz de trabajar en equipo, de organizar sus conocimientos para crear hipótesis o ideas originales y, en general, ser capaz de construir su aprendizaje.

Los conocimientos del estudiante deben proporcionarle una idea clara de los ámbitos de estudio de las ciencias, la relación de algunas de ellas con el desarrollo tecnológico y la modificación del entorno, conocer su contexto social, político, económico, cultural e histórico. Asimismo, el educando podrá ser consciente de las diversas manifestaciones del arte.

En cuanto a las actitudes y valores, se espera que el alumno sea responsable en su trabajo, sea reflexivo y crítico, tenga respeto hacia sí mismo y los demás, que sea creativo y activo, con hábitos de observación, análisis y síntesis. Todo esto para hacer de él un individuo útil para la sociedad.

### 1.5. El Area de Ciencias Experimentales

Sin hacer a un lado la importancia de la actitud humanística, ciertos autores consideran a la cultura universitaria como "una cultura de carácter científico, donde la conciencia es la metódica y rigurosa sistematización de la experiencia con miras a su transferencia a partir de la

predictibilidad"<sup>9</sup>. De esta manera dan importancia a la posibilidad de predecir los sucesos reales partiendo del conocimiento de las manifestaciones de los fenómenos.

Por otra parte, estos mismos autores afirman que "las Ciencias Naturales y las matemáticas buscan destacar el valor del pensamiento racional y la importancia de la libertad del mismo; ponen en duda la veracidad de las afirmaciones absolutas".<sup>10</sup>

Con esto último, reconocen la trascendencia de las Ciencias Naturales como disciplinas con un fuerte carácter formativo, ya que llevan a la búsqueda de explicaciones racionales basadas en la constante evolución de las ideas, mismas que cambian por el estudio sistemático y metódico.

Precisamente a través del Area de Ciencias experimentales se intenta proporcionar al estudiante una Metodología Científica, la cual se constituirá en un elemento de la cultura del bachiller que le aportará las herramientas necesarias para conocer, comprender y transformar a la Naturaleza y al hombre como ser biológico y psicológico.

En esta área se hace énfasis en el conocimiento y aplicación del Método Experimental<sup>11</sup> para la comprensión de los fenómenos físicos, químicos, biológicos, de la salud y psicológicos, de tal modo que el alumno obtenga una visión general del comportamiento de la Naturaleza.

De igual forma, en esta Area se da importancia al conocimiento de técnicas de investigación experimental, de modo que el alumno pueda plantear soluciones a problemas específicos, a fin de que adquiera una forma diferente de analizar las cosas,

que vea la necesidad de una metodología de investigación que le permita adquirir e interpretar información que lo lleve a la resolución de problemas específicos, que aprenda a cuestionar a la naturaleza y desarrolle su pensamiento abstracto al buscar explicaciones racionales por medio de modelos, diseños experimentales, etc.

Primordialmente, se aspira a que el estudiante desarrolle su capacidad de observación y de análisis y síntesis; que sea capaz de buscar relaciones con las otras disciplinas al hacer uso, por ejemplo, de herramientas matemáticas, como gráficas, fórmulas, etc.; o de métodos de investigación documental para buscar información.

## **2. La actualidad del Colegio de Ciencias y Humanidades**

Como hemos señalado con anterioridad (vid pp. 4-6), el Colegio de Ciencias y Humanidades fue diseñado originalmente como un sistema innovador.

Es innovador porque desde un principio se buscó la globalización del conocimiento al integrar las ciencias, las humanidades y las técnicas; al tratar de fomentar la interdisciplina se quiso evitar la fragmentación que se había dado por mucho tiempo en la transmisión del conocimiento.

Asimismo, se buscó modificar los métodos de enseñanza de modo tal que el alumno fuera participe de su propio aprendizaje, evitando así la memorización y el enciclopedismo; en esta

metodología el profesor debería modificar su papel de simple transmisor de conocimientos al de orientador y guía.

Igualmente, el Colegio también se consideró innovador porque se buscó hacer a un lado esa tradicional concepción dogmática en la educación de la ciencia para darle así un carácter dinámico de conocimiento en constante evolución.

Todas estas características deberían verse reflejadas en las actitudes que los egresados manifestaran hacia el conocimiento y hacia la sociedad en general, ya que serían el producto de un proceso de formación que se gestaría en las aulas del Colegio; correspondió a las nuevas plantas administrativa y docente buscar la manera de operativizar todo lo que el proyecto del CCH planteaba y, debido a que no había un modelo precedente en el cual apoyarse, muchas cosas fueron implementadas de acuerdo al conocimiento, la buena fe y la experiencia anterior de los miembros del Colegio.

En cuanto a la docencia, he de señalar que la mayoría de los profesores que ingresaron en 1971 eran muy jóvenes y muchos aún eran estudiantes, muy pocos tenían formación en el campo de la educación; tenían que aprender a aplicar una metodología contraria a la tradicionalista que era la que ellos mismos recibían y a la cual estaban acostumbrados; tenían prácticamente que diseñar los cursos que iban a impartir basándose en unos nuevos lineamientos muy generales que no les indicaban claramente, qué y cómo hacerlo.

Así, aquellos principios que sirvieron de base para la

creación del bachillerato del Colegio fueron interpretados de muy diversas maneras

Ahora bien, es conveniente señalar de manera puntual lo que ha ocurrido con la práctica docente en el CCH<sup>12</sup>.

Uno de los problemas que se ha venido dando a lo largo de la historia del CCH es el relativo a los programas de estudio. Desde el principio los profesores han trabajado diseñando programas que proporcionen la formación e información que se desea para el bachiller del Colegio, sin embargo, lo han hecho de acuerdo a una interpretación muy personal de los principios de nuestra institución, lo cual se refleja sobre todo en la no existencia de criterios comunes que permitan la unificación para todos los planteles en cuanto a los contenidos mínimos de las materias, el enfoque de éstas y su vinculación con otros cursos y asignaturas.

Dentro de los enfoques que se han manejado en torno a la enseñanza ha habido varias tendencias: la filosófica-metodológica, la teórico-informativa, la teórico-formativa y la pragmática-empirista.

De estas tendencias, la que más se repite es la teórico-informativa, aún cuando es contraria a los postulados del Colegio pues centra el interés en el conocimiento de conceptos incrustados en un aparato metodológico; se enfatiza la cultura del especialista y se desvinculan las diversas disciplinas<sup>13</sup>. Este aspecto se ve reflejado en los programas, ya que la extensión de sus contenidos manifiesta el predominio de lo informativo sobre lo formativo.

Por otra parte, como modalidades de metodología de enseñanza, dependiendo del área, parecen imperar la expositiva y la seminarista. En la primera, el maestro es el que desarrolla los temas y el alumno sólo escucha, y en la segunda los estudiantes trabajan por equipos y se responsabilizan de desarrollar un tema ante el grupo. Esta última podría ser la más formativa, sin embargo, se cae en el extremo de transferir la docencia al alumno y el maestro sólo escucha sin ninguna intervención más que la de asentar una calificación.

Aún cuando éstas parecen ser las prácticas más comunes, no podemos olvidar que un buen número de maestros fomenta el trabajo activo-grupal, en el cual los temas se desarrollan por medio de discusiones en equipo o en todo el grupo y se favorece una construcción progresiva del conocimiento todo esto está más acorde con los planteamientos de creación del Colegio.

Sin embargo, en la materia de Química muchos maestros tienden, según he observado, a emplear un método mayormente expositivo.

Dentro de los aspectos metodológicos deseables en el Colegio se menciona a la interdisciplina, misma que debería favorecerse en cada asignatura para evitar la fragmentación de los conocimientos y así fomentar la búsqueda de formas de interrelacionar una asignatura con otra; de modo que el alumno llegue a establecer la universalidad del conocimiento.

Otro aspecto que determina significativamente el estado de la docencia es el estudiante, pues la finalidad del bachillerato

es la de "prepararlos para la vida, para desempeñar mejor las funciones que les asignen en la sociedad y en el país"<sup>14</sup>. A través de los egresados del CCH es como se podría establecer qué es lo que ellos logran durante su estancia en él. Desafortunadamente sólo ha sido posible hacer seguimiento de aquéllos que continúan una carrera profesional, mismos que representan menos del 50% de la población que egresa<sup>15</sup>.

Los estudios que se han hecho a este respecto en las facultades y escuelas superiores se centran principalmente en aspectos informativos, y en general, se habla de una mala preparación de los alumnos que egresan de nuestra institución. A pesar de esto, en un estudio exploratorio que se realizó con egresados del CCH que cursaban su primer año de estudios profesionales, en diversas escuelas y facultades de la UNAM, gran parte de ellos "valoraron como buena la formación que les brindó el Colegio en cuanto a su utilidad para los estudios de licenciatura"<sup>16</sup>. En este mismo ensayo se menciona que los alumnos "se sienten bien y/o muy bien al hablar en público, asisten a la biblioteca y estudian fuera del horario de clases por lo menos una vez a la semana; consultan dos o tres fuentes en la elaboración de sus trabajos, consideran que el CCH les ayudó a desarrollar el hábito de la lectura"<sup>17</sup>. Asimismo, en este estudio se dice que los estudiantes, en general se interesan por los procesos políticos que ocurren en la Universidad y en el país y que han desarrollado la habilidad para estudiar e investigar por cuenta propia.

Finalmente, cabe hacer una reflexión acerca de las

condiciones institucionales del trabajo docente, mismas que en gran medida determinan el desempeño que cada profesor tenga en su aula.

Es conveniente hablar, como primer punto, acerca de la formación docente; ya se ha mencionado que los profesores que ingresaron en los inicios del Colegio carecían de una formación en ese terreno y en la actualidad aún no existe un programa que permita resolver ese problema con los maestros de reciente ingreso y aprovechar la experiencia de los que ya tienen antigüedad. De hecho, no existe un programa permanente de formación de profesores. Es necesario, entonces, diseñar uno que permita la actualización y el desarrollo en la disciplina correspondiente, aunada al conocimiento de las ciencias de la educación. Es importante también abrir los espacios necesarios a fin de que los maestros se organicen para el trabajo colectivo, sin que esto los obligue a descuidar su labor en el salón de clase.

Otro aspecto es la carga laboral; de acuerdo con el proyecto del Colegio, los grupos deberían tener un número de alumnos que le permitiera al profesor interactuar con ellos, conocerlos y revisar con cuidado los trabajos que ellos realizaran. Pero, lo que realmente ocurre es que un maestro tiene muchos grupos con un gran número de alumnos, lo cual es incongruente con el planteamiento de trabajar en seminarios y en talleres, pues el maestro no puede dedicar la atención debida a cada educando, lo que ocasiona que tenga una formación deficiente. Además, el docente (sobretudo de asignatura) no cuenta con tiempo remunerado



para que pueda realizar otros trabajos relativos a su labor como la búsqueda de materiales y métodos para su trabajo en el aula, la revisión y evaluación de los trabajos de sus alumnos, la formación profesional en la actividad que realiza, la investigación docente, etcétera.

También, la pérdida del poder adquisitivo del salario del profesor ha originado que muchos de ellos devalúen y descuiden su trabajo, obligándolos a buscar otras fuentes de ingreso fuera de la docencia.

Además, es importante mencionar que algunos de los cambios que han ocurrido en la docencia en el CCH son consecuencia directa de las políticas de contratación, superación y permanencia académica que se han dado en la institución.<sup>18</sup>

Hay entonces muchos factores que han influido para que la educación impartida en el bachillerato del CCH no esté acorde con el ideal que se planteó en el proyecto original; no obstante ello, creo que, aún con sus deficiencias, ha sido un modelo diferente que ha permitido el desarrollo de muchos individuos con gran capacidad para la reflexión y el cambio aún a pesar de las deficiencias que se manifiestan en los docentes.

Por último, consideramos que uno de los aspectos que le ha dado riqueza al trabajo en el Colegio es su flexibilidad, la cual se refleja en la formación polivalente<sup>19</sup> del alumno, en la pluralidad de pensamiento en los distintos sectores de su población y en la posibilidad de renovación constante.

## CAPITULO II LA EDUCACION QUIMICA

### 1. La educación en ciencias

#### 1.1 Panorama acerca de la enseñanza de la ciencia, y de la Química en particular

En la actualidad la ciencia se ha convertido para los individuos, tanto en "la gran benefactora" como en "la gran villana". Todo el mundo disfruta de los beneficios del desarrollo científico-tecnológico, pero, al mismo tiempo, injustamente considera a los científicos como los culpables de los grandes males de la actual civilización: la destrucción ecológica, el desarrollo armamentista y las modernas enfermedades como el cáncer y el SIDA.

En relación con esto último, me parece que en el hombre no hay una conciencia del papel que, como ser social, desempeña en las relaciones con su entorno físico, ni en el compromiso que entraña el formar parte de todo un sistema. Por ello, la responsabilidad de lo que pase en el mundo no es exclusiva de los científicos, sino también de quienes están el poder y de la sociedad en general.

Por otra parte, los medios de comunicación masivos contribuyen a formar una imagen de los hombres de ciencia como seres excéntricos, que pasan la vida encerrados en un laboratorio mezclando sustancias. Se ha creado la imagen de que tales

personas son completamente antisociales e incluso misántropos.

La escuela también juega un importante papel en la visión que los jóvenes tienen acerca de la ciencia, ya que se les presenta "como un conjunto de verdades acabadas, inmutables y como las únicas posibles; ignorando el proceso de creación de las ideas científicas, como si los conceptos surgieran de la nada, como si no hubiera problemas, sólomente soluciones"<sup>1</sup>.

Otro aspecto que cabe mencionar es que durante las clases de ciencia se sumerge a los alumnos en un mundo lleno de abstracciones y fórmulas, en la memorización de hechos científicos, definiciones conceptuales, clasificaciones taxonómicas y nomenclatura especializada, etc. Todo esto carece de sentido práctico para el alumno, quien al no encontrar una relación entre lo que estudia y lo que experimenta en su vida diaria, percibe a la ciencia como algo incomprensible y, además, inútil.

