

8
24.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA



**EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA**

**“LA ENSEÑANZA EXPERIMENTAL DE LA QUIMICA
EN LA DIVISION DE CIENCIAS BASICAS DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
Q U I M I C A
P R E S E N T A :

MARIA GUADALUPE CALDERON CASTELLANOS



MEXICO, D. F.

1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO

Presidente	Prof. Muller Carrera Graciela
Vocal	Prof. Bascañán Blaset Natalio Anibal
Secretario	Prof. Garduño Sánchez S. Gustavo
1er. Suplente	Prof. Valadez Cuenca Eduardo
2do. Suplente	Prof. Guerrero Ambriz Angelina

Sitio donde se desarrolló el tema:

División de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

Asesor del tema:

M. en C. Müller Carrera Graciela

Sustentante:

María Guadalupe Calderón Castellanos



M. en C. Calderón S.

**"A more practiced eye,
A more receptive ear,
A more fluent tongue,
A more involved heart,
A more responsive mind."**

Rebecca L. Oxford

A Papá Pepe y Mamá Asumary.

A Papá Paco y Mamá Lupita.

A mis hermanos Daniel y Raquel.

A mis tíos, tías, primos y primas.

A mi asesora, la maestra Graciela.

A mis maestros Alejandro, César, Diana, Federico, y Kazuko.

A Gabriel, Citlali, Ma. Elenita, y Rosi.

CONTENIDO

TEMA	PÁG.
1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1 Origen del problema	6
1.2 Planteamiento del problema	7
1.3 Organización y metodología empleada para la solución del problema	8
2. ANTECEDENTES.....	10
2.1 Marco histórico y social	10
2.2 Marco institucional	11
2.3 Marco educativo	14
3. DESARROLLO.....	16
3.1 FASE I	16
3.1.1 Acondicionamiento del laboratorio de química	17
3.1.2 Puesta en marcha del laboratorio de química	18
3.2 FASE II	22
3.2.1 Perfil del Ingeniero	23
3.2.2 Asignaturas relacionadas con la asignatura de química	25
3.2.3 Contenido del nuevo programa de la asignatura de química	28
3.2.4 Prácticas de la asignatura de química	29
3.3 FASE III	31
3.3.1 Fundamentos teóricos	31
3.3.2 Análisis de la condiciones actuales de trabajo en la DCBF1	48
3.3.3 Propuesta de trabajo para el laboratorio de química (1205) de la DCBF1	52
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	59
5. CONCLUSIONES.....	67
6. BIBLIOGRAFÍA.....	74
7. APÉNDICES.....	79
i) Cuestionario A	79
ii) Cuestionario B	80
iii) Planes de estudio de las licenciaturas de Ingeniería	85
iv) Programa de la asignatura Química (Clave 1406)	86
v) Programa de la asignatura Química (Clave 1205)	90
vi) Formato de la práctica "Ley de la conservación de la materia"	94
vii) El constructivismo	97

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Origen del problema

En 1993, un conjunto de circunstancias permitieron un replanteamiento de la enseñanza en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México. Los planes de estudio de todas las licenciaturas serían modificados bajo las premisas de los acuerdos de la Unión Panamericana de Ingenieros (UPADI) para mantener los estándares de excelencia que siempre han caracterizado a esa institución. Un plan de estudios para estudiar una licenciatura dentro de la Facultad de Ingeniería está dividido en asignaturas obligatorias y asignaturas optativas. Las asignaturas optativas se toman al final de la carrera y generalmente abarcan especialidades dentro de la Ingeniería que se estudie. Las asignaturas obligatorias están divididas en ciencias básicas, ciencias de la ingeniería y otras asignaturas. Las asignaturas que pertenecen a las ciencias básicas deben ser cursadas por todos los estudiantes de ingeniería y se imparten dentro de la División de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería (DCBF1).

Anteriormente, la química estaba presente en solo siete de las once licenciaturas de la Facultad de Ingeniería. Para dos de ellas (Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial) era considerada asignatura básica y, para otras cuatro de ellas (Ingeniería Geofísica, Ingeniería Geológica, Ingeniería de Minas y Metalurgia, Ingeniería Petrolera) era considerada dentro de las "otras asignaturas" del plan de estudios. Los nuevos planes de estudio incluyen a la

Química como asignatura básica para todas las licenciaturas Esta inclusión de la asignatura dentro del curriculum general contemplo tanto el aspecto teórico como el experimental. En años anteriores, la enseñanza de la materia en la División era casi exclusivamente teórica. De ahí la urgente necesidad de poner en marcha un laboratorio que diera servicio a las generaciones posteriores a la generación 93 de acuerdo a los nuevos lineamientos académicos de la Facultad

1.2 Planteamiento del problema

La Facultad de Ingeniería pensaba implementar nuevos Planes de Estudio con la generación que ingresaría en el año de 1994, planes que implicaban el problema de la incorporación *de facto* de la enseñanza experimental dentro de la asignatura de Química. Para abordarlo recurrieron a la División de Ciencias Básicas para que propusiera posibles soluciones al problema

La coordinación de la asignatura de Química está adscrita al departamento de Física que, a su vez, depende de la jefatura de la División I a coordinación estaba a cargo del Ing. José Luis Tinoco quien se preocupó, junto con el Dr. Rogelio Soto, de poner en funcionamiento un laboratorio adecuado a las necesidades de la "nueva" asignatura. Los recursos con los que se contaba eran las instalaciones del laboratorio de Termodinámica y de Óptica, algunos equipos para prácticas y material de vidrio, y algunos profesores de la División con experiencia en la enseñanza de química. La tarea era organizar un laboratorio

de acuerdo a los nuevos planes de estudio que fuera eficiente en su funcionamiento y que, al mismo tiempo, fuera relevante para el futuro ejercicio profesional de los estudiantes.

La presente investigación comprende el estudio de la evolución de la enseñanza experimental de la asignatura de Química dentro de la División de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería (DCBFI) El modelo de investigación seguido es el de "maestro como investigador"¹ Se emplean métodos cualitativos de recopilación de datos, como la encuesta y la entrevista, junto con una investigación bibliográfica en la literatura pertinente a fin de generar una propuesta de trabajo alternativa para el laboratorio de Química de la DCBFI.