Ante esto no debe extrañarnos que sólo el 4% de los egresados de bachillerato estudien una carrera del área de las ciencias naturales y que en México exista un científico por cada 1500 habitantes, mientras que en Estados Unidos existe uno por cada 540 habitantes<sup>2</sup>. Tales cifras nos ayudan a comprender la limitación del avance científico-tecnológico en algunos países.

En general, se puede decir que la falta de una cultura científica y de una difusión adecuada de la ciencia han favorecido la creación de una serie de ideas acerca de esta última contrarias a la realidad.

De vital importancia resulta entonces el papel que juega la escuela, la cual, por su manera de enseñar ciencia, determina el gusto o aversión hacia las cuestiones científicas.

Ahora bien, la Química es una ciencia, que entre todas las demás parece ser la más "perjudicial" de todas, puesto que se le atribuye la responsabilidad directa de la contaminación y de la fabricación de bombas. Así, por ejemplo, se piensa que las sustancias químicas no son "naturales" y que por lo tanto son productos que estarían en contra de la vida.

La población del mundo en general, no percibe que la Química no es la responsable de los daños ecológicos ni de los efectos de las guerras, sino que es el uso irresponsable e inconsciente que se ha hecho de ella lo que ha causado tantos males. Gran parte de éstos son consecuencia de decisiones de políticos y administradores que desconocen la química. Puedo asegurar que el uso adecuado de esta ciencia está orientado a ayudar a resolver los grandes problemas de la civilización como la crisis energética, la falta de alimentos, la salud y la contaminación.

Por otra parte, en el caso concreto de los estudiantes de nivel medio y medio superior, se ve a la Química como una serie de pasos que hay que seguir para hacer las cosas y como un conjunto de conceptos abstractos sin ninguna utilidad para la vida cotidiana. Lo tradicional en este nivel de enseñanza es que los alumnos tengan que aprenderse todos los símbolos y elementos de la Tabla Periódica y conocer los diversos modelos atómicos.

Asimismo, los estudiantes perciben a la Química como algo "mágico" ya que en los cursos normales sólo se hacen las prácticas mediante "recetas" que muchas veces ni siquiera realizan personalmente sino que, o ven al maestro hacerlas o siguen fielmente lo que él les indica; observan cambios espectaculares pero sin que haya una discusión grupal que les permita tratar de explicar lo que ocurrió.

En particular se puede resumir la problemática de la enseñanza de la Química en los siguientes aspectos:

- 1) Los programas de estudio son demasiado extensos y cargados de contenidos conceptuales. Esto ha ocasionado que los alumnos se vean obligados a memorizar una serie de definiciones, conceptos y fórmulas que para ellos no tienen significado; esto ocupa demasiado tiempo, lo que no permite que el alumno llegue a percibir la importancia y belleza de la Química, así como sus posibles aplicaciones a nivel social.
- 2) Los contenidos de "los cursos de química general hacen mucho énfasis en fisicoquímica olvidando química orgánica e inorgánica y más aún la química del entorno"<sup>3</sup>. Inclusive, dichos contenidos se encuentran desligados de la realidad y con un carácter orientado hacia lo propedéutico, olvidándose de que muy pocos jóvenes van hacia carreras del ámbito de la química. Es muy común que el 90% de los estudiantes de química general no vayan a seguir una carrera del área<sup>4</sup>.
- 3) Se ha perdido el carácter experimental de la Química; por lo general, se han reducido los cursos a clases teóricas y las sesiones de laboratorio se han vuelto comprobaciones de la

teoría sin que se favorezca con ello a la reflexión.

- 4) Los profesores no cuentan con la preparación adecuada en lo tocante a la actualización de conocimientos en la disciplina, así como en aspectos de las ciencias de la educación; además, es un hecho innegable que la docencia está socialmente devaluada, mal remunerada y no hay expectativas de desarrollo profesional, lo que crea en los profesores una falta de interés por hacer cada día mejor su práctica docente.

Todos los problemas con respecto a la educación que aquí se han mencionado, no son un hecho aislado ya que han sido señalados con anterioridad por profesores y científicos de diversas instituciones de todo el mundo, quienes se han preocupado por hallar soluciones que permitan acercar la ciencia a los estudiantes de diferentes niveles, de modo tal que en un futuro éstos puedan convertirse en individuos con una cultura científica que les permita ser conscientes de su entorno y de su responsabilidad hacia con él.

#### 1.2. Tendencias actuales en torno a la enseñanza de la Química

Para poder establecer cuáles serían las alternativas de solución para mejorar la enseñanza de la química, es importante tener claro el porqué y para qué queremos enseñarla.

La Química es la ciencia que, como dice Horacio García<sup>5</sup>, se encuentra "en el centro del conocimiento, ya sea para transformar

los recursos estratégicos en las máquinas que garanticen el poder, o para resolver gran parte de las necesidades de las grandes mayorías". Es la ciencia la que puede favorecer el desarrollo de un país a través del impulso a las industrias de la transformación, del aprovechamiento adecuado de los recursos naturales y del mejoramiento de la vida de los habitantes. Para México, por ejemplo, es una prioridad el contar con recursos humanos calificados y favorecer el desarrollo de tecnología propia, pero también es necesario que la población asuma su responsabilidad para con su medio físico para lo cual necesita conocerlo y comprender cómo le afectan las actividades que en él se realizan.

En general, se necesita que cada individuo posea una "cultura química" que le permita participar en la solución de problemas de su entorno físico y social.

Es claro, entonces, que los diferentes niveles educativos deben favorecer entre los estudiantes la adquisición de ciertas habilidades y actitudes y proporcionarles los conocimientos que les permitan acceder a esa comprensión de su medio. En el bachillerato, los jóvenes se preparan o bien para continuar estudios profesionales o para incorporarse al aparato productivo. Es por ello que al final de este ciclo se espera contar con individuos que, entre otras cosas, sean capaces de comprender la relación entre la ciencia y el desarrollo social y posean los elementos que les permitan la comprensión de los fenómenos que involucran a las ciencias naturales.

Así, en particular, los cursos de Química General que se imparten en los distintos planteles de educación media superior, no se deben limitar a proporcionar los conocimientos específicos sobre la Química, sino a enfatizar la importancia de ellos en el ámbito social, "un curso de Química General debería despertar la curiosidad, implantar el conocimiento y cultivar el razonamiento. [...] Ayudar a los estudiantes a entender la relación estrecha entre la ciencia y las decisiones de carácter social"<sup>6</sup>.

Estas características acerca de la enseñanza de la Química, y en general de las ciencias, no son nuevas, tuvieron su origen en la preocupación que surgió en relación con el divorcio que había entre los métodos tradicionales de enseñanza de las ciencias naturales y las necesidades del aparato productivo en los diversos países, sobre todo, los industrializados<sup>7</sup>.

En 1959 se llevó a cabo el primer movimiento mundial sobre la renovación de la enseñanza de las ciencias naturales: la Conferencia de Woods Hole en Estados Unidos. En ella se planteó que la enseñanza debía sustentarse en el método y los procedimientos para investigar y que debía eliminarse la idea de ciencia como mera información. A esta tendencia se le denominó "aprender ciencia haciendo ciencia"<sup>8</sup>.

De esta conferencia surgió una serie de lineamientos que dio origen a la búsqueda de metodologías que se adaptaran a los siguientes ejes directivos:

"1) Destacar la importancia de la metodología científica, además de los conceptos de la ciencia.



- 2) Enseñar la naturaleza y la estructura de las disciplinas más que los contenidos aislados de las mismas.
- 3) Centrar el currículo en el alumno para que pase de ser el receptor de contenidos a ser el actor del proceso a través de su relación directa con los fenómenos naturales de los cuales debe descubrir los conceptos y leyes generales.
- 4) Ubicar al maestro como guía del proceso de enseñanza-aprendizaje, en vez de ser portador de información".<sup>8</sup>

Con la idea de centrar el currículo en el alumno surgió una serie de posiciones respecto a las corrientes que debían sustentar la enseñanza de las ciencias naturales, siendo las más sobresalientes las constructivistas.

Esta tendencia de "aprender ciencia haciendo ciencia" se vio reflejada en la Química con el surgimiento de tres estudios<sup>10</sup> que trataban de abolir el carácter descriptivo e inconexo que se había venido manejando en los llamados "Tratados de Química" que tuvieron auge entre los 40's y los 50's.

En estos estudios innovadores los autores seleccionaron una serie de temas considerados como centrales en el estudio de la Química: los llamados "Principios de Química"; que se pueden sintetizar en lo siguiente:

- Estructura atómica,
- valencia y estructura molecular,
- teoría cinética de los gases,
- equilibrio químico (ácido-base y óxido-reducción),
- termodinámica, y

- cinética química.

Partiendo del lineamiento antes mencionado que se refiere al descubrimiento de los conceptos y leyes generales a partir del contacto con los fenómenos naturales, estos investigadores incorporaron la experimentación enfocada hacia la observación<sup>11</sup> de los fenómenos químicos, haciendo a un lado la cuantificación<sup>12</sup> o el simple registro de datos.

En la década de los 70's se desarrolló otra tendencia en torno a la enseñanza de las ciencias naturales, no muy alejada de la anterior, pero que trató de involucrar el carácter interdisciplinario de la ciencia. En esta posición se consideraba que la ciencia no debía enseñarse de manera parcializada, sino "como un conjunto de conocimientos, métodos y concepciones integradas"<sup>13</sup>; se daba prioridad a los contenidos comunes de varias disciplinas.

Esta tendencia fue difundida por la UNESCO, la UNICEF y el Comité sobre la Enseñanza de la Ciencia del Consejo Internacional de Uniones Científicas (ICSU). En México tuvo acogida sobre todo en la enseñanza de las ciencias a nivel medio básico.

Sin embargo, los resultados en nuestro país no fueron muy alentadores puesto que en lugar de lograr una integración de las disciplinas se hicieron programas cuyos temas parecían más desligados unos de otros ya que se manejaban mezclados los contenidos de diversas disciplinas pero sin que hubiera una relación entre ellos y que los profesores no eran capaces de integrar debido a su falta de preparación.

Lógicamente, surgieron las correspondientes críticas a las propuestas de los trabajos basados en los principios de Química, de entre ellas hay una que hace énfasis en la inconveniencia de la abstracción requerida para los temas de estructura atómica y molecular, la cual hace, según sus detractores, que este tema sea aburrido y caiga en los esquemas memorísticos que se trataban de eliminar<sup>14</sup>. También se observó que en general no había recursos humanos para la educación, ni recursos físicos ni financieros para la incorporación de innovaciones en la enseñanza experimental y además, los contenidos en el esquema curricular eran poco concretos.

Para finales de los 70's era evidente que las tendencias de la enseñanza de las ciencias no habían traído cambios radicales en lo que a la práctica docente se refiere. Además se dio la coincidencia de que en este tiempo la gente empezó a cuestionar los efectos social de la aplicación de la ciencia (armas nucleares, contaminación, alimentos "Chatarra", el auge del cáncer, etc.).

Por tal razón, se empezó a ver la necesidad de analizar los problemas socialmente relevantes y consecuentemente se inició una búsqueda para transformar o conservar racionalmente el medio natural.

Fue entonces cuando se fomentaron los estudios sobre los efectos de los métodos de aprendizaje y las condiciones en que se llevaba a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje, centrándose las investigaciones en analizar el proceso desde el acontecer cotidiano en el aula, lo cual dio origen a los proyectos de

"Ciencia y sociedad", que no han tenido la difusión, por lo menos en México, que tuvieron los proyectos anteriores. A pesar de esto, en nuestro país ya es conocido uno de ellos: el "Chemistry in the Community (ChemCom)"<sup>15</sup>, que está orientado a la enseñanza de la química a partir de los problemas de la comunidad donde se desarrolló el proyecto<sup>16</sup>, y que demostró, cómo a través de problemas fácilmente observables por los alumnos de un curso, como por ejemplo la contaminación de un lago, se pueden abordar los diversos temas de la Química.

Esta tendencia en la enseñanza de la ciencia a partir de aspectos cotidianos tiene su fundamento en el hecho de que los conocimientos serán más significativos para el alumno en tanto que pueda trasladarlos a su vida diaria y a su medio y que será, por tanto, más fácil despertar su curiosidad y su interés por aprender más; con esto se intenta completar la formación del estudiante, logrando que aprenda a construir sus propios conocimientos.

## **2. La Química en el Colegio de Ciencias y Humanidades**

Como se mencionó con anterioridad (vid p. 12 ), las Ciencias Naturales son elementos de la cultura que tienen un carácter formativo ya que, entre otras cosas, contribuyen para que el alumno asuma una actitud ante el conocimiento y comprensión de su

entorno natural.

Con base en esto, en el Plan de Estudios del Colegio se considera a la Química como una de las disciplinas básicas para que el alumno construya una visión de la realidad desde el punto de vista de las transformaciones químicas; es por ello que debe cursar, de manera obligatoria, una asignatura de esta disciplina en los semestres básicos, específicamente en segundo semestre, pero, además, tiene opción de elegir, para cursar en 5to. y 6to. semestres, las asignaturas de Química II y Química III.

Desde que se creó el Colegio, la Facultad de Química fue de las cuatro facultades encargadas de concretizar el proyecto del mismo en el plan y los programas de estudio. En ese entonces ya se asumía que la química era una de las disciplinas que está directamente relacionada con el desarrollo técnico y económico que se buscaba en el país, debido a que está vinculada con la agricultura, la petroquímica, la minería y la industria textil, entre otras.

En el ámbito de la educación se pensó que esta disciplina favorecía la formación de actitudes de responsabilidad ya que permite conocer la incidencia de ciertos fenómenos químicos en la sociedad (a través de su desarrollo económico y social) y en la Naturaleza (efectos en la salud y el ambiente).

Además, debido a su carácter de ciencia, se considera que la Química también favorece el desarrollo de habilidades para investigar, cuestionar, sistematizar conocimientos y hacer inferencias que le permitan al educando resolver problemas específicos.

Otra de las características que le dan ese carácter

formativo es la de ser una ciencia experimental; esto es, permite acercarla al alumno por medio de fenómenos que pueden ser observados y manipulados por él mismo y que después pueden extrapolarse a situaciones de la vida cotidiana.

En suma, se pretende que a través de la Química se favorezca la adquisición de habilidades para obtener y construir conocimientos en ésta y otras disciplinas afines pues se busca el reconocimiento de la "Química como un proceso en constante evolución, evitando la aceptación de un conocimiento científico acabado"<sup>17</sup>.

#### 2.1. La enseñanza en el curso de Química I en el CCH

Ya se ha hablado acerca de la importancia de la Química como una ciencia que debe formar parte de la cultura del individuo, de su relevancia en el desarrollo de un país y en la enseñanza como una disciplina eminentemente formativa. Precisamente por estas características la química fue incorporada en el plan de estudios del bachillerato del CCH, en uno de los semestres básicos, de modo que el alumno obtuviera, junto con la física y la biología, una visión global acerca de la forma de conocer la Naturaleza.

Según los planteamientos iniciales del proyecto del CCH, el alumno debería ir adentrándose en el conocimiento de la Naturaleza desde diferentes puntos de vista y de manera progresiva.

Primero, tenía que conocerla desde el punto de vista de los fenómenos físicos; posteriormente de los químicos y, finalmente, de los biológicos; todo ello a través de sus efectos en el medio.

El curso de Química debería ser entonces, el enlace entre la Física y la Biología, por lo cual, es lógico que deba haber una continuidad en los tres primeros semestres.

Otro aspecto destacable es que, de acuerdo con el plan de estudios, el alumno tendría opción de elegir Química, lo cual significa que, para muchos alumnos, el curso de Química I del segundo semestre sería lo último que verían en su vida acerca de la química. Por lo tanto, se hace más evidente que este curso debería proporcionar a los alumnos la información básica acerca de ella, para que de esta forma, tenga una idea clara acerca de su campo de estudio y su metodología.

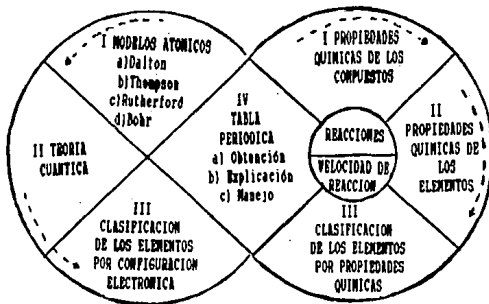
Ahora bien, como ya hemos visto (vid pp. 24-28), en la época en que se creó el Colegio, estaban en pleno auge las tendencias "aprender ciencia haciendo ciencia" y "ciencia integrada" las cuales se asumieron en nuestra institución al igual que los lineamientos planteados a partir de la conferencia de Woods Hole (vid p. 35). Así, en el curso de Química I se tomó como fundamento para el diseño del programa el estudio de la Nuffield Foundation<sup>18</sup>, por lo cual los programas que se realizaron entre 1972 y 1974 tenían la estructura que planteaba dicho proyecto, cuya metodología consistía en que el alumno debería encontrar, por sí mismo y con la guía del profesor, las explicaciones de los fenómenos. De acuerdo con esto, a través de la observación

experimental, el educando debería ser capaz de inferir y llegar a los conceptos del mismo modo en que lo hicieron los hombres que, en la historia, han sido reconocidos como los "grandes precursores de conocimientos".

De esta manera, durante los primeros años de vida del CCH, los profesores diseñaron varios programas<sup>19</sup> en los cuales se manifiesta la búsqueda de enfoques y metodologías acordes con el proyecto del Colegio, pero apegándose, de alguna manera, al modelo Nuffield pero permeada por otras tendencias educativas.

En 1975 se realizó una compilación de los primeros programas<sup>20</sup> en la que se agrupan aspectos que se mencionan con más frecuencia, tales como los objetivos de las materias, enfoques, temas y contenidos.

De este compendio surgió la concepción que en general se tenía acerca del curso de Química I, lo cual refleja claramente la orientación propuesta en estudios como el de la Nuffield Foundation.



Concepción del curso de Química I  
 Compilación de programas, 1975, p.37



De acuerdo con esta visión de la Química el profesor podía abordarla, según su preferencia, a partir de los modelos atómicos o a partir de las propiedades químicas de los compuestos; sin embargo, en 1979 se elaboraron programas<sup>21</sup> que fueron propuestos a la comunidad, dentro de los cuales el de Química I marcaba claramente, como punto de partida, el conocimiento de los modelos atómicos.

Creo que esta tendencia se dio debido a que en el proyecto del Colegio se daba preferencia al estudio partiendo desde lo simple hasta lo complejo, por tal razón, se consideraba que el átomo, por ser el elemento constitutivo de la materia, debería ser el punto de partida.

En este programa también se observa claramente la influencia de los "Principios de Química", pero, además, se incluye lo relativo al manejo del Método Experimental, que es uno de los pilares que sustentan la enseñanza en el CCH. Las unidades que conforman este programa son:

- I El curso y sus aplicaciones
- II La estructura atómica
- III La tabla periódica y la tabla cuántica
- IV Aplicación del método experimental a problemas de enlace y reacción química.

Aún cuando se propuso este programa los profesores siguieron cuestionando la viabilidad de éste, primero en cuanto a la secuencia de los temas y posteriormente, en cuanto al enfoque didáctico.

Algunos programas que se propusieron al inicio de la década

de los 80's centraban más su atención en el alumno, pues observaron que el tema de "teoría atómica" resultaba demasiado abstracto para ellos. Por lo tanto, los profesores presentaron programas en los que se partía de aspectos más fácilmente observables, como por ejemplo, propiedades de la materia y los cambios físicos y químicos<sup>22</sup>. De tal forma, se presentó una concepción de la Química como un producto de la realidad cotidiana del hombre, es decir, una consecuencia del proceso histórico.

Para finales de la década de los 80's, en el Colegio existía una gran cantidad de programas de las materias, por lo que en 1990 la Secretaría de Planeación del CCH<sup>23</sup> decidió realizar un estudio tendiente a determinar el grado de diversidad en los programas.

Como resultado de ese estudio se observó que, en el caso particular de Química I, los contenidos temáticos no eran tan diversos ya que, por lo general, los que se abarcaban eran<sup>24</sup>:

- 1.- Clasificación de los elementos
- 2.- Estructura atómica
- 3.- Enlaces Químicos
- 4.- Introducción a la química
- 5.- Nomenclatura química
- 7.- Reacciones químicas
- 8.- Estequiometría
- 9.- Cinética Química Cualitativa
- 10.- Equilibrio químico y pH

A partir de estos contenidos se puede considerar que se conforman seis temas principales<sup>25</sup>:

- Teoría atómica
- Enlaces químicos
- Tabla periódica
- Nomenclatura química
- Reacciones químicas
- Método científico

que, como podemos observar, correspondían, en parte, a los llamados "Principios de Química" (vid p. 27). A fin de cuentas, lo que provocó la diversidad de los programas de Química I fueron los enfoques tanto teóricos como metodológicos<sup>26</sup>.

En la actualidad se ha buscado dar un giro a la enseñanza de la Química en el CCH. Ahora se busca, además de la adquisición de ciertas habilidades y actitudes (vid p. 33), tener conocimientos de Química relacionados con el contexto en el que vive el alumno y que, por lo tanto, le sean útiles en su vida social e individual y le permitan formar juicios para el mejor aprovechamiento de los recursos de su país<sup>27</sup>.

Con ello, se intenta no limitar los objetivos del curso de Química I al conocimiento de la Naturaleza desde el punto de vista químico y al manejo del método experimental en problemas específicos.

En relación con los contenidos temáticos, se han buscado aquéllos que adentren al estudiante en los elementos de la química a través de situaciones cotidianas; sin embargo, curiosamente, parece que aún las nuevas propuestas de contenidos

caen en la repetición temática; un ejemplo de esto son las propuestas vertidas en el "Encuentro de Profesores de Química del CCH" en las que se presentan los siguientes temas:

Propuesta I<sup>28</sup>

- Mezclas, compuestos y elementos
- Estructura interna de la materia
- Tabla periódica
- Enlaces

Propuesta II<sup>29</sup>

Unidad I La Química

Unidad II Elementos, compuestos y reacciones químicas

Unidad III Química Inorgánica

Unidad IV Química Orgánica

Unidad V Productos químicos en el hogar

Unidad VI Química y ambiente

A simple vista, pareciera que los "Principios de Química" vuelven a aparecer en estas propuestas, sin embargo, en los temas de éstas se observa una búsqueda de una estructura que permita una mayor asimilación de la disciplina por parte del alumno<sup>30</sup>.

En 1989 se había iniciado el proceso de revisión curricular del bachillerato del CCH, que en su última etapa (agosto de 1993) dio como resultado la propuesta de programas para las materias de los semestres básicos con la modificación de éstos. Así, en el caso de Química, se proponen, por ejemplo, la prolongación del curso a dos semestres, utilizando un programa indicativo que trata de rescatar todos esos aspectos que hemos mencionado, y del cual hablaremos más adelante.

En general, considero que el planteamiento de una propuesta temática para el curso de Química I no sólo debe basarse en las características cognoscitivas del estudiante, sino que deben considerar la estructura de la misma disciplina, para poder comprender cuáles son los conceptos que deben servir como ejes ordenadores del conocimiento; como un ejemplo de esto, los profesores del Encuentro antes mencionado, consideran la estructura de la materia y a los cambios físicos y químicos como ejes integradores.

Por otra parte, lo que va a permitir una integración entre los aspectos cognoscitivos del estudiante y los aspectos disciplinarios será la metodología, que es, a fin de cuentas, la que permitirá la operativización de las propuestas. Hasta el momento me he percatado que hay un número importante de profesores, en el área de experimentales que están de acuerdo acuerdo en lo tocante a las formas en la que el alumno aprende<sup>31</sup>; pero, por lo menos en Química I, no hay un acuerdo en cuanto a los conceptos estructurantes de la disciplina ni a la metodología.

## 2.2. El programa para los cursos básicos de Química en el marco de la Revisión curricular del CCH

En agosto de 1993 se dio a conocer la propuesta de modificación de los cuatro primeros semestres para el área de Ciencias Experimentales dentro del plan de estudios del CCH<sup>32</sup>. En donde, además, se presentaron los programas indicativos para las

materias de Física, Química y Biología.

En dicho documento se mencionan los siguientes fundamentos:

I) El proceso de docencia está centrado en el aprendizaje; esto implica que todo lo relativo a las asignaturas y su organización está basada en las características del educando, sustentándose primordialmente en las corrientes constructivistas del aprendizaje y las corrientes de desarrollo de la inteligencia.

II) Se concibe a la Ciencia como proceso, cuya metodología está íntimamente ligada al objeto de conocimiento; se considera, además, que la metodología científica permite la adquisición de los procesos lógicos de pensamiento (deducción, inducción y analogía) por lo que ésta debe darse a lo largo de todos los cursos de ciencias y no sólo en un semestre aislado como ha venido dándose tradicionalmente.

III) Se pretende dar respuesta a las demandas actuales de la sociedad, integrando a) una formación para el trabajo; b) la tecnología, y c) una educación ambiental.

IV) En cuanto a la metodología, "las estrategias de aprendizaje se fundan principalmente en la experimentación y la evolución histórica de los conceptos"<sup>33</sup>.

En esencia, esta propuesta tiene como objetivos que en el bachillerato del CCH:

- a) se eduque en ciencias con un sentido humano, social, propedéutico para la vida y para el ingreso del estudiante a cualquier licenciatura;
- b) se despierte el interés de los educandos por el estudio de las

ciencias; y específicamente conozcan lo relativo al desarrollo científico y tecnológico en nuestro país;

c) los aprendizajes que logre el estudiante sean transferibles a otras asignaturas del plan de estudios, y

d) se vincule el conocimiento con el mundo no escolarizado.<sup>34</sup>

Como se puede constatar, estos planteamientos no son nuevos, sino que se fundamentan en los postulados originales del proyecto del Colegio y en los lineamientos de las tendencias que se han venido dando en la enseñanza de las ciencias (vid pp. 24-30).

Asimismo, en esta propuesta se planteó una modificación del tiempo asignado a la enseñanza de las asignaturas de Física, Química y Biología modificándose ahora con dos semestres en vez de uno. Esta modificación está sustentada en consideraciones que a continuación expondremos<sup>35</sup>:

En primer lugar, la carga de contenidos temáticos y la brevedad de los tiempos disponibles para Física I, Química I y Biología I ha hecho que en estos cursos la atención se centre en el aprendizaje de conceptos, mismos que no son abordados a partir de la metodología de investigación de cada disciplina, sino que se enseñan a modo de definiciones que se deben memorizar.

En segundo, el conocimiento de los principios básicos se ve limitado principalmente por el tiempo asignado a cada una de ellas.

Por otra parte, en la asignatura "Método Experimental: Física, Química y Biología" que se cursa en cuarto semestre, no se ha cumplido con su cometido de integración de las ciencias, debido a que no se ha dado la aplicación de una metodología

científica de investigación enfocada hacia una interdisciplina de varios temas; asimismo, esto se debió, en parte, a las condiciones de trabajo y a los antecedentes académicos de los alumnos.

Igualmente, el bachillerato "debe proporcionar a sus egresados los conocimientos, estrategias y enfoques que le permitan interactuar con el mundo que le rodea de manera responsable y constructiva"<sup>36</sup>.

Y, finalmente, "el bachillerato es la última etapa en la que el estudiante participa en el proceso de construcción de su cultura científica, posteriormente estudiará, si es el caso, a la ciencia con un interés de formación profesional"<sup>37</sup>.

Ahora bien, la organización de las tres disciplinas en los cuatro primeros semestres se basó en la consideración de que el aprendizaje de las ciencias naturales debe ser progresivo, de modo que el estudiante vaya conociendo la Naturaleza desde los aspectos más cercanos a la realidad, desde lo fácilmente observable, hasta llegar a la abstracción, con lo cual podrá plantear modelos matemáticos.