1.3 Organización y metodología empleada para la solución del problema

El proyecto consta de tres partes. Dos de las cuales se realizaron en la Facultad de Ingeniería. Una fase previa o FASE I en la que se participó activamente para organizar el laboratorio de química de la DCBFI Una fase de observación o FASE II en la que se colaboró para describir la evolución de la enseñanza experimental de la asignatura de Química en el periodo de 1993 a la fecha dentro de la DCBFI. Una fase terminal o FASE III donde se sugieren algunas propuestas para el laboratorio de acuerdo a los últimos adelantos en educación experimental con base en la experiencia de las Fases I y II y en la filosofía educativa que se expondrá en este trabajo

¹ Anteriormente, se incorporaba un investigador externo al entorno del salón de clases. En la actualidad se recomienda que el maestro sea el investigador. Esto, según Burgess (1988), disminuye el estrés y favorece la investigación.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO SEGUIDO:

FASE I

- a) Acondicionamiento del laboratorio para la asignatura de Química
- b) Puesta en marcha del laboratorio de esta asignatura.

FASE II

- c) Examinar el perfil del ingeniero que se requiere para las once licenciaturas.
- d) Examinar los planes de estudio para encontrar las asignaturas relacionadas con Química.
- e) Examinar los contenidos de la asignatura de Química
- f) Examinar las prácticas de la asignatura de Química

FASE III

- g) Realizar una revisión bibliográfica en la literatura pertinente (1990-1996).
- h) Confrontar la realidad de la DCBFI con lo reportado en la literatura.
- i) Dar una propuesta de trabajo para el laboratorio de la asignatura

Pero este plan solo puede ser entendido basándonos en el contexto histórico social en el que se desarrolla, por ello se presentarán en mas detalle los antecedentes a los que ya nos hemos referido en la sección I I

2. ANTECEDENTES

2.1 Marco histórico y social

En la década de los ochentas, México entró en una gran crisis económica. Dio fin a la política de protección al sector productivo interno e ingresó al GATT. Nuestro país se encontraba en plena globalización económica. El siguiente paso importante fue en 1990, cuando comenzaron las negociaciones del Tratado de Libre Comercio con los Estados Unidos y Canadá. Si el TLC se firmaba significaría grandes cambios políticos, sociales, económicos y educativos para nuestra sociedad.

La sociedad mexicana, como cualquier otra, está constituida por individuos que necesitan estar preparados para responder a esos cambios. Ante la competencia internacional que significaría el TLC, se necesitarían nuevas tecnologías capaces de competir en el nuevo mercado. Por este motivo, la educación superior era responsable de dar respuestas casi inmediatas a los retos que se generarían a partir de este nuevo panorama.

Los ingenieros son uno de los estamentos clave en el desarrollo tecnológico de un país. Ellos se encargan de dar soluciones a un gran número de procesos organizativos y productivos para asegurar un avance sostenido del aparato productivo. Para dar una respuesta a lo anterior, dentro de la Facultad se intensificó la labor de actualización de los Planes de Estudio. Como un reflejo de lo que estaba pasando con nuestro país, la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México requería una globalización

de la educación impartida dentro de sus aulas. Esto se lograría a partir de una redefinición de sus metas y objetivos y, como consecuencia, de los Planes de Estudio con los que se alcanzan.

2.2 Marco institucional

En una primera instancia, la Facultad realizó una revisión preliminar de los planes de estudio que comenzó a mediados de los años ochenta y culminó en 1990. Después, debido al TLC, el mercado de trabajo para las profesiones de ingeniería se abrió a la competencia internacional. Esto significaba crear las condiciones para lograr las acreditaciones internacionales a fin de que los ingenieros mexicanos pudieran ejercer en Estados Unidos y Canadá. Sin embargo, una de las primeras dificultades consistió en que los contenidos de los planes de estudio no eran los mismos en esos países. Tampoco se contaba con la infraestructura, como los exámenes y los comités de pares, para regular estas acreditaciones. Surgió entonces, de nueva cuenta, la necesidad de actualizar los planes de estudio para todas las licenciaturas de la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES) propusieron en 1992 los criterios de evaluación para los estudios de ingeniería. Dentro de este documento podemos encontrar los siguientes lineamientos:

“[la ingeniería es] una profesión que a través del conocimiento y aplicación de las matemáticas y las ciencias naturales, integradas con el estudio, la experiencia y la práctica, desarrolla un conjunto de métodos que utiliza, con economía y respeto al medio ambiente, en beneficio de la humanidad, los materiales y fuerzas de la naturaleza. Además de las asignaturas pertinentes, se deberá contar con estudios

dentro de las ciencias básicas] El objetivo de los estudios de las ciencias básicas será proporcionar el conocimiento fundamental de la naturaleza de los fenómenos, incluyendo sus expresiones cuantitativas, deberán incluir química básica, y física en niveles y enfoques adecuados y actualizados, manejados ambos con cálculo y con un mínimo de dos semestres . . . [además de contar con] un conjunto de experiencias apropiadas en laboratorios y talleres que sirvan para combinar elementos de teoría con la práctica, que de acuerdo a la disciplina de que se trate, tendrá un valor mínimo de horas” CIEES(1992)

La inclusión de las ciencias básicas como las matemáticas, la física y la química dentro de un tronco común para todas las licenciaturas de ingeniería fue una de las modificaciones más importantes que se hicieron para la actualización de los planes de estudio de acuerdo a estos criterios. Estas asignaturas son cursadas por los estudiantes de ingeniería de los países del Primer Mundo. En el año de 1993, se formaron diversos grupos de trabajo dentro de la Facultad integrados por profesores con amplia experiencia profesional y docente para proponer reformas acordes con la nueva realidad del país. Estas comisiones estuvieron encargadas de examinar los planes de estudio recomendados por organismos tan prestigiados como la Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros (UPADI) o la Real Academia Sueca de Ciencias de la Ingeniería o Ingenjorsvetenskapsakademien (IVA), por citar algunos ejemplos, para luego proponer los nuevos planes de estudio al Consejo Técnico de la Facultad.

Una de las ciencias básicas que se recomendaban una y otra vez en las discusiones de actualización era la química. La importancia de la inclusión de la Química como materia básica para todas las carreras se dio a conocer en una conferencia dictada a los profesores por el director de la Facultad de Ingeniería, el Ing. J. M. Covarrubias (1993), de donde se destacan algunos puntos que atañen al presente trabajo.