Con estas ideas se propone que durante los dos primeros semestres el alumno curse Química, ya que en esta disciplina los fenómenos son más fácilmente observables y sencillos de reproducir; incluso el manejo de sus conceptos lleva a un constante fluir entre lo concreto y lo abstracto, lo cual favorece el desarrollo del pensamiento formal; sobre todas las cosas, en esta disciplina es más fácil percibir sus aportaciones a la vida cotidiana y al desarrollo tecnológico del país.



De acuerdo, entonces, con los autores de esta propuesta, la Química favorece el desarrollo de la capacidad de observación<sup>38</sup>, la cual será posteriormente muy útil para el aprendizaje de la Física y la Biología, ya que en ellas se requiere una observación "especializada" para el estudio de los fenómenos a través de las "extensiones de los sentidos"<sup>39</sup>, lo que hace que estas ciencias sean menos cercanas al alumno.

En la propuesta de programas indicativos para Química I y Química II<sup>40</sup> se visualiza a la Química como una ciencia experimental que estudia la Naturaleza y que a su vez la transforma, creando un mundo sintético que ha modificado la forma de vida de la sociedad actual, la cual es el medio en el que se desenvuelve el alumno y, por lo tanto, es lo que conoce y lo que puede percibir fácilmente.

El documento también considera que los métodos y técnicas que se emplean en Química para lograr los conocimientos permiten encaminar al estudiante a un tránsito entre el mundo macroscópico -por medio de la experimentación sin instrumentos tan complejos- y el mundo microscópico a través de las explicaciones racionales y modelos que él formula o que se han formulado a lo largo de la historia.

Estas consideraciones son las que dieron origen a este programa integrado por cuatro unidades, dos de las cuales se abarcarán en el curso de Química I y las otras dos en Química II. Las unidades que integran el programa son:

Unidad I Agua: origen y fuente de vida

Unidad II Aire: el mar de gases en el que vivimos

Unidad III Suelo: recurso básico para la producción de alimentos

Unidad IV Química en desarrollo

Estos temas fueron seleccionados pensando en que, por ser aspectos que se vinculan con el entorno del estudiante, lo motivarán para adentrarse en el estudio de la química ya que lo llevarán a formular preguntas y a buscar respuestas a las mismas, interesándose, además, por el estudio del ambiente.

Los tópicos se organizaron considerando el grado de complejidad de los conceptos químicos involucrados y la dificultad para la manipulación en el laboratorio; además, se buscó iniciar con aquellos aspectos más tangibles, como por ejemplo, el de que es más fácil manipular y visualizar el agua que el aire. Se pretende, además, que con cada tema se vaya avanzando en los conceptos a diferentes niveles de complejidad en un proceso en espiral.

Así, para el trabajo en el aula, se propone que los temas sean abordados por medio de preguntas concretas, que deberán responder los alumnos haciendo investigaciones bibliográficas y hemerográficas; asimismo, por medio de prácticas de laboratorio o a través de experimentos que los alumnos planteen.

Todo esto está planeado para que los induzca a formular nuevas interrogantes que los irá llevando a construir su propio conocimiento.

En dicha metodología el profesor debe ser el que favorezca y oriente las discusiones, rescatando aquellas aportaciones que permitan avanzar en el conocimiento y apoye con bibliografía y explicaciones en los momentos que sea necesario.

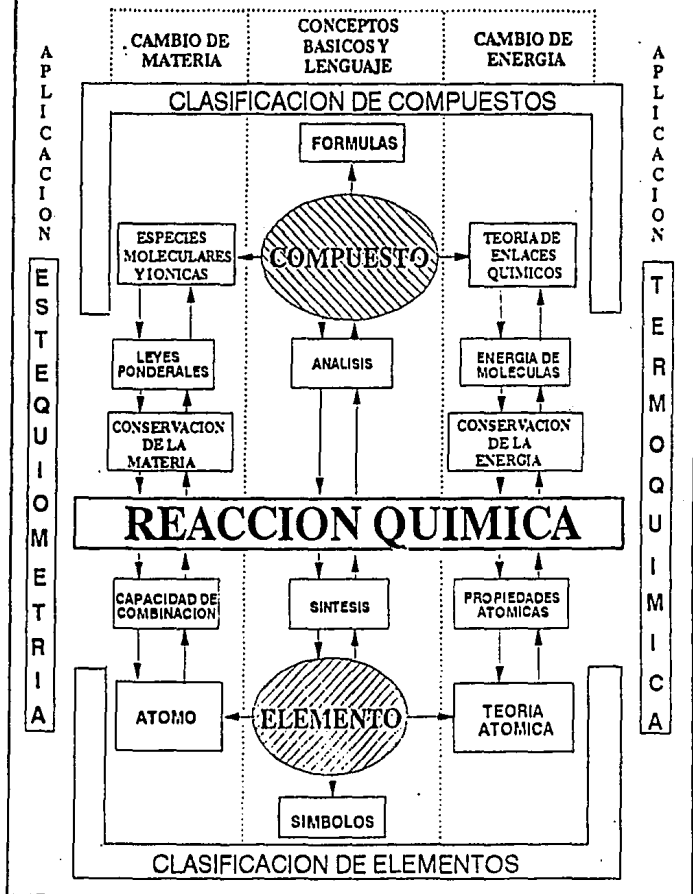
Durante el desarrollo del curso se buscará el manejo integral de la química, sin hacer separaciones entre la química orgánica e inorgánica; se buscará también que la explicación de los fenómenos se base en las teorías de estructura de la materia y enlace, por lo cual la nomenclatura química será un continuo en los temas.

Un ejemplo de actividad que se propone es la de que, para finalizar cada unidad, los alumnos, organizados por equipos, realicen un trabajo de investigación sobre alguno de los temas que, dentro de lo ya visto, hayan despertado su interés. Este trabajo podría constituirse como un elemento evaluatorio de los conocimientos y habilidades adquiridas durante la unidad.

Ahora bien, todo este planteamiento metodológico deberá desarrollarse resaltando aquellos conceptos que se consideran básicos en el ámbito de la química. Los autores de la propuesta mencionaron como principios básicos los conceptos de "elemento", "compuesto" y "mezcla", símbolos de los elementos y escritura de fórmulas; leyes de conservación de la materia y de la energía, leyes ponderales, clasificación de los elementos y de los compuestos, teorías y estructura de la materia y enlace químico.

Para poder establecer el orden en que los conceptos deben sucederse, los autores los organizaron de acuerdo al siguiente diagrama conceptual:

# DIAGRAMA CONCEPTUAL DE LA ENSEÑANZA DE LA QUIMICA EN EL BACHILLERATO



De acuerdo con este diagrama, el concepto clave se rige todo el aprendizaje de la química es el de "Reacción Química". Este concepto integra la idea de cambio químico, el cual implica la aplicación de los conceptos de elemento y compuesto, así como el empleo de una simbología y un lenguaje propios, llevando a la práctica las leyes ponderales y las de conservación de la materia y la energía.

El diagrama está dividido en tres zonas:

- 1) Conceptos básicos y del lenguaje: Aquí se visualizan, por una parte, el manejo de los conceptos de "elemento" y "compuesto", entre los que se transita por medio del análisis y la síntesis empleando explicaciones macro y microscópicas (modelos); por otra, el uso de símbolos, de fórmulas y de la nomenclatura de los compuestos que se vayan manejando.
- 2) Cambios de materia: vistos a través de su concreción en la estequiometría por medio del uso de las leyes ponderales.
- 3) Cambios de energía: su concreción vista a través de la termoquímica.

Se plantean, además, dos sistematizadores de la información: la clasificación de los elementos y la de los compuestos.

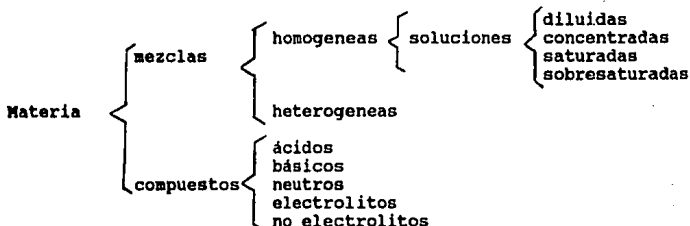
En el desarrollo del curso, el tránsito por este esquema implica la utilización de los conceptos a diferentes niveles de complejidad y será decisión del profesor y del grupo si se abordan en uno u otro sentido del diagrama.

En general, en este programa se abordan los conceptos, como ya se dijo, a través de las propiedades de las sustancias cuyo nombre da origen a las unidades. Para lograr que a lo largo del semestre se analicen los conceptos considerados como relevantes

se creó un apartado al que los autores denominan "Procesos de énfasis", en el cual se indican cuales son las concepciones que deben quedar muy claras en la unidad; sin embargo, en las actividades sugeridas y los contenidos temáticos que se señalan para cada unidad, se mencionan muchas otras nociones adicionales, que por la forma en que están planteadas adquieren cierta relevancia y esto hace que nuevamente, a nuestro parecer, sea un programa con excesivo contenido de ideas.

Para una mejor comprensión de lo anterior, veamos lo que ofrece la unidad I, intitulada "Agua: origen y fuente de vida" cuyos contenidos he resumido en el siguiente cuadro:

1) CLASIFICACION



2) ELEMENTO -----> Atomo

3) COMPUESTO -----> Leyes ponderales  
 -----> Teoría de enlaces

De acuerdo con este cuadro, se percibe que, de alguna manera, todas estas nociones se interrelacionan entre sí y, además, necesitan de otras para comprenderse; pero, aunado a esto, en las actividades sugeridas se plantea introducir aspectos de termoquímica como "calor específico", "capacidad calorífica", "calor de fusión y evaporación". Todos estos conceptos no se

mencionan dentro de los procesos de énfasis, pero sí se les dedica una buena parte dentro del desarrollo de actividades al principio de la unidad. Por otra parte, si bien es cierto que estas ideas son importantes, no estoy muy segura de que sea el momento oportuno para enseñarlas, sobre todo cuando no se ha clarificado lo básico: qué es un compuesto, elemento y mezcla. Este error comúnmente provoca que el curso se amplie más en cuanto a contenidos, lo cual se quiere evitar, sobre todo porque considero que se requiere, como ya dijimos, de muchos otros conocimientos y conceptos para poder llegar a definir otro; tal es el caso de "solución", que, para poder definirla, se necesita hablar de "solutos", "disolventes y "solubilidad"; así como éste puede haber otros ejemplos.

Por otra parte, para poder determinar la viabilidad de este proyecto hace falta un análisis más profundo y cuidadoso, lo cual no es motivo de este trabajo.

### 3. Marco teórico en torno a cómo se aprende

#### 3.1 El proceso de construcción del conocimiento

Desde tiempos muy remotos la educación ha sido motivo de controversia, cada generación de adultos considera que los jóvenes de antes se interesaban más por el saber. Una afirmación atribuida a Sócrates (470-399 a. C.) bien podría considerarse como una afirmación de actualidad:

"Los jóvenes de hoy día aman el lujo, están mal educados, desprecian la autoridad, no tienen ningún respeto por los mayores y charlan en lugar de trabajar"<sup>41</sup>.

La falta de interés por el conocimiento es un problema que, aunado a la aparente inutilidad de los aprendizajes, ha preocupado a los educadores de todo el mundo, dando lugar a una serie de investigaciones tendientes a determinar las causas de esta problemática; a partir de estas indagaciones se ha evidenciado que las escuelas, con sus métodos de memorización y tradicionalismo, colocan a los estudiantes en situaciones en las que ellos tratan de cumplir objetivos sin llegar a comprender el sentido de ello y en donde, obviamente, no hay lugar para el "placer de aprender".

"Saber" se convierte entonces en la mera acumulación de información sin ninguna utilidad práctica, lo cual se contrapone actualmente al ideal de escuela que "debe promover el saber como herramienta centrándose, por un lado, sobre una decena de conceptos básicos que constituyan otros tantos puntos de



acercamiento a la realidad de hoy día, y de otro aprendiendo a organizar la masa de conocimientos actuales"<sup>42</sup>.

Pero, además de esto, la escuela debe favorecer la adquisición de conocimientos en el alumno, por medio del estudio de los mecanismos adecuados.

En este sentido, ha habido recientemente una serie de investigaciones en el campo de la psicología, la didáctica y la epistemología, lo que ha permitido percibir la importancia del alumno en su propio proceso de aprendizaje y no como un ente pasivo sino como un "organismo actor...que construye en el transcurso de su historia social, en el contacto con la enseñanza y sobre todo a través de las informaciones de los medios de comunicación y las experiencias de la vida cotidiana, una estructura conceptual"<sup>43</sup> en la que se insertan y organizan los conocimientos de los que se apropia y las operaciones mentales que domina"<sup>44</sup>.

Esta postura respecto al alumno tiene su origen en las ideas de Jean Piaget acerca de la génesis del conocimiento; en ellas plantea que este último es el producto de la acción transformadora del sujeto sobre el objeto en una interacción en la que intervienen los sentidos y las estructuras mentales que el sujeto ha construido a lo largo de su vida. Así pues, el nivel de desarrollo cognoscitivo de un individuo está determinado por ciertas estructuras, que según Piaget, "son sistemas que presentan leyes o propiedades de totalidad"<sup>45</sup>. Dichas estructuras las construye el sujeto a través de su propia actividad, por o que éstas se van modificando en cada etapa de su vida a medida

que va interactuando con los objetos; todas las modificaciones de las estructuras podrán darse a medida que las informaciones recibidas puedan integrarse a ellas, esto es, que los instrumentos intelectuales que posee el individuo le permitan asimilar dicha información, por medio de reorganizaciones y abstracciones reflexivas<sup>46</sup>, para después acomodarse en su estructura cognoscitiva anterior dando lugar a una nueva.

Aquí cabe mencionar que en la transformación de una estructura inicial a una final, hay un proceso de construcción que permite que la nueva estructura sea más estable que la anterior. A este proceso Piaget lo denomina "génesis".

Por otra parte, existen ciertos factores que determinan la modificación de una estructura, tres de los cuales han sido manejados en diversas teorías de desarrollo de la inteligencia:

En primer lugar, se menciona a la maduración la cual determina el nivel de desarrollo mental que ha alcanzado el individuo; nivel que, en muchas ocasiones, depende del medio social en el que el ser humano se desenvuelve.

El siguiente factor es la experiencia física, que se refiere a la información que el individuo puede adquirir a través de sus sentidos.

Y, finalmente, la transmisión social, que se refiere a las estructuras cognoscitivas que posee el individuo y que le permiten asimilar o no una información.

Para Piaget, estos tres factores no bastan para que se lleve a cabo la génesis; él considera que es necesario otro al que

denomina "equilibración", pues considera que el sujeto "posee un sistema de regulación que le permite reaccionar y compensar las perturbaciones producidas entre la asimilación de nuevos acontecimientos ambientales y sus estructuras mentales"<sup>47</sup>. Es decir, el sujeto se enfrenta a un desequilibrio momentáneo en sus estructuras cognoscitivas cuando se presentan informaciones que, de momento, no puede asimilar; en tal caso, en el individuo pondrá en marcha un mecanismo que le permita modificar las estructuras antes mencionadas, de modo que pueda apropiarse de la nueva información. Así pues, "el desarrollo cognoscitivo se concibe como una sucesión de estados de equilibrio, que tienen cierta probabilidad secuencial"<sup>48</sup>.

Todos los aspectos antes mencionados forman parte de la teoría con la que Piaget trató de responder a la pregunta "¿cómo pasa un sujeto de un estado de menor conocimiento a un estado de mayor conocimiento?", que es propiamente uno de los fundamentos de la epistemología. Sin embargo, esta teoría ha sido criticada, entre otras cosas, por interesarse sólo en un sujeto abstracto llamado "sujeto epistemológico" y no en la persona que aprende; este hecho hace que sus ideas sean difícilmente aplicables al aprendizaje, ya que consideran al individuo como una especie de "modelo", no considera todas las variables que intervienen en un mismo sujeto y entre varios. En general, en esta teoría se pone énfasis en los mecanismos de entendimiento, y se minimizan los procedimientos de aprendizaje y, por lo tanto las estrategias educativas<sup>49</sup>.

A pesar de todo, para tratar de explicar la forma en la que un individuo, en una situación educativa, adquiere sus conocimientos, a partir de los postulados de Piaget se han desarrollado varias teorías de las cuales tomaré algunos elementos que me permitan fundamentar mi propuesta.

### 3.2. La construcción del conocimiento en el proceso de aprendizaje escolar

Independientemente de que Piaget haya "minimizado" el papel de las estrategias para el aprendizaje, considerándolas sólo como elementos que se van a incorporar a la estructura, él destacó el hecho de que es indispensable considerar el desarrollo cognoscitivo del sujeto para poder lograr un aprendizaje, ya que el progreso en el conocimiento depende de que se integren los esquemas anteriores a las nuevas estructuras; estas consideraciones fueron asumidas por otros investigadores, quienes las enriquecieron con nuevos elementos para favorecer el aprendizaje.

Uno de estos investigadores es David P. Ausubel, quien desarrolló una teoría que considera que el aprendizaje en el salón de clases se desarrolla en dos dimensiones, cada una con dos tipos de aprendizaje: la primera, integra el aprendizaje por recepción y el aprendizaje por descubrimiento, y la segunda, el aprendizaje repetitivo y el aprendizaje significativo.

El aprendizaje por recepción consiste en que "el alumno recibe el contenido total de lo que va a aprender en su forma

final y lo que tiene que hacer es incorporar el contenido del material a su estructura cognoscitiva para reproducirlo más tarde, relacionándolo con otro aprendizaje o para solucionar problemas"<sup>50</sup>.

El aprendizaje por descubrimiento se obtiene cuando "el alumno tiene que descubrir el contenido principal que va a aprender, antes de que pueda incorporarlo a su estructura cognoscitiva"<sup>51</sup>.

El aprendizaje repetitivo "consiste en el aprendizaje al pie de la letra ('de memoria') de las proposiciones aprendidas sin que se obtenga significado"<sup>52</sup>.

El aprendizaje significativo "requiere que el alumno relacione la información del material que va a aprender con su estructura cognoscitiva". Esta relación deberá ser de dos maneras: no arbitrariamente, es decir, llevando un orden; sustancialmente, lo que implica que un significado general no se preste a equivoco o malas interpretaciones"<sup>53</sup>.

Las dos dimensiones de las que hemos hablado, se integran dando lugar a aprendizajes que pueden ser repetitivos por recepción o por descubrimiento; o significativos por recepción o por descubrimiento.

Para Ausubel, lo aprendizajes importantes serán los significativos ya que considera que la interacción de la información nueva con ideas ya establecidas "contribuye a la asimilación de significados nuevos y antiguos para formar una estructura cognoscitiva más altamente diferenciada"<sup>54</sup>. En otras palabras, la asimilación "consiste en la interacción del conocimiento nuevo con las ideas previamente aprendidas y cuyo

producto es el significado nuevo"<sup>55</sup>.

Ahora bien, para que pueda darse un aprendizaje significativo son necesarias dos condiciones:

Primero, el material que se utilice en la transmisión del conocimiento debe tener un significado lógico, esto implica que el contenido tenga significado para el alumno, es decir, debe tener relación con la estructura cognoscitiva particular de cada estudiante; segundo, el alumno requiere de una actitud receptiva para aprender el material significativamente.

Esta última condición, según Ausubel, se ve obstaculizada, en primer lugar, por los profesores al exigir respuestas literales a preguntas que ellos formulan; en segundo, por la ansiedad de los alumnos que han fracasado en repetidas ocasiones, viéndose obligados a un aprendizaje repetitivo; y, en tercero, por la falsa impresión que nos llevamos al pensar que, como un alumno repite todo "de memoria", lo sabe ya todo.

Por otra parte, cuando los aprendizajes son significativos, el proceso de asimilación favorece la retención de las informaciones nuevas debido a que la estabilidad en las ideas afianzadoras de la estructura cognoscitiva proporcionan, a su vez, estabilidad al nuevo conocimiento. Así, por ejemplo, si un alumno ha comprendido la naturaleza particulada de la materia, más fácilmente podrá llegar a comprender el concepto de átomo y posteriormente el de molécula. También, gracias a que existe una relación no arbitraria de las ideas nuevas con las ya existentes, el nuevo significado no se contamina con otros conocimientos no

secuenciados; y, finalmente, porque la recuperación (recuerdo) del conocimiento se vuelve un proceso menos arbitrario y más sistemático, puesto que existen relaciones entre el conocimiento nuevo y las ideas preexistentes.

En su teoría Ausubel se dedica al análisis de los procesos de asimilación, pero siempre tiene presente como parte de éstos, los conocimientos y las estructuras que posee el alumno y que, de alguna manera, intervienen en el aprendizaje. Giordan y De Vecchi en el estudio que realizaron acerca del aprendizaje en ciencias<sup>56</sup>, se preocupan por un aspecto que nosotros creemos debe ser tomado en cuenta durante el proceso de enseñanza: las concepciones de los alumnos.

Estos autores definen a la "concepción" como "el conjunto de ideas coordinadas o imágenes coherentes, explicativas, utilizadas por las personas que aprenden a razonar frente a situaciones-problema, y sobre todo evidencia la idea de una estructura mental subyacente responsable de estas manifestaciones contextuales"<sup>57</sup>; estos investigadores redondean la idea de "concepción" al afirmar que también puede denominarsele "constructo", ya que es un "elemento motor en la construcción del saber, permitiendo incluso las transformaciones necesarias"<sup>58</sup>.

De acuerdo con todo esto, la concepción es una parte de la estructura cognoscitiva que influye de manera significativa en la concreción de conceptos por parte del educando, porque él tiene ya una idea preconcebida, pero aún sin definir, acerca de dicho concepto; asimismo, tiene conocimientos adyacentes que le ayudan a estructurarlo; por otra parte, cuenta con una serie de

operaciones mentales y procesos de pensamiento que tiene que poner en marcha para dar "forma" a una noción; y finalmente, tiene el auxilio de los signos, símbolos, etc., para poder dar una explicación al concepto.

Así pues, la concepción no sólo es la serie de conocimientos y estructuras subyacentes que se tienen, sino que es todo un proceso que se pone en marcha cuando se presenta una situación (el planteamiento de un problema) que entra en conflicto con las ideas que en el constructo existen porque no encaja en los procesos de pensamiento que desarrolla el individuo, es decir, cuando las informaciones nuevas "chocan" con la lógica personal.

En la educación, es precisamente a través de la creación de un conflicto, al que llamaremos "conflicto cognitivo", que podemos provocar una búsqueda de elementos que le ayuden al alumno, ya sea a compensar un desequilibrio intelectual o a realizar una reestructuración del saber inicial<sup>59</sup>.

Todos los elementos que hemos mencionado hasta el momento, tendientes a establecer cuáles son las formas en que el alumno aprende, son, a su vez, los que determinan las acciones que pueden hacerse para favorecer el aprendizaje en la escuela. De esta manera, se establece que la labor del profesor se orientará hacia el manejo de los factores que influyen en el aprendizaje: tanto los internos del alumno, como los de la situación de aprendizaje.

Así, el educador deberá "favorecer, e incluso suscitar, problemas que permitan desgajar poco a poco lo que sea



importante para la construcción de ideas generales"<sup>60</sup>, por lo que el maestro deberá transmitir cuerpos de conocimiento claros, estables y organizados, de modo que puedan incorporarse en la estructura cognoscitiva del estudiante<sup>61</sup>, e igualmente deberá tener la capacidad de investigación que le permita percibir los avances de los alumnos en la modificación de sus estructuras.

### CAPITULO III

#### PROPUESTA TEMATICA PARA EL CURSO DE QUIMICA I

##### 1. Introducción

La presente propuesta es un primer intento de integrar los contenidos de Química I en una serie temática que favorezca, primero, el conocimiento de los aspectos básicos de la Química; segundo, la incorporación de los aspectos sociales, económicos, ecológicos y tecnológicos que demanda la sociedad actual; tercero, el desarrollo en el alumno de habilidades y actitudes que le permitan interactuar con el medio en el que vive; y, cuarto, el planteamiento de una metodología que permita que el estudiante construya su conocimiento.

Por otra parte, he trabajado únicamente en el curso de Química I ya que por, ser éste obligatorio y básico, se imparte a todos los alumnos y es el que, junto con Física I y Biología I, va a conformar la cultura científica de los estudiantes, muchos de los cuales no volverán a tener un estudio sistemático de las ciencias.

Ahora bien, para poder plantear esta propuesta de contenidos consideré, en primer lugar, que era necesario determinar cuáles son los conceptos que estructuran al conocimiento en Química, es decir, los que han servido de base para todo el desarrollo de esta ciencia a lo largo de la historia; a partir de ellos,

entonces, podría determinar cuáles son los conceptos básicos que el alumno debe conocer de acuerdo al nivel educativo en el que se encuentra y los objetivos del curso en el plan de estudios.

Otro aspecto que distingui fue la necesidad de comprender la forma en que el alumno aprende, ya que al hacerlo me permitiría seleccionar, no sólo la secuencia de temas acorde con la disciplina, sino también la que otorgue una mejor comprensión por parte del estudiante; esto me llevó a enfatizar que los temas tuvieran un sentido y una importancia real para él, ya que esto permitirá la adquisición de aprendizajes significativos. Por otra parte, a través de una metodología adecuada, estos aprendizajes harán que el estudiante construya su propio conocimiento.

Un tercer aspecto que tomé en cuenta fueron las necesidades de la educación actual, puesto que se busca que el contenido de los programas favorezca el desarrollo de metodologías que fomenten la investigación y el razonamiento de modo que los jóvenes adquieran una actitud crítica hacia la ciencia; y se hagan conscientes de la realidad en la que viven, por lo cual, opino que se deben incorporar los aspectos sociales, económicos ambientales y tecnológicos en la educación.

Y, finalmente, no puedo sustraerme a lo que ocurre en el Colegio y la necesidad de que nuestro curso de Química I proporcione a los alumnos la formación e información que les permita desempeñarse con éxito en su vida futura.

Con base en todo lo anteriormente expuesto considero que el curso de Química I debe:

1) Favorecer en el alumno los procesos de pensamiento que permitan la observación no sólo como una mera percepción física sino, como un acto de discriminación y análisis; la jerarquización de la información recibida para poder clasificarla e inferir conclusiones; la formulación de explicaciones por medio de concreciones y abstracciones.

2) Fomentar el desarrollo de habilidades que involucren tanto la investigación documental como la experimental.

3) Adquirir conocimientos básicos que le permitan comprender, de una manera más amplia, el entorno en el que vive.

## **2. Hacia una estructura de la Química y del temario de Química I**

A lo largo de su historia la Química ha tenido periodos en los que el hombre ha modificado radicalmente la concepción acerca del mundo, durante mucho tiempo esta disciplina no fue más que una actividad empírica en la que no había un estudio sistemático de las cosas, sino que los conocimientos eran producto del ensayo y el error.

Para mí los momentos históricos que dieron paso al avance en el estudio químico de la Naturaleza involucran conceptos y teorías que actualmente resultan claves para el estudio de la Química; esos momentos nos pueden ayudar a organizar los conocimientos de modo que sean accesibles para el alumno, ya que históricamente implicaron un determinado nivel de conocimientos y una serie de concepciones que muchas veces coinciden (según he observado) con las que los alumnos ya tienen porque resaltan la

explicaciones naturalmente lógicas. Los periodos históricos antes referidos son los que a continuación señalo:

1) El estudio de los gases dio pauta a la concepción clara de "elemento" y permitió observar la rigurosidad de las transformaciones químicas dando lugar a la ley de las proporciones definidas; del mismo modo ayudó a asumir la concepción atómica de la materia.