- a) Si no se aprenden bien las ciencias básicas (física, química y matemáticas) durante los años formativos será casi imposible recuperar estos conocimientos durante el ejercicio profesional.
- b) Se insiste en que una preparación sólida en las ciencias básicas es fundamental para una preparación adecuada en las "ciencias de la ingeniería". Esto permitirá que el futuro ingeniero sea capaz de actualizarse con mayor facilidad
- c) Es indispensable reforzar aspectos socio-humanísticos en la formación profesional, así como actitudes de respeto a normas éticas, al medio ambiente y a la naturaleza
- d) La formación de los ingenieros debe ser más general y no pretender encauzarlos a una especialización prematura y encasillante
- e) Se requiere de un cambio de actitud de parte del sector industrial para que colabore dentro de los programas de formación de ingenieros
- f) El nivel requerido para realizar estudios en una licenciatura está muy por debajo de lo deseable

El Ing. José Luis Tinoco Osuna, profesor de la materia en la DCBFI, consideró importante vitalizar el área más fundamental de esta ciencia: el laboratorio de química. Pensó que si se realizaba un esfuerzo para tener un programa de laboratorio, dada la naturaleza netamente experimental de la química, los alumnos encontrarían menos árida la asignatura y podrían darse cuenta de la relación entre esta y sus respectivos estudios. Para lograr un resultado óptimo, el Ing. Tinoco decidió solicitar la colaboración de un químico y trabajar interdisciplinariamente para poner en funcionamiento un programa de enseñanza experimental adecuado a las necesidades de la División

2.3 Marco educativo

A finales de los años setenta comenzaron a estar en boga nuevas corrientes filosóficas dentro de la psicología de la educación. La tendencia general era abandonar el conductismo y optar por el cognoscitivismo. Este modo de pensar se reflejó dentro de las aulas en un cambio de actitud en la forma de enseñar, ahora se pretende que el alumno sea el responsable de su propio aprendizaje.

El conductismo está caracterizado por una explicación estímulo-respuesta del aprendizaje la cual requiere un resultado positivo de una conducta observable. El aprendiente es un receptor pasivo del conocimiento. En cambio, el cognoscitivismo se ocupa de los procesos cognoscitivos o mentales del aprendiente. Éste es un participante activo dentro del proceso de aprendizaje y la estructuración del conocimiento se verá influenciada por su experiencia previa. Existen además, otras tendencias epistemológicas que pueden combinarse a las dos anteriores. Por ejemplo, el objetivismo, que proclama que sólo existe una verdad objetiva, absoluta e incondicional que el aprendiente descubre durante el proceso de aprendizaje. Aquí, el aprendiente observa el orden inherente al mundo. El contenido y la evaluación están a cargo de un experto. O bien, por otra parte, en el constructivismo (ver apéndice VII p 97), en donde el aprendiente impone un orden al mundo. Un concepto fundamental de este último es el de la negociación del conocimiento para desarrollar un significado mutuo. Dentro de esta filosofía, el aprendiente determina qué y cómo aprenderá y como se evaluará el aprendizaje (Sanger, 1996).

Los *liberal arts colleges* de los Estados Unidos pretenden “desarrollar la habilidad para pensar e incrementar los conocimientos generales en un individuo para que este sea capaz de utilizar su potencial al máximo”². Una parte importante de las investigaciones pioneras, en el terreno de la aplicación de estas corrientes psicológicas a la enseñanza dentro del salón de clases, se realizaron en este tipo de escuelas de nivel superior. En México, esta nueva tendencia educativa comienza a manifestarse hasta los años ochenta de manera esporádica en algunas instituciones de nivel medio y superior.

² *Longman Dictionary of Contemporary English*, Longman, G. B., 1995

3. DESARROLLO

3.1 FASE I

En el periodo lectivo 93-1, se observó cómo se impartía la asignatura de Química (Clave: 1406) en la División de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería (DCBFI) de la UNAM para las licenciaturas de Ingeniero Mecánico e Ingeniero Industrial. La parte experimental de la asignatura era prácticamente nula pues existían una serie de dificultades:

- a) No había un espacio físico destinado especialmente a la enseñanza experimental de Química.
- b) Se tenían algunos aparatos, sustancias químicas y material de laboratorio pero no se tenía un acceso fácil para utilizarlos.
- c) No existía un programa definido de prácticas, ni se adecuaba la teoría al laboratorio cuando se llegaba a hacer alguna práctica.
- d) Había una gran falta de motivación por parte de los alumnos y maestros con respecto al laboratorio. Aquellos al no entender el porqué de una asignatura que sentían ajena y sin aplicación a su formación profesional y éstos por la falta de organización y la "pérdida" de tiempo.

Por las razones anteriormente expuestas era difícil que el profesor de la materia realizara experiencias de laboratorio y prefería hacer aclaraciones de dudas o series de problemas en las horas asignadas a éste por considerarlo más provechoso.

3.1.1 Acondicionamiento del laboratorio de química

Durante el intersemestre previo al semestre 93-2, se realizó la fase I de este trabajo que consistió en una organización del laboratorio. Las actividades que se llevaron a cabo fueron:

- a) Investigar acerca de los requerimientos de construcción para un laboratorio adecuado a la enseñanza de la Química. Al hacer inventario de las necesidades de los nuevos planes de estudio, la DCBFI se percató de la importancia de tener instalaciones adecuadas para la enseñanza experimental y contempló la construcción de nuevas instalaciones. Debido a esto se realizó una consulta en la biblioteca de la Facultad de Química para informarse sobre las dimensiones y requerimientos básicos de un laboratorio de Química General principalmente en obras de Organismos Internacionales que dan recomendaciones al respecto.
- b) Enlistar el material, los reactivos y los aparatos existentes, pedir algunas cotizaciones, y conseguir ciertos reactivos que se pensaban utilizar en las prácticas. Buscar información sobre el reciclaje o disposición de desechos que se generarían en las prácticas. La información sobre la disposición adecuada de los desechos generados era muy escasa en 1993. Existía muy poca bibliografía en México y el departamento de reciclaje dentro de la Facultad de Química estaba empezando a funcionar.
- c) Traducir manuales, como el de la balanza OHAUS y el equipo para medir la relación de carga/masa, para que los alumnos pudieran utilizarlos. La traducción fue motivada porque en 1993, la gran mayoría de los alumnos que cursaban la materia no tenían un grado aceptable de comprensión de lectura en inglés.

d) Conseguir un espacio para realizar las prácticas. Esto no fue difícil porque se contó con el apoyo de los laboratorios asignados a Termodinámica o a Óptica, cuyos responsables eran el Dr Rogelio Soto y el Ing. Tinoco respectivamente.

e) Indagar los recursos humanos con que se contaba

Con todos estos elementos se montó el laboratorio y procedió finalmente a trabajar en un esquema de prácticas que se desarrollarían durante el semestre 93-2.