2) Los trabajos de Lavoisier dieron pie a la sistematización del conocimiento químico, puesto que este científico desarrolló el estudio cuantitativo de los fenómenos, lo cual dio origen a la "ley de la conservación de la materia" y sentó las bases para la unificación de la nomenclatura química, aspecto que más tarde desarrollaría Berzelius.

3) La síntesis de los compuestos orgánicos permitió comprender la naturaleza de las transformaciones químicas, rompiendo así la concepción que dividía a la Química en orgánica e inorgánica; además, dio lugar a propuestas sobre la forma en que se organizan los átomos, base para que establecer la estructura de la materia.

4) La naturaleza eléctrica de la materia dio origen a estudios más detallados acerca del átomo y al descubrimiento de más elementos.

5) La clasificación periódica favoreció la organización de toda la química conocida hasta el momento y permitió visualizar mayores campos de estudio.

6) La termoquímica rompió con la separación tajante entre la Física y la Química y permitió comprender el papel que juega la

energía en las transformaciones químicas.

7) La radiactividad cuyo descubrimiento permitió el avance en la comprensión de la estructura de la materia.

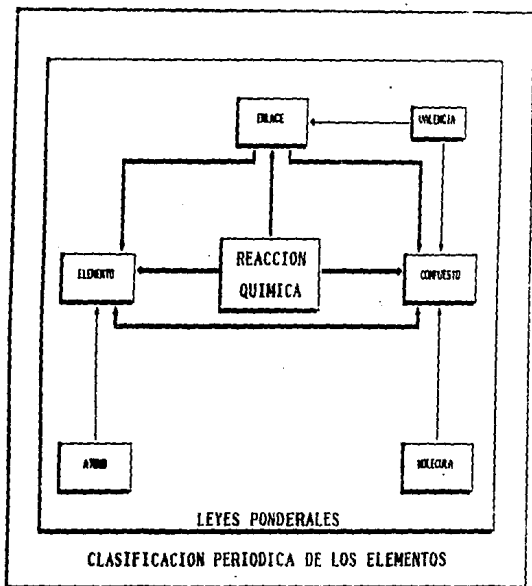
Asimismo, cada una de estas etapas históricas nos señala los ejes conceptuales que dan estructura a nuestra disciplina y que nos puede ayudar a determinar cuáles son los conocimientos mínimos que un alumno a nivel bachillerato debe tener.

El concepto central, que a mi parecer rige a la Química, es el de **Reacción Química** ya que éste involucra al cambio en el cual se modifica la composición de la materia para dar origen a sustancias diferentes, lo cual ha sido razón de ser de esta ciencia.

Directamente relacionado con este concepto se encuentran los de "elemento", "compuesto" y "enlace", los cuales, a su vez, requieren de las ideas de "átomo", "molécula" y "valencia". Asimismo, las reglas que rigen las relaciones de estos conceptos con la reacción química están dadas por las leyes de la **Conservación de la Materia**, de las **Proporciones Constantes** y de las **Proporciones Múltiples**.

Finalmente, la organización de todo este conocimiento está determinada por la **Clasificación Periódica de los Elementos**.

Lo anterior se ve reflejado esquemáticamente en el siguiente diagrama conceptual:



Por otra parte, quisiera remarcar que la integración, por parte del estudiante, de todos los conceptos que se manejan está determinada, en gran medida, por el hecho de que logre asimilar la concepción que define a la estructura de la materia por medio de partículas; ya que, como se puede observar en el diagrama, los conceptos de "elemento", "compuesto" y "enlace" están determinados por los de "átomo" y "molécula", que implican una idea de materia discontinua.

De acuerdo a todo lo anterior, considero que el curso de Química I que propongo debe permitir que el alumno:

- Conciba a la materia estructurada por partículas, las cuales son las que determinan las distintas propiedades de las sustancias.
- Comprenda que la reacción química es el proceso a través del cual las sustancias se transforman dando lugar a otras, y que este cambio involucra la modificación a nivel atómico (estructura)
- Comprenda y maneje la clasificación periódica de modo que pueda relacionar el cambio químico con las propiedades de las sustancias.

Para poder lograr esto seleccioné, en primer lugar, la secuencia en que deberían sucederse los conocimientos y, en segundo, el tema que serviría de marco para esa secuencia y que debería estar acorde con los planteamientos que ya había mencionado: ser potencialmente significativo, es decir, que esté acorde con las estructuras cognoscitivas que tiene el alumno, y



que pueda relacionarse con aspectos de su vida diaria.

Así pues, mi propuesta integra dos unidades cuyos tópicos son:

**I Lo que respiramos**

**II Lo que comemos**

### **3. Descripción del desarrollo conceptual de las unidades**

#### **Unidad I: Lo que respiramos**

Para proponer este tema partí de la idea del desarrollo histórico de la Química, en donde el estudio de los gases dio pie al auge de ella como ciencia. Desde mi punto de vista, las ideas que se tenían en el siglo XVIII respecto a la constitución de la materia, el concepto de elemento y la teoría del flogisto, eran obstáculos que limitaban el avance de la Química, y sólo pudieron librarse a partir del estudio con gases y más específicamente, con los componentes del aire. Además, este tipo de trabajos permitió que se afianzara la propuesta atomística de la estructura de la materia.

Por otra parte, de la misma manera que los hombres de hace dos siglos, para los alumnos es difícil concebir a la materia como discontinua, por lo que es necesario presentarles ejemplos que sólo sea posible explicar considerando la existencia de partículas. Este tipo de ejemplos es fácil encontrarlos en fenómenos de dilatación, compresión y mezcla de gases.

También considero, de acuerdo con mi experiencia, que

tratando algunos fenómenos que involucren al aire, el alumno puede ir adquiriendo algunos conceptos de la disciplina, además de que éste ya se encuentra entre los aspectos cotidianos del alumno. Finalmente, considero que a través de este tema se pueden abordar tópicos de actualidad como la contaminación.

Esta unidad abarca cuatro apartados:

- 1 Cómo se comporta el aire
- 2 De qué está hecho el aire
- 3 Aire, combustión y respiración
- 4 Aire y fotosíntesis

En el primer tema se abordan los aspectos relacionados con las características físicas del aire<sup>1</sup>; se plantea la determinación de si el aire tiene peso y qué ocurre cuando se le calienta, llevándonos así a observar los fenómenos de **compresión** y **dilatación** para, finalmente, buscar una explicación a ese comportamiento (propuesta de un primer modelo); aquí se contempla manejar la hipótesis de Avogadro y, de manera muy general, la teoría cinética de los gases abarcando solamente aspectos que permitan explicar las modificaciones en la presión. Lo importante de este primer apartado es el lograr que el alumno llegue a la concepción de la discontinuidad de la materia. A partir de esto se pretende hacer una introducción al siguiente tema por medio de la pregunta "¿de qué está hecho el aire?".

En este apartado se manejarán los experimentos de Boyle, Cavendish, Priestley y Lavoisier acerca de la naturaleza del aire; lo cual, junto con el manejo del concepto de "elemento" permitirá el conocimiento de lo que son el oxígeno, el hidrógeno,

el nitrógeno y el dióxido de carbono; de estos gases se señalará, además de sus propiedades, la posición de los elementos en la tabla periódica y al importancia de éstos para la vida del planeta.

Todo esto nos llevará al tercer tema en el que se verá la **reacción de oxidación** como aspecto central; también se manejará el concepto de **combustión** y su relación con el oxígeno y el desprendimiento de energía; en este punto se manejarán los experimentos de Lavoisier de la oxidación de metales lo que permitirá hablar acerca del poder corrosivo de la atmósfera y de sus efectos sobre estructuras y edificios; aunado a esto, se introducirá el concepto de "**compuesto**" junto con el manejo de la **ley de la conservación de la materia** y la de las **proporciones definidas**. En este nivel se podrá hablar de la combustión de combustibles fósiles y de la **contaminación ambiental**.

Este tema de contaminación dará acceso al de la **respiración**, identificada ésta como una combustión lenta en la cual intervienen los carbohidratos como combustible. Al hablar de **respiración** se podría hacer mención del hierro como el elemento que permite el transporte de oxígeno en la sangre y el problema del plomo que sustituye al hierro en ella; también se podría mencionar que la fijación de oxígeno se ve interferida por el monóxido de carbono.

En estos temas será importante el manejo continuo de la **tabla periódica** para observar la ubicación de los elementos y hablar de la reactividad de ellos con el oxígeno.

Posteriormente, podemos estudiar el tema de la **fotosíntesis**,

del ciclo de carbono y la síntesis y descomposición de carbohidratos. A través del estudio, de manera muy general, del ciclo de carbono, se podría señalar el equilibrio  $O_2-CO_2$  en la atmósfera y la importancia de las plantas verdes en dicho equilibrio. En este apartado se debe introducir el concepto de "valencia" y se tendrá que señalar la característica del carbono de formar cadenas dando lugar a innumerables compuestos. Cuando se hable de la síntesis de carbohidratos se podrá hacer notar la formación de cadenas a partir de estructuras que se repiten (formación de polímeros) como en el caso de la celulosa.

#### **Unidad II: Lo que comemos**

Para proponer el tema de esta unidad me basé en que, habiendo visto fotosíntesis, se abrirá el camino para hablar acerca de la importancia de los alimentos como fuentes de energía y, por lo tanto, de las características de éstos que están relacionadas con la química.

Al hablar de alimentos, me estoy introduciendo, además, en un aspecto de la vida cotidiana al cual no se relaciona, por lo general, con la química más que el cuando se mencionan los aditivos y alimentos procesados

Los temas que abarca esta unidad son:

- 1 Los alimentos son mezclas
- 2 Los minerales útiles a nuestro cuerpo
- 3 Los alimentos estructurantes y energéticos

El primer planteamiento nos llevará a establecer la presencia de las mezclas en los alimentos y a hablar de las

dispersiones con sus distintas clasificaciones de acuerdo a propiedades, como por ejemplo, el tamaño de partícula (soluciones, suspensiones, emulsiones y coloides); en el caso de las soluciones se hablará de su clasificación de acuerdo con la concentración (diluidas, saturadas y sobresaturadas), la conductividad eléctrica (electrolitos y no electrolitos) y el grado de acidez (ácidas, básicas y neutras).

Al introducir los aspectos de conductividad se podrá hablar de iones y se tendrá la oportunidad de proponer modelos atómicos que involucren la presencia de electrones. Todo esto permite que en este punto manejen los aspectos de enlace y la formación de las sales que contienen los metales útiles para el hombre, haciendo énfasis (tal como lo señalamos ya en el tema 3 de la unidad I) en la relación de los elementos y sus propiedades en las familias de la tabla periódica.

De esta forma me estaré introduciendo en el segundo tema de la unidad y se podría entonces hablar de la importancia del sodio, el potasio, el calcio, el magnesio, etc; al abarcar este tema, sería factible hacer el señalamiento de la importancia de ciertos alimentos en la dieta, creando así conciencia de cuidar lo que comemos. Y una vez que se aborde lo de las sustancias útiles para el hombre, se podría retomar los aspectos energéticos que ya habíamos mencionado y hablar de grasas y carbohidratos para después hacer lo propio con las proteínas, auxiliándome de la ya vista propiedad del carbono de formar cadenas, lo que permite la creación de macromoléculas.

Durante el desarrollo de ambas unidades se buscará el manejo

constante de la nomenclatura química, de modo que el alumno vaya conociéndola y manejándola.

Un aspecto que me parece importante resaltar es que con esta propuesta pretendo evitar la separación entre la química orgánica e inorgánica. Al estar presentando continuamente compuestos de carbono, mi interés se centra en que el alumno comprenda las propiedades que caracterizan al carbono y que perciba la presencia de grupos y estructuras que distinguen a los diferentes tipos de compuestos importantes como las proteínas, los lípidos, algunos polímeros, etc., sin adentrarse en los aspectos de los grupos funcionales.

#### 4. Planteamiento metodológico

Aún cuando la finalidad de este trabajo es la de proponer un temario que sirva de base para nuestra labor en el aula, no podemos omitir el aspecto metodológico, puesto que éste es el que va a permitir que, al operativizar los contenidos, se logren los objetivos tanto de aprendizaje, como los de formación que plantea el modelo del Colegio; además, esta propuesta está diseñada pensando en una metodología que, como señalamos con anterioridad, permita que el alumno construya su propio conocimiento.

Como hemos visto (vid cap. II, pp. 59-60), el proceso de construcción implica que el alumno se enfrente a una situación que provoque un desequilibrio en su estructura cognoscitiva, lo cual puede hacerse al enfrentar sus concepciones con circunstancias que no sean acordes con ella, pero que demuestren

su validez.

Desde el punto de vista metodológico, lo anterior lo obtendremos mostrando primero al alumno ya sea una situación física (experiencia de laboratorio), una pregunta abierta o un texto que contenga elementos de interés, como por ejemplo, una noticia de actualidad<sup>2</sup>. A partir de esta circunstancia el maestro deberá buscar que los alumnos manifiesten sus ideas acerca del fenómeno o de la pregunta planteada, tratando de encontrar los puntos de coincidencia de todo el grupo y las contradicciones, haciéndoselas notar para que vayan modificando sus concepciones o formulando nuevas interrogantes que los lleven a investigar o a proponer comprobaciones de sus hipótesis.

Así pues, el trabajo en el aula se orientará a fomentar la discusión de tópicos, ya sea en equipos o con todo el grupo; también deberá buscarse que participen el mayor número de alumnos. Esto puede lograrse haciendo que primero cada individuo escriba sus ideas y después las confronte con las ideas de los miembros de su equipo, el cual deberá obtener conclusiones que, finalmente, serán equiparadas con las del resto del grupo.

Esta forma de laborar podrá funcionar incluso con el trabajo experimental, ya que cada equipo podrá proponer distintas formas de resolver experimentalmente un mismo problema.

Por otra parte, recordemos que el Colegio tiene como uno de sus pilares metodológicos el manejo del Método Experimental<sup>3</sup>, para poder desarrollar éste, buscaremos que las situaciones-problema que se formulen lleven a los estudiantes a proponer

soluciones experimentales; en este punto será importante la participación del maestro para irles enseñando a sistematizar y organizar su proceso de investigación y a formular las hipótesis que posteriormente deberán comprobar o rechazar.

En suma, partiendo de una situación problema se fomentará la expresión de las ideas de los alumnos que permita llegar a una solución o a un nuevo problema que signifique un avance en el conocimiento, este proceso será apoyado por la orientación del profesor en la búsqueda de material bibliográfico o hemerográfico que permita a los alumnos modificar sus concepciones e ir construyendo su conocimiento.

#### **5. Descripción de actividades**

Aún cuando la intención inicial de este trabajo era únicamente el desarrollar los contenidos temáticos, considero conveniente mencionar algunas actividades que pueden servir de base para el trabajo en el aula. Muchas de ellas ya las he implementado en mis grupos y he observado que me permiten lograr algunos avances; otras surgieron de comentarios o discusiones con otros compañeros y algunas sólo son ideas que falta por desarrollar.

#### **Unidad I Lo que respiramos**

##### **1) Cómo se comporta el aire**

-Presentación al alumno de un tubo de enaye "vacío" tapado por



un globo. Calentar y Observar

-Discusiones grupales para plantear explicaciones al fenómeno.

-Investigación sobre teoría cinética

-Realización de otros experimentos que puedan explicarse a través de una concepción atómica de la materia

i) Cambios de estado

ii) Efecto de difusión de una sustancia en otra (tinta en agua)

iii) Formación de vacío por condensación.

-Lectura guiada de la primera parte del libro "El maestro de lo infinitamente pequeño"<sup>4</sup> y algunas partes de "Breve historia de la Química"<sup>5</sup>.

2) De qué está hecho el aire.

-Investigación bibliográfica acerca de la composición del aire

-Realización de algunos experimentos que permitan diferenciar ciertas propiedades del hidrógeno, oxígeno y bióxido de carbono (sugiero producir éstos por alguna reacción química y observar su densidad respecto al aire burbujeándolos en jabón y ver su inflamabilidad)

-Lectura guiada y discusión de algunos capítulos del libro "El investigador del fuego"<sup>6</sup> y "Breve historia de la Química" acerca del descubrimiento de estos y otros gases.

3) Aire combustión y respiración

-Experimento de formación de vacío por combustión de un papel.

-Realizar discusión grupal en torno a la causa de dicho fenómeno.

-¿Qué gas se obtiene al quemar sustancias orgánicas?. Se puede favorecer la propición de experimentos para averiguarlo;

**ejemplo: quemar azúcar y observar si el gas que se desprende es inflamable.**

**-Formación de óxidos metálicos (experimentos de calcinación de metales)**

**-Mesa redonda sobre contaminación por combustión de gasolina y contaminación ambiental**

#### **4) Aire y fotosíntesis**

**-Lectura del capítulo I de l libro "Fotosíntesis" de Isaac Asimov<sup>7</sup>**

**-Experimento de Van Helmont**

**-Discusión grupal acerca de la relación del alimento con la energía**

### **Unidad II Lo que comemos**

#### **1) Los alimentos son mezclas**

**-Estudio del jugo de naranja**

**i) Observación de algunas propiedades (turbidez, si conduce la electricidad, efecto en colorante orgánicos, etc)**

**ii) Separación de componentes (filtración y destilación)**

**-Lectura y discusión del capítulo "Para abrir el apetito" del libro "la Química y la cocina"<sup>8</sup>**

**-Realización de escalas de acidez con distintos alimentos y otras sutancias caseras.**

#### **2) Los minerales útiles a nuestro cuerpo**

**-Determinación de hierro en alimentos**

**-Investigación bibliográfica sobre la importancia de los alimentos**

-Lectura y discusión grupal de artículos sobre envenenamiento por plomo y mercurio

-Experimentos de afinidad de elementos

3) Alimentos estructurantes y energéticos

-Lectura y discusión del capítulo "Los componentes de los alimentos" del libro "La química y la cocina".

-Práctica de identificación de carbohidratos.

-Discusiones grupales sobre la importancia de ciertos alimentos.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

### CONCLUSIONES

El Colegio de Ciencias y Humanidades surgió en un momento de cambios tanto políticos como educativos; se buscó que fuera la institución que transformara la enseñanza en un proceso en el cual el individuo llegara a desarrollar sus capacidades para poder desempeñarse exitosamente en la sociedad. Considero que, aún con los problemas que ha habido a lo largo del tiempo, el CCH ha sido una institución diferente e innovadora de la cual han egresado jóvenes con gran capacidad y creatividad. Sin embargo, la sociedad de hoy no es la de hace 23 años y ella demanda gente más preparada y emprendedora, por lo que el Colegio debe transformarse para mejorar sin perder aquellos aspectos que lo han hecho diferente: la flexibilidad y la pluralidad.

Actualmente se está llevando a cabo la revisión curricular del bachillerato del CCH y se están formulando propuestas que van a modificar la enseñanza en él. Probablemente la asignatura de Química I, motivo de este trabajo, no permanezca como tal. A pesar de todo, considero que no puedo esperar a que ocurran los cambios para mejorar mi práctica docente, por lo que debo hacer un esfuerzo para que los jóvenes, que ahora son mis alumnos, reciban la formación e información que les permita ser competentes en su vida futura.

Como dije en el desarrollo de este trabajo, este es un primer intento por lograr una secuencia temática que esté acorde

con los esquemas cognoscitivos del estudiante, la estructura de la disciplina, los principios del Colegio y las demandas de la sociedad actual.

Ahora bien, esta propuesta no surgió simplemente de la necesidad de realizar este trabajo, sino que es el producto de la organización de muchas ideas que he venido madurando desde que inicié mi práctica docente. Además, algunos aspectos que menciono en las unidades ya los he llevado a la práctica con mis alumnos; tal es el caso del manejo del aire como un recurso para lograr en ellos la concepción atomística de la materia, la diferenciación de los distintos tipos de dispersiones utilizando alimentos y la identificación de la presencia de algunos iones en estos últimos.

Por otra parte, para poder determinar si esta propuesta es viable, deberá instrumentarse con los alumnos y hacerse una evaluación al final del semestre para poder corregir los errores en caso necesario.

Además, la instrumentación requerirá de la planeación de actividades a desarrollar y de la elaboración de los materiales de apoyo que sean necesarios.

El presente trabajo no es sino tan sólo el principio de todo un proceso de investigación que abarca más aspectos que por ahora no me es posible desarrollar. Igualmente, conviene mencionar que muchos de los aspectos que he desarrollado no son nuevos, ya que han sido mencionados en propuestas anteriores, sin embargo, creo que precisamente porque existen ideas afines, es por lo que se ha podido avanzar en la enseñanza en el Colegio.

También quiero enfatizar que estoy consciente de que existe una propuesta de programa para los cursos básicos de química en el marco de la revisión curricular (vid cap. II, pp.

), pero creo que mi trabajo no se contrapone a ella, ya que muchos de los elementos temáticos que manejo también se tratan en ella, y lo que logre hacer en la implementación de mi trabajo servirá también de apoyo para aquella propuesta, en caso de que ella sea aprobada por las instancias correspondientes.

A fin de cuentas, considero que cualquier programa o temario será adecuado para la enseñanza en el Colegio en la medida en que el enfoque sea congruente con la metodología que se desarrolle en el salón de clases y que ésta no se limite a la memorización y el enciclopedismo.

Finalmente, quisiera mencionar que uno de los aspectos más descuidados y más difíciles de manejar es la evaluación a diferentes niveles, y esto se debe, en parte, a que es muy difícil establecer los parámetros para determinar cómo se han desarrollado los procesos educativos, tanto a nivel de los alumnos como de profesores, e incluso a nivel institucional.

Respecto a este último, es preocupante encontrar que hay muy pocos trabajos tendientes a establecer cuál es la actualidad del Colegio.

Por otra parte, si bien es cierto que los informes docentes pueden dar una idea más o menos clara de lo que ocurre en el salón de clases, no son suficientes para determinar el estado de

la docencia. Debe buscarse la contrastación de ese informe con una evaluación hecha por los alumnos, por medio de un instrumento que haya sido diseñado con sumo cuidado y que esté sujeto a continuas revisiones.

La intención de esto no debe ser la de poner en duda la información dada por el profesor, sino de equiparar resultados para poder hacer mejoras en la práctica docente.

## NOTAS

### CAPITULO I

1. "Se creó el Colegio de Ciencias y Humanidades" en Suplemento de la Gaceta CCH, num. 1, primera quincena de abril, 1988. p. 3
2. Ibidem. Esta idea de educación crítica y científica está basada en la idea de hacer a un lado la tradición verbalista de la educación.  
Respecto a los motivos que dieron origen al Colegio señalados en este documento, cabría preguntarse si realmente el gobierno tenía interés en tener un pueblo más educado y en tal caso, por qué no se modificó el plan de estudios de la ENP y se aumentó el número de planteles de ella.
3. Ibid
4. "Trabajo colectivo en el Plan de Estudios del Colegio" en Suplemento de la Gaceta CCH, num 3 primera quincena de mayo, 1988, p. 1
5. Gaceta UNAM, 1ro. de febrero de 1971. p. 12.
6. "Exposición de motivos para la creación del Colegio de Ciencias y Humanidades" en Suplemento de la Gaceta CCH, num. 2, segunda quincena de abril, 1988. p. 4
7. "La metodología en el Colegio de Ciencias y Humanidades" en Gaceta UNAM tercera época, vol II, num. 32, 15 de noviembre de 1971. p. 85.
8. El bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades. Información para profesores, UACB, México, 1988. p. 21.
9. Palencia Gómez, et al.; "Una hipótesis del porqué y para qué del bachillerato" Simposium Internacional del Bachillerato, UNAM, México 1981. p. 12.
10. Op. Cit. p. 24.
11. Se emplea el término "Método Experimental" debido a que es así como se menciona en los documentos de creación del CCH.
12. Lo que sigue está basado en los estudios de aproximación a la docencia de las cuatro áreas que se presentan en Cuadernos del Colegio, num. 39-40, abril-septiembre, 1988; y en la experiencia personal.
13. Rojano Rodríguez, et al., "Aproximación a la docencia del Área de Ciencias Experimentales" p. 6 y Martínez Montes, et al. "Aproximaciones a una descripción en la práctica docente en el área de talleres", p.17; ambos en Cuadernos del



Colegio, num. 39-40, abril septiembre, 1988.

14. Prieto, Fernando; citado en Estudio Exploratorio sobre los egresados del Colegio de Ciencias y Humanidades en su primer año de estudios profesionales. Guerrero Salinas y Guzmán Marín, Secretaría de Planeación CCH-UNAM, 1990. p. 30
15. Guerrero Salinas y Guzmán Marín, Op. Cit., p. 32, n. 4
16. Op. Cit., p. 148.
17. Ibidem p. 147.
18. Un ejemplo de esto es la repentina proliferación de eventos académicos, seminarios, documentos como artículos, proyectos, etc. que se han venido dando como consecuencia de las políticas de estímulos académicos. Por un lado, se ha favorecido la participación más activa de los profesores, incluyendo a los de asignatura, en los diferentes aspectos académicos del Colegio, y por el otro se ha desarrollado una competencia para ver quien acumula más puntos pasando la docencia a ser un aspecto secundario.
19. Entiendo por formación polivalente a aquella que permite que un alumno tenga una visión global del conocimiento sin estar encajonado en un área, como en el caso de la ENP, en la cual los estudiantes eligen el área en la que se van a desenvolver y no tienen oportunidad de cambiar de opinión. El alumno del CCH, aún cuando elige las materias que, según él le van a servir más en su vida futura, de todas maneras se ve obligado a cursar una, por lo menos, de cada área del conocimiento.

## CAPITULO II

1. Sánchez Bustos, Ma Estela. Lo que ignoran nuestros programas de estudio, Ponencia presentada en la VI Semana Académica del CCH Vallejo, 5 al 9 de octubre, 1992, p. 1.
2. Hernández Millán, Gisela. "La enseñanza de la Química a nivel medio superior", p. 1.
3. Hernández Millán, Op. Cit. p.4
4. Kelter, Paul, "Razones por las que la enseñanza de las ciencias debe cambiar", Educación Química, vol. 3, num. 2, abril 1992, p. 129.
5. "Reflexiones en defensa de la Química" en Educación Química, vol 2, num 1, enero 1991. p. 9.
6. Kelter, Paul, Op. Cit., p. 130.
7. Candela A. Op. Cit., p. 7. Esta es una conclusión a la que se

llegó a raíz de la revisión que se hizo en el sistema educativo estadounidense para determinar cómo se estaba enseñando ciencia.

8. Candela A. Op. Cit., p. 7-8.
9. Candela, Antonia, "Tendencias internacionales de la enseñanza de las Ciencias Naturales" en Cero en conducta, num 6, julio-agosto, 1986. p. 8.
10. Dos de ellos fueron creados en los Estados Unidos: el Chemical Bonding Approach (CBA), de I.E. Strong y el Chemical Education Material Study (CHEMS) de G.C. Pimentel; el tercero fue de Inglaterra, el estudio de la Nuffield Foundation. Garritz, A. y Chamizo, J.A., "Una panorámica de la educación de la Química en el bachillerato" en Perfiles Educativos, num. 41-42, 1988. p. 5.
11. La observación se considera como un proceso que involucra el análisis de lo que percibe a través de los sentidos para inferir los porqués.
12. Garritz, A y Chamizo, J.A. Op. Cit., p. 5.
13. Candela, A. Op. Cit. p. 9.
15. Desarrollado por la American Chemical Society, 1988.
16. Este proyecto se realizó en varias localidades de Estados Unidos.
17. "Encuentro de profesores de Química del Colegio de Ciencias y Humanidades" en Experimenta, num. extraordinario, enero, 1993: p. 2.
18. En nuestro país fue publicado por la editorial Reverté en 1969 con una "Introducción y guía" un "Manual del profesor" y una "Colección de experimentos".
19. En esta época no preocupaba mucho a los maestros el valor curricular que pudiera tener la elaboración un programa, por lo que en el Centro de Documentación Académica encontramos algunos de 1972 y 1973 que no tenían datos de autor ni lugar de procedencia.
20. Compilación de programas (documento de trabajo), UACB, CCH-UNAM, México, 1975.
21. Programas (documento de trabajo), UACB, CCH-UNAM, México, 1979.
22. Un ejemplo de esto serían los programas elaborados por Irma González Castro en 1980, por Angeles Limón Zamora en 1984 y por Melin Calleros en 1982.