3.1.2 Puesta en marcha del laboratorio de química

Los objetivos en esta primera fase fueron dos:

1) Hacer uso eficiente de las instalaciones y recursos materiales del laboratorio.

Se solicitó a los profesores que llevaran a sus alumnos de Ingeniería Mecánica e Industrial al laboratorio en las horas indicadas en el programa. Los grupos estaban integrados por alrededor de cincuenta alumnos. La organización resultó bastante eficiente. Las sesiones de laboratorio se realizaron dentro del tiempo asignado y según el programa de teoría.

2). Proponer prácticas que correspondieran con el contenido de la teoría

La materia Química (Clave 1406), cuyo programa de estudios se aprobó por el Consejo Técnico el 30 de agosto de 1990, estaba contemplada dentro del segundo semestre como un curso de 8 créditos con 4.5 horas/semana de teoría y 2.0 horas/semana de práctica. A continuación se cita, en forma breve, el programa de la materia y se remite al lector al apéndice IV en la p 86 para ver el programa completo.

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA DE QUÍMICA (CLAVE: 1406)

OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA Analizar los conceptos básicos de la química para capacitar al estudiante en su aplicación en la solución de problemas, así como desarrollarle su capacidad de observación y de manejo de instrumentos experimentales

Temas:	Hrs Teoria	Hrs Practica
I. Estructura atómica	7.0	2.0
II. Fuerzas interatómicas y moleculares	10.5	3.0
III. Clasificación de los elementos	3.5	1.0
IV. Fórmulas, composiciones y ecuaciones químicas	7.0	2.0
V. Termodinámica química	10.5	3.0
VI. Cinética química	7.0	2.0
VII. Electroquímica	7.0	2.0
VIII. Introducción a la química orgánica	3.5	1.0

En lo referente al programa de laboratorio se disponía de formatos escritos por el Dr Soto para tres prácticas que eran "Titulación de un ácido débil por una base fuerte", "Determinación de ácido acético salicílico en la aspirina" y "Entalpía de reacción". Ocasionalmente, además de aquellas, se realizaban las prácticas de "Relación carga/masa del electrón" y "Caracterización magnética de materiales" las cuales no tenían un formato escrito

Tomando como base los temas de la asignatura en teoría y las prácticas existentes se empezó a estructurar una primera propuesta de prácticas

PROPUESTA DE PRÁCTICAS PARA EL SEMESTRE 93-2

- 1) **Relación carga/masa del electrón (Cuestionario)**
- 2) **Equipo de laboratorio y medidas de seguridad (Cuestionario)**
- 3) **Reacciones químicas (Cuestionario)**
- 4) **Titulación de un ácido débil por una base fuerte (Cuestionario)**
- 5) **Determinación de ácido acetil salicílico en cafi aspirina (Cuestionario)**
- 6) **Caracterización magnética de materiales (Cuestionario)**
- 7) **Entalpia de hidratación (Cuestionario)**
- 8) **Entalpia de reacción (Cuestionario)**
- 9) **Proyecto de Investigación (Síntesis de Ácido acetil salicílico)**

Las prácticas elaboradas por el Dr. Soto fueron aceptadas y ocupan los sitios 4, 5, 8; aquellas que no tenían formato escrito, fueron adaptadas y redactadas y se convirtieron en las prácticas 1, 6. Las que ocupan los lugares 2, 3, 7 y 9 fueron propuestas como prácticas nuevas. Además, la práctica 5 sirve como el examen práctico requerido por el sistema de evaluación dentro de los laboratorios de la DCBFI. Se escogió por la ventaja de que los alumnos ya conocen la técnica empleada así que pueden concentrarse en resolver el problema real que se propone. Por último, todas las prácticas incluyen un cuestionario previo para que el alumno tenga una guía de los conocimientos necesarios para comprender mejor la práctica.

Estas prácticas se llevaron a cabo durante el semestre 93-2 con un grupo piloto integrado por estudiantes de las licenciaturas de Ingeniería Industrial y Mecánica que cursaban la asignatura de Química con el programa arriba mencionado. La evaluación de cada práctica era realizada una

semana después por medio de cuestionarios que contestaban los alumnos. Se recibieron e incorporaron recomendaciones de ellos tales como

- a) Eliminar la práctica "Proyecto de investigación", porque no se podía realizar correctamente bajo las condiciones de trabajo de la DCBFI: se requerían conocimientos de química orgánica que difícilmente se llegaban a ver en teoría. Los grupos de laboratorio eran muy grandes (~50 alumnos) y no se disponía de suficiente tiempo al final del semestre
- b) Se sugirió incorporar la práctica "Reacciones Químicas" dentro de la práctica de "Titulación de un ácido débil por una base fuerte" para optimizar tiempo debido a su corta duración, o bien, aprovecharla para incorporar una pequeña introducción al concepto de pH y de indicadores visuales con la colorada
- c) Se encontró también un gran interés por parte de los alumnos para hacer prácticas de química orgánica, electroquímica, o de estado sólido

En el semestre 94-1, los nuevos formatos escritos de las prácticas estaban al alcance de los maestros que impartían la asignatura en su parte experimental. Se consideró útil una reordenación de las prácticas para que el laboratorio estuviera a la par de la teoría.

PROPUESTA DE PRÁCTICAS PARA EL SEMESTRE 94-1

- 1) Equipo de laboratorio y medidas de seguridad (Cuestionario)
- 2) Relación carga/masa del electrón (Cuestionario)
- 3) Caracterización magnética de materiales (Cuestionario)
- 4) Reacciones químicas (Cuestionario)
- 5) Titulación de un ácido débil por una base fuerte (Cuestionario)

6) Determinación de ácido acetil salicílico en cafeína (Cuestionario)

7) Entalpia de hidratación (Cuestionario)

8) Entalpia de reacción (Cuestionario)

En una segunda evaluación realizada en el semestre 94-1, se eliminó la práctica de "Entalpia de hidratación" y la de "Reacciones Químicas". Se argumentó que la primera podría resultar repetitiva ya que se abordaba el tema de entalpia visto en una práctica previa, sin embargo, la carga horaria para laboratorio en el tema de termodinámica era una de las más grandes. También se dijo que la segunda era muy corta y podría resultar superflua porque se veían reacciones en casi todas las otras prácticas. En este semestre algunos grupos realizaron una práctica relacionada con polímeros para cubrir la parte de química orgánica.

3.2 FASE II

Para este momento algunos de los problemas arriba mencionados estaban parcialmente resueltos:

- a) Además del laboratorio de Termodinámica, se acondicionó otro local para uso exclusivo del laboratorio de Química. Allí se llevó todo el instrumental, equipo y reactivos que se tenían.
- b) Se refinó el programa de prácticas para que concordara con la teoría. Esto permitió dar laboratorio a todos los grupos de teoría de una manera sistematizada y sin pérdida de tiempo. A partir de este semestre, la inscripción al laboratorio se hizo en forma independiente a la teoría para que todos los alumnos pudieran tener las horas señaladas de laboratorio. El horario de laboratorio se fijó de lunes a sábado con turno matutino y vespertino.

Todo el trabajo anterior fue la infraestructura para que la generación de 1994 pudiera tomar por primera vez la asignatura Química (Clave 1205) durante el semestre 94-2. La segunda fase del proyecto, presentada a continuación, consiste en describir el desarrollo de la enseñanza experimental del nuevo programa de la asignatura Química (Clave 1205) aprobado el 12 de agosto de 1993. Dentro del nuevo plan de estudios, la asignatura se considera obligatoria para las once licenciaturas de ingeniería a diferencia de las cinco que antes la cursaban. La demanda de laboratorio para todos los estudiantes requería de un esfuerzo por parte de un mayor número de personas por lo que se reunió un equipo de trabajo formado por ingenieros y químicos para atender estas necesidades.

3.2.1 Perfil del Ingeniero

Cada licenciatura tiene su propio perfil pero todas coinciden en que la formación del futuro ingeniero debe ser más sólida en las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, como se vio anteriormente.³

El futuro ingeniero, sin importar su orientación, debe ser creativo, ser capaz de trabajar en equipo, comunicarse en forma oral, escrita y gráfica, tener iniciativa, tener capacidad de adaptación a los cambios en el medio ambiente, condiciones de vida y trabajo en su profesión, tener capacidad de coordinar personas y grupos multidisciplinarios e interdisciplinarios, tener capacidad de crear tecnologías propias mediante la investigación; tener una ética profesional impecable y tener una actitud de servicio a la sociedad. En lo que respecta a la química se menciona que debe existir una conciencia del daño ecológico que puede causar el desempeño de su profesión.

³ Cfr. 2.2 Marco Institucional

Dentro de los nuevos planes de estudios, el perfil del ingeniero considera tres rubros:

- a) Conocimientos
- b) Aptitudes y habilidades
- c) Actitudes

En la tabla 3.1 se enlistan los requerimientos que conciernen a la química para cada una de las licenciaturas (Ver en la bibliografía los respectivos planes de estudio)

TABLA 3.1 PERFIL DEL INGENIERO POR LICENCIATURA

LICENCIATURA	CLAVE	PERFIL
Ingeniero Civil	ICi	CONOCIMIENTOS - Manejar con soltura y profundidad los conocimientos de física, matemáticas y química que permiten desarrollar las teorías de las ciencias de la Ing. Civil. APTITUDES Y HABILIDADES - Tener capacidad de observar e interpretar los fenómenos físicos de la naturaleza. - Tener habilidad para planear y evaluar los impactos ecológicos, sociales y económicos de los proyectos. CONOCIMIENTOS - [] conocimientos sólidos tanto de las matemáticas y la física, y con conocimientos generales de la química. []
Ingeniero en Computación	ICo	CONOCIMIENTOS - [] conocimientos sólidos tanto de las matemáticas y la física, y con conocimientos generales de la química. []
Ingeniero Eléctrico Electrónico	IEe	APTITUDES Y HABILIDADES - Modelar fenómenos físicos mediante el conocimiento sólido de las matemáticas, física y química.
Ingeniero Geofísico	IGf	CONOCIMIENTOS - Manejar con soltura y profundidad los conocimientos de matemáticas, física, química y geología que le permitan comprender, aplicar y desarrollar la teorías de la Ing. Geofísica. ACTITUDES - Tener conciencia sobre las consecuencias de su actividad en el medio ambiente físico y social.
Ingeniero Geólogo	IGl	APTITUDES Y HABILIDADES - Tener las habilidades para las matemáticas, física y química y ciencia relacionadas con el estudio de la tierra.
Ingeniero Industrial	IIn	CONOCIMIENTOS - Debe tener una disciplina de razonamiento mediante el conocimiento sólido de las matemáticas [], así como de leyes de la física y la química. APTITUDES Y HABILIDADES - Debe tener la capacidad de aplicar el razonamiento científico al estudio de problemas prácticos. ACTITUDES - Debe ser muy consciente del impacto ambiental en el desarrollo de sus actividades profesionales.
Ingeniero Mecánico	IMe	Idem para IIn
Ingeniero de Minas y Metalurgista	IMin	CONOCIMIENTOS - Debe contar con una preparación sólida en matemáticas y fenómenos físicos y químicos
Ingeniero Petrolero	IPe	CONOCIMIENTOS - Conocimientos en ciencias básicas Matemáticas, Física y Química. ACTITUDES - Conciencia del impacto ambiental y social de sus actividades

LICENCIATURA	CLAVE	PERFIL
Ingeniero en Telecomunicaciones	ITc	CONOCIMIENTOS: -[...] conocimientos sólidos de los principios básicos de las áreas de física, las matemáticas y la química [...] APTITUDES Y HABILIDADES: - Realizar el diseño y desarrollo especial de componentes y partes de los sistemas de comunicaciones.
Ingeniero Topógrafo y Geodesta	ITg	CONOCIMIENTOS: - Conocimientos básicos de física, matemáticas y química APTITUDES Y HABILIDADES: - Capacidad para observar e interpretar los fenómenos de la naturaleza. - Destreza manual

3.2.2 Asignaturas relacionadas con la asignatura de química

En la tabla 3.2 se detallan las asignaturas de los nuevos planes de estudio relacionadas con la asignatura de Química (Clave 1205) para cada licenciatura. El propósito de esta búsqueda es encontrar temas dentro las asignaturas posteriores al curso Química (Clave: 1205) que puedan ser útiles para hacer más significativo el aprendizaje en la materia. (Ver bibliografía y el apéndice III en la p 85 para la ubicación de las asignaturas mencionadas en los diferentes semestres de los planes de estudio de las licenciaturas.)

TABLA 3.2 ASIGNATURAS RELACIONADAS CON QUÍMICA(1205)

CLAVE (Licenciatura)	ASIGNATURAS	CONTENIDOS RELACIONADOS CON QUÍMICA
ICi	- IMPACTO AMBIENTAL - TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	- oxígeno disuelto en el agua, demanda bioquímica de oxígeno, ciclos biogeoquímicos, dispersión atmosférica de contaminantes. - gases disueltos, equilibrios químicos en la composición del agua, aguas residuales y tratadas, suspensiones, cloración, riesgos del cloro y cloradores, permeabilidad de suelos
ICo		No se encontraron asignaturas que sigan directamente a química Existe una relación indirecta con la asignatura de CONTROL ANALÓGICO
IEc	- ENERGÍA E IMPACTO AMBIENTAL	- energéticos no renovables como petróleo, carbón, gas, uranio; efecto invernadero, ozono, lluvia ácida, precipitadores electrostáticos; lavadores de gases, contaminación por motores de combustión interna

CLAVE (Laboratorio)	ASIGNATURAS	CONTENIDOS RELACIONADOS CON QUIMICA
IGf	<ul style="list-style-type: none"> -CONTAMINACION DE LA AGUA SUBTERRANEA -EXPLORACION GEOQUIMICA MINERA. -FUNDAMENTOS DE GEOLOGIA -GEOLOGIA APLICADA A MINERIA -GEOLOGIA DEL PETROLLO -MINERALOGIA 	<ul style="list-style-type: none"> - indicadores geoquímicos e isotópicos, difusión molecular. - Requiere conocimientos de geoquímica (ver IGI). - estructura atómica; enlaces químicos y cristalografía; suelos; intemperismo; petróleo. - Requiere conocimientos de geoquímica (ver IGI) - Requiere conocimientos de geoquímica (ver IGI) - composición química y celda unitaria; tipos de enlace; tamaños de iones y átomos; diagramas de fases; soluciones sólidas; clasificación de cristales; sistemas cristalinos; hábito y agregados cristalinos; luminiscencia; clasificación geoquímica de los elementos - comportamiento químico del CaCO_3, concepto de pH y Eh - procesos de concentración de minerales.
IGI	<ul style="list-style-type: none"> -SEDIMENTOLOGIA -EXPLOTACION Y TRATAMIENTO DE MINERALES -FUNDAMENTOS DE GEOLOGIA -GEOLOGIA APLICADA A MINERIA -GEOLOGIA DEL PETROLLO -GEOLOGIA AMBIENTAL -GEOLOGIA MARINA Y CONTAMINACION -GEOQUIMICA -GEOQUIMICA AMBIENTAL -GEOQUIMICA DEL PETROLLO -HIDROGEOQUIMICA -LEGISLACION AMBIENTAL Y GEOLOGIA -MINERALOGIA 	<ul style="list-style-type: none"> - Idem IGf - Requiere conocimientos de geoquímica. - Requiere conocimientos de geoquímica. - Requiere conocimientos de geoquímica. - salinidad, pH, procesos fotosintéticos - equilibrio de fases, soluciones ideales y no ideales; potencial químico, constante de equilibrio para sólidos, líquidos y gases, principios electroquímicos, ecuación de Nernst; diagramas pE-pH, equilibrio REDOX; isótopos de oxígeno e hidrógeno en la hidrosfera, de estroncio en rocas carbonatadas, fraccionamiento isotópico del azufre - ciclo geoquímico, pH, metales pesados en suelos y aguas, comportamiento de As, Cd, Pb, Hg, Ni, Cr, Se, Zn, Cu, Al, Be, Th, Ag, Te, V, métodos analíticos como absorción atómica, espectroscopia de emisión y de electrodo selectivo - química orgánica. - química del agua, comportamiento hidroquímico de contaminantes, trazadores naturales radioactivos e inertes, artificiales radiactivos y estables. - Requiere explícitamente conocimientos de química - Idem IGf

CLAVE (Línea de curso)	ASIGNATURAS	CONTENIDOS RELACIONADOS CON QUÍMICA
IIIn	-QUÍMICA APLICADA -PROCESOS INDUSTRIALES -SISTEMAS DE MEJORAMIENTO AMBIENTAL -TECNOLOGÍA DE MATERIALES	- química del carbono, usos industriales del hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, halógenos, azufre y gases nobles; usos industriales del agua y recuperación; polímeros, procesos de fermentación, farmacéuticos, alimentos y enzimas. - industria petroquímica; hule; alimenticia; textil; papelería; pinturas; tintas; barnices, adhesivos. - contaminación del agua y atmosférica; manejo y disposición de desechos sólidos; residuos peligrosos. - estructuras cristalinas y amorfas, imperfección de las estructuras, aleaciones, aceros, polímeros, materiales cerámicos y compuestos en ingeniería.
IMe	-CIENCIA DE MATERIALES I -CIENCIA DE MATERIALES II -SISTEMAS DE MEJORAMIENTO AMBIENTAL	- estructura electrónica del átomo y propiedades químicas; fuerza y energía interatómica; arreglo atómica; notación cristalográfica, análisis de estructuras cristalinas; defectos en sólidos cristalinos y amorfos; difusión de átomos en sólidos; procesos controlados por difusión, procesos termoquímicos; degradación de los materiales por el medio ambiente. - Endurecimiento por precipitación y dispersión; polímeros, mecanismos, estructura y comportamiento mecánico; teoría de bandas; teoría del electrón libre en metales; semiconductores; materiales magnéticos; superconductores; luminiscencia - ídem IIIn
IMm	-ANÁLISIS QUÍMICO -CONCENTRACIÓN DE MINERALES -FISICOQUÍMICA -MINERALOGÍA -PETROLOGÍA	- conocimientos de química - conocimientos de química - conocimientos de química y termodinámica - ídem IGF - conocimientos de química orgánica
IPe	-FISICOQUÍMICA DE LA EXPLOTACIÓN -QUÍMICA PARA EXPLOTACIÓN DE YACIMIENTOS -SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL	- estructura de la materia; propiedades intensivas y extensivas; gases reales, mezclas de gases; fases; ley de Henry. - microestructura de la materia, mol, formulas estequiométricas; ecuaciones químicas; estequiometría; mezcla, ácido-base, precipitación, balance de ecuaciones, química orgánica, hidrocarburos, funciones alcohol, cetona, ácido; petróleo - medioambiente agresivo y corrosión, protección catódica, ánodos de sacrificio, química del fuego
ITe		No se encontraron asignaturas que sigan directamente a química. Existe una relación indirecta con las asignaturas de CIRCUITOS INTEGRADOS ANALÓGICOS Y CONTROL ANALÓGICO.
ITg	-IMPACTO AMBIENTAL	- ídem IC1

3.2.3 Contenido del nuevo programa de la asignatura de Química

El contenido para la asignatura de Química (Clave: 1205) incluida en todas las licenciaturas dentro del primer o segundo semestre, cuenta con 11 créditos distribuidos en 4.5 horas/semana teoría y 2.0 horas/semana de enseñanza práctica. La duración del curso es de 16 semanas equivalentes a 104 horas. A continuación se cita el programa, en forma breve, de la materia y se remite al lector al apéndice V en la p 90, para ver el programa completo:

NUEVO PROGRAMA DE LA ASIGNATURA DE QUÍMICA (CLAVE: 1205)

OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA: Analizar los conceptos básicos de la química para que el estudiante sea capaz de aplicarlos en la solución de problemas, siguiendo los principios del razonamiento lógico, así como desarrollar en el estudiante las capacidades de observación y de manejo de instrumentos experimentales, y la conciencia de la importancia de las propiedades de los materiales, de la generación y uso de la energía, y de sus consecuencias en el ambiente

Temas:	Hrs Teoría	Hrs. Práctica
I. Introducción a la química y a la estructura atómica	9.0	2.0
II. Fuerzas interatómicas e intermoleculares	9.0	4.0
III. Clasificación de elementos	4.5	2.0
IV. Fórmulas, composiciones y ecuaciones químicas	13.5	6.0
V. Termodinámica y equilibrio químicos	22.5	12.0
VI. Electroquímica	9.0	6.0
VII. Introducción a la química orgánica	4.5	0.0

3.2.4 Prácticas de la asignatura de química

En la tabla 3.3 se presenta el orden en que han sido impartidas las prácticas en los distintos semestres desde que comenzó a funcionar el laboratorio de química. En la tabla la práctica aparece representada por el número que se adjudica en la siguiente lista:

- 1) Relación carga/masa del electrón (Cuestionario)
- 2) Equipo de laboratorio y medidas de seguridad (Cuestionario)
- 3) Reacciones químicas (Cuestionario)
- 4) Titulación de un ácido débil por una base fuerte (Cuestionario)
- 5) Determinación de ácido acetil salicílico en cafiásiprina (Cuestionario)
- 6) Caracterización magnética de materiales (Cuestionario)
- 7) Entalpia de hidratación (Cuestionario)
- 8) Entalpia de reacción (Cuestionario)
- 9) Proyecto de Investigación (Síntesis de Ácido acetil salicílico)
- 10) Cristalización (Cuestionario)
- 11) Conductividad de soluciones (Cuestionario)
- 12) Ley de la conservación de la materia (Cuestionario)
- 13) Preparación de soluciones (Cuestionario)
- 14) Electrólisis (Cuestionario)
- 15) Cromatografía o polímeros o análisis de leches
- 16) Presentación y conceptos básicos de química
- 17) Experimento de Millikan (Cuestionario)
- 18) Entalpia de disolución (Cuestionario)

TABLA 3.3 PRÁCTICAS IMPARTIDAS EN LA ASIGNATURA DE QUÍMICA

SEM.	PRÁCTICAS														
93-2	1	2	3	4	5	6	7	8	9						
94-1	2	1	6	3	4	5	7	8							
94-2	2	1	10	11	6	12	4	5	8						
95-1	1	6	12	13	10	11	6	4	5	8					
95-2	2	1	6	10	12	13	11	4	8	14					
96-1	2	1	6	10	12	13	11	4	8	14	15				
96-2	16	2	1	17	6	10	12	13	11	4	8	14	15		
97-1	16	2	1	17	6	10	12	13	11	4	8	14	15		
97-2	16	2	1	17	6	12	13 y 11	4 y 5	18	14					

Como se puede ver en la tabla 3.3, durante el periodo de funcionamiento del laboratorio se ha modificado mucho su estructura. En los semestres 93-2 y 94-1, el laboratorio se dio sólo a estudiantes de las licenciaturas de IMe y de IIIn. En el semestre 94-2 se incorporaron los estudiantes de las otras licenciaturas. La organización del laboratorio para estas nuevas generaciones incluyó reordenar las prácticas para tener mejor relación con el programa en teoría, realizar algunas diferentes para satisfacer la curiosidad de los estudiantes, e incorporar nuevos experimentos.

Es interesante hacer notar que para el semestre 97-2 se reinstalaron las prácticas de la col morada y la de entalpia, con un reactivo más barato, propuestas en la fase I.

3.3 FASE III

Durante la fase II se reunió información para :

- a) Evaluar las necesidades de la institución de acuerdo al perfil del ingeniero
- b) Tener en mente el contenido del programa de la asignatura y los temas dentro de otras asignaturas que se relacionan con Química.
- c) Tener una visión general de las prácticas que se imparten en el laboratorio

La fase III expondrá los fundamentos teóricos detrás del plan de trabajo para el laboratorio de la asignatura de Química (Clave 1205) del nuevo currículo. Se propone un modelo de enseñanza-aprendizaje enmarcado dentro de la corriente cognoscitivista. Este modelo tiene un enfoque constructivista de aproximación a la ciencia y está centrado en el alumno. El individuo cuenta con un bagaje cultural que influirá en su aprendizaje y motivación para aprender química. Por esta misma razón, se considera muy importante la incorporación de la parte afectiva en la enseñanza dentro del salón de clases, lo que ocurre con poca frecuencia en la Facultad de Ingeniería. Posteriormente, utilizando la información proporcionada por la fase II y tomando en cuenta las condiciones de trabajo actuales dentro de la DCBFI, se optimizará dicho modelo para adaptarlo al entorno de la División.

3.3.1 Fundamentos teóricos

Alguna vez, la autora escuchó el comentario de que aprender química se asemeja a aprender una lengua extranjera. La tabla periódica sería el alfabeto y las leyes periódicas, la sintaxis de esta nueva lengua. Esta analogía va demasiado lejos. La idea, sin embargo, hizo

que se empezara a investigar acerca de la adquisición de una lengua y se comparara con la adquisición de conocimientos químicos. Se puede decir que esta última analogía también es cuestionable⁴. Sin embargo, la idea subyacente de saber cómo se aprende la química ayudó a que se desarrollara el modelo de enseñanza-aprendizaje aquí propuesto. Antes de darlo se presentan tres apartados: el conocimiento científico, teorías del aprendizaje y la lengua que sentarán las bases para el modelo.

EL CONOCIMIENTO CIENTIFICO

Las dos grandes corrientes que explican cómo se adquiere el conocimiento científico son la inductiva y la deductiva. La posición actual es un rechazo al inductivismo y la adopción de la corriente hipotético-deductiva, la cual implica que el aprendizaje no se realiza en el vacío sino dentro de un marco cognoscitivo previo. Ahora se ve a la ciencia como una evolución de conceptos que se van adaptando según se encuentren otros que los superen, en vez de ser el vehículo todo poderoso para alcanzar la última verdad. De aquí se desprende que el trabajo experimental como simple comprobación de conocimientos adquiridos en clase es tan carente de significado como el de querer que el alumno descubra todos los conocimientos a partir de la observación sin ningún tipo de guía o marco teórico. Ya que, ni uno ni otro enfoque reflejan el trabajo que se realiza en la investigación científica.

⁴ El aprendizaje implica, según Krashen (1982), un proceso consciente y la adquisición, uno inconsciente. Por lo tanto, la química siempre pasará por una etapa de aprendizaje antes de poder interiorizar el conocimiento.

TEORÍAS DEL APRENDIZAJE

De entre las diversas teorías que existen actualmente para explicar los procesos de aprendizaje, ya se han mencionado las corrientes conductistas y cognoscitivistas. Varios estudios encontrados en la literatura acerca del aprendizaje de la química están basados en la teoría de Piaget. Según esta teoría el conocimiento se construye a través de la interacción con el entorno en vez de sólo interiorizarlo. Esta visión constructivista está caracterizada por una serie de etapas definidas por la adquisición de un conjunto de habilidades, y de operaciones que configuran una serie de estructuras intelectuales que procesan e influyen en la interacción del individuo con su entorno. Piaget divide al desarrollo intelectual desde la edad de infantes hasta la de adolescentes en cuatro etapas: la sensorial-motora, la pre-operacional, la operacional concreta y la operacional formal. Shayer (1986), elabora sobre ellas y en lugar de dar aspectos puntuales habla de núcleos de contenido³. Propone cuatro etapas adicionales entre la etapa concreta y la formal. Y las ejemplifica con la explicación que un individuo puede dar del fenómeno de la disolución.

TEMA	CONCRETA INICIAL	CONCRETA AVANZADA	FORMAL INICIAL	FORMAL AVANZADA
DISOLUCIÓN	La sal se disuelve en el agua. La masa de la sustancia disuelta se conserva, pero su volumen no. (Para el niño en la etapa pre-operatoria, la sustancia desaparece).	El proceso se entiende como reversible.	Las partículas se entremezclan, pero permanecen "iguales" de tal forma que cada una conserva su volumen, su peso y sus propiedades químicas.	La saturación supone una situación de equilibrio, en la cual la velocidad de precipitación es igual a la velocidad de disolución.

³ Similar a núcleos conceptuales. Estos son los elementos primarios de la estructura conceptual en la enseñanza y el aprendizaje de química.

La teoría cognoscitiva dice que los alumnos aprenderán cuando piensen activamente sobre lo que están aprendiendo. Este factor cognoscitivo presupone un factor afectivo. Antes de que los alumnos reflexionen sobre un tema deben querer hacerlo. Este factor actúa a manera de filtro afectivo⁶, y se mide de acuerdo con los grados de ansiedad y motivación. Un filtro alto, por ejemplo, tiene un alto grado de ansiedad y uno bajo de motivación. En estas condiciones el aprendizaje se dificulta. Pero si el filtro es bajo, es decir la ansiedad es baja y la motivación alta, el aprendizaje se facilitará (Krashen, 1982). La reacción emocional a la experiencia del aprendizaje es el fundamento esencial para iniciar el proceso cognoscitivo. El cómo perciba el aprendizaje el alumno afectará lo que aprenda.

LA LENGUA

De acuerdo con la hipótesis débil de relativismo lingüístico debida a Whorf, la lengua puede influenciar la forma en que se percibe al mundo. Se ha dicho que el tipo de pensamiento que típicamente implica a la lengua es el racional o lógico que utilizamos cuando resolvemos problemas. Este entraña elementos deductivos (resolución de problemas a partir de un conjunto de reglas dado) e inductivos (resolución de problemas a partir de datos). Las propiedades formales de la lengua, tales como el orden de las palabras o la secuencia de los enunciados, constituyen el medio por el cual nuestros pensamientos son presentados y organizados. Por esto es importante considerar a la lengua dentro del presente trabajo.

Ausubel (1983) considera más importante para el aprendizaje a la diferenciación cognoscitiva específica que la variable de edad considerada por Piaget. Propone un

⁶ El filtro afectivo, según Krashen, se define como una barrera psicológica que obstaculiza el aprendizaje.

aprendizaje verbal significativo donde el alumno es procesador activo de información Ausubel sugiere que tiene