23. El estudio acerca de los programas de cada asignatura se publicó en Cuadernos del Colegio, num. 53, octubre-diciembre, 1991.
24. Este listado se encuentra en orden decendiente de frecuencia de aparición en los diferentes programas y guías. Tamayo Ortega, R. "Física y Química I" en Cuadernos del Colegio, num. 53 octubre-diciembre, 1991 p. 39.
25. Tamayo Ortega, R., Op. Cit., pp. 40-43.
26. Según el estudio de Tamayo Ortega (Op. Cit. p. 51-54), "la diversidad de temas en los programas y las guías de estudio...sólo es aparente, lo que no significa que se aborden de la misma manera". De modo que es evidente que el enfoque metodológico es el que determina las diferencias en los programas, y normalmente éste tiene un sustento teórico que lo respalda.
27. "Encuentro de Profesores de Química del Colegio de Ciencias y Humanidades" en Experimenta num. extraordinario, enero, 1993. p. 4.
28. Op. Cit., p. 5
29. Ibidem
30. Otro ejemplo de esta búsqueda es la propuesta temática y metodológica de Irma Gonzalez, Guillermina Ortega y Silvia Vazquez presentada en la II Conferencia Internacional para profesores de Ciencias Naturales de Oaxtepec, Morelos en julio de 1993, bajo el título "Un enfoque de la enseñanza en el Colegio de Ciencias y Humanidades".
31. Este acuerdo se refiere a la idea más o menos general de que el aprendizaje se da a través de un proceso de construcción aunque no hay consenso en cuanto a la corriente constructivista.
32. Rojano Rodríguez, et al., Propuesta educativa para los cuatro primeros semestres del Area de Ciencias experimentales del bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades. CCH-UNAM, México, agosto 1993. p. 12.
34. Rojano Rodríguez, Op. Cit., p. 12.
34. Rojano Rodríguez, Op. Cit., p. 7.
29. Rojano Rodríguez, Op. Cit., p. 14.
35. Ibidem.
36. Ibidem.
38. "La observación implica el ejercicio de la atención y

- convertir la mera percepción en un proceso activo, complejo y completo en sí mismo". Rojano Rodríguez, Op. Cit., p. 11.
39. Entiendase, toda una serie de aparatos especializados como microscopios, telescopios, espectrografos, etc.
  40. Pinelo Baqueriza; Rojano Rodríguez y Rodríguez Robles. Propuesta de programas indicativos de Química I y Química II para el bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades. CCH-UNAM, México, 30 de julio de 1993.
  41. Citado en Giordan, A y De Vecchi, G., Los orígenes del Saber, Ed. Diana, Sevilla, España, 1988. p. 13.
  42. Giordan y De Vecchi, Op. Cit., p. 11. [El Subrayado es nuestro].
  43. Giordan y De Vecchi, (Op. Cit., pp. 77-78) definen a la estructura conceptual como "una estructura de recepción que permite asimilar o no las nuevas informaciones y un instrumento a través del cual cada uno va a determinar sus conductas y negociar sus acciones". Nosotros consideramos que es, además, una parte de la estructura cognoscitiva, de la cual hablaremos más adelante.
  44. Ibidem.
  45. En León Trueba, A.I., Un estudio acerca de la enseñanza de las Ciencias Naturales a nivel primaria desde una perspectiva constructivista, Tesis, Fac de Química, UNAM, México, 1986. p. 11.
  46. León Trueba, Op. Cit., p. 19. Piaget denomina "operaciones" a las abstracciones reflexivas del sujeto sobre el objeto; estas implican la deducción y la construcción de estructuras abstractas.
  47. León Trueba, Op. Cit., p. 14.
  48. Ibidem.
  49. Giordan y De Vecchi, Op. Cit., pp. 82-83.
  50. García y Caballero, Laura. David P. Ausubel, Fac. de Psicología UNAM, México, 1988. p. 3.
  51. García y Caballero, L. Op. Cit., p. 4.
  52. Ibidem.
  53. García y Caballero, L. Op. Cit., pp. 4-5
  54. Ausubel, citado en García y Caballero, L. Op. Cit., p. 17.
  55. Ibidem.

56. Vid n. 1.
57. Giordan y De Vecchi, Op. Cit., p. 91
58. Ibidem.
59. Giordan y De Vecchi, Op. Cit., p. 181.
60. Giordan y De Vecchi, Op. Cit., p. 186
61. García y Caballero, L. Op. Cit., pp. 2-3.

### CAPITULO III

1. Actualmente hay una discusión en torno a la conveniencia o no de enseñar a diferenciar entre fenómenos físicos y químicos debido a que al señalar que los primeros son aquellos en los que no existe una modificación de la sustancia los alumnos tienen confusiones, ya que hay fenómenos como los cambios de estado en los que la sustancia aparentemente sí se modifica. Por otra parte, a nivel microscópico, un cambio de estado implica una ruptura de enlaces, que es una de las características que se le atribuyen al cambio químico y esto nuevamente crea confusión. Si se mencionan los cambios físicos sólo a nivel macroscópico, los alumnos se confunden puesto que muchas veces observan transformaciones, como la sublimación del yodo, en la que la sustancia adquiere incluso colores distintos, por lo que consideran que hubo un cambio químico, y, finalmente, tienen la idea de que los cambios físicos son reversibles y los químicos no.
2. A la memoria me viene aquella ocasión en que, tras un día lluvioso, apareció esparcido por diversas calles de nuestra ciudad un polvo amarillo al que se confundió con "azufre", no siendo más que polen.
3. Utilizo el término "Método Experimental" debido a que así es como se expresa en los documentos de creación del Colegio; sin embargo, estoy consciente de que no existe UN Método Experimental, sino una serie de metodologías de investigación que involucran aspectos experimentales, las cuales varían de acuerdo a la disciplina, la formación del investigador, etc. En esta propuesta es este último sentido en el que se interpreta dicho término.
4. Chamizo, Jossé Antonio. El maestro de lo infinitamente pequeño. John Dalton. Col. Viajeros del conocimiento. Pangea Editores, México, 1992.
5. Asimov, Isaac Breve historia de la Química. Alianza Editorial, México, 1989.
6. García, Horacio. El investigador del fuego. Antoine L.

Lavoisier. Co Viajeros del Conocimiento, Pangea Editores, México, 1992.

7. Asimov, Isaac. Fotosíntesis, Plaza and Janés editores, España, 1986.

## BIBLIOGRAFIA

### 1. Bibliografía citada

1. Asimov, Isaac. Breve historia de la Química, Alianza Editorial, México, 1989.
2. Asimov, Isaac. Fotosíntesis, Plaza and Janés editores. España, 1986.
3. Candela, Antonia. "Tendencias internacionales en la enseñanza de las Ciencias Naturales" en Cero en conducta, no. 6, julio-agosto, 1986. pp. 7-11.
4. Compilación de programas. (Documento de Trabajo), Colegio de Ciencias y Humanidades, UACB, México, 1975-1976.
5. Chamizo, José Antonio. El maestro de lo infinitamente pequeño: John Dalton. Col. Viajeros del Conocimiento, Pangea Editores, México, 1992.
6. García, Horacio. El investigador del fuego: Antoine L. Lavoisier. Col. Viajeros del Conocimiento. Pangea Editores, México, 1992.
8. El bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades. Información para profesores, UACB, México, 1988.
9. "Encuentro de profesores de Química del Colegio de Ciencias y Humanidades" en Experimenta, número extraordinario, enero 1993.
10. "Exposición de motivos para la creación del Colegio de Ciencias y Humanidades" en Suplemento de la Gaceta CCH 2da. quincena de abril, 1988, pp. 3-5.
11. García Fernández, Horacio. "Reflexiones en defensa de la Química", en Educación Química, vol. 2, num 1, enero, 1991. pp. 8-10.
12. García y Caballero, Laura. David P. Ausubel, Fac. de Psicología, UNAM, México, 1988.
13. Garritz, Andoni y Chamizo, José Antonio. "Una panorámica de la educación de la química en el bachillerato" en Perfiles educativos, num. 41-42, 1988.
14. Giordán, A. y De Vecchi, G. Los orígenes del saber, Ed. Diana, Sevilla, España, 1988.
15. González Castro, Irma, et al. Química I, Programa, Plantel Azcapotzalco del CCH, México, 1980.
16. González, Irma; Ortega, Guillermina y Vázquez, Silvia. Un

enfoque de la enseñanza en el Colegio de Ciencias y Humanidades. Ponencia presentada en la II Conferencia Internacional para profesores de Ciencias Naturales. Oaxtepec, Morelos; México, julio 1993.

17. Guerrero Salinas, Ma. Elsa; Guzmán Marín, Lilia. Estudio exploratorio sobre los egresados del Colegio de Ciencias y Humanidades en su primer año de estudios profesionales, Sria. de Planeación, CCH-UNAM, México, 1990.
18. Hernández Millán, Gisela. "La enseñanza de la Química a nivel medio superior. Reflexiones y propuestas"
19. Kelter, Paul. "Razones por las que la enseñanza de las ciencias debe cambiar" en Educación Química, vol. 3, num. 2, abril, 1992 pp. 129-130.
20. "La metodología en el Colegio de Ciencias y Humanidades" en Gaceta UNAM, Tercera época, vol III, num. 32, 15 de noviembre, 1971.
21. León Trueba, Ana Isabel. Un estudio experimental sobre el aprendizaje de las Ciencias Naturales en educación primaria desde una perspectiva constructiva. Tesis, Fac. de Química, UNAM, México, 1986.
22. Martínez Montes, Guadalupe T.; Morán López, Patricia. "Aproximaciones para una descripción de la práctica docente en el Area de Talleres" en Cuadernos del Colegio, num. 39-40, abril- septiembre, 1988. pp. 11-22.
23. Melín Calleros, L; Melín Calleros, J. Programa de Química I, abril, 1982.
24. Palencia Gómez; et al. "Una hipótesis del porqué y para qué del bachillerato". Simposium Internacional del Bachillerato, UNAM; México, 1981.
25. Pinelo Baqueriza; Rojano Rodríguez; Rodríguez Robles Propuesta de programas indicativos de Química I y Química II para el bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades. CCH-UNAM, México D.F., 30 de julio de 1993.
26. Programas (Documento de Trabajo), CCH-UACB, México, 1979.
27. "Reglas y criterios de aplicación del Plan de Estudios" en Gaceta UNAM, 1° de febrero, 1971. pp. 12-14.
28. Rojano Rodríguez, et al. Propuesta educativa para los cuatro primeros semestres del Area de Ciencias Experimentales del bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades CCH-UNAM, México, agosto 1993.
29. Rojano Rodríguez; Ramirez Maldonado; Martínez Pelaez.



- "Aproximación a la docencia del Area de Ciencias Experimentales" en Cuadernos del Colegio, num. 39-40, abril-septiembre, 1988. pp.3-10.
30. Sánchez Bustos, Ma. Estela. Lo que ignoran nuestros programas de estudio. Ponencia presentada en la VI Semana Académica del CCH. Plantel Vallejo., octubre de 1992.
  31. "Se creó el Colegio de Ciencias y Humanidades" en Suplemento de la Gaceta CCH, num. 1, 1ra. quincena de abril, 1988 p. 3
  32. Tamayo Ortega, Ramón. "Física I y Química I" en Cuadernos del Colegio, num. 53, octubre-diciembre, 1991. pp. 13-53.
  33. "Trabajo colectivo en el Plan de Estudios del Colegio" en Suplemento de la Gaceta CCH, num 3, 1ra. quincena de mayo, 1988. pp. 1-3.

## 2. Bibliografía Consultada

1. American Chemical Society. Chemistry in the Community (ChemCom), Kendall/Hunt Publishing Company, USA, 1988.
2. "Áreas de conocimiento" en Suplemento de la Gaceta CCH, 2da. quincena de mayo, 1988. p.4.
3. Averbuj, Eduardo. El hierro se volvió oro. Historia de la Química, Questio. Montena Aula, España, 1988.
4. Carreón Ramírez, Luis; Sergio Cuellar, Raúl. "Algunos elementos sobre la problemática del Area Histórico-Social" en Cuadernos del Colegio, num. 39-40, abril-septiembre, 1988. pp.23-29.
5. Cataño C, Sylvia "Ciencia y educación ¿para qué?" en Educación Química, num. 2, vol. 1, enero 1991. pp. 12-14.
6. "Contenidos programáticos". Ponencia presentada en el 1er. Encuentro Metropolitano de Profesores de Química en el Nivel Medio Superior, Colegio de Bachilleres. México, enero 1993.
7. Córdova Frunz, José Luis. La Química y la cocina, Col. La Ciencia desde México, num 93, FCE-CONACYT, México 1990.
8. García, Horacio. El Químico de las Profecías: Dimitri I. Mendeléiev. Col Viajeros del Conocimiento. Pangea Editores, México, 1992.
9. Primera aproximación a la revisión del Plan de Estudios. Documento de trabajo para la Semana Académica. Comisión del Area de Ciencias Experimentales para la revisión del Plan de Estudios; CCH-UNAM, México, 25 de septiembre de 1992.

10. Segunda aproximación a la revisión del Plan de Estudios. Documento de toma de posición. Comisión del Area de Ciencias Experimentales para la revisión del Plan de Estudios, CCH-UNAM. México, 23 de abril 1993.
11. Talanquer A. Vicente. "¿Qué pasa en nuestra secundaria?" en Educación Química, num. 2, abril, 1990. pp. 92-95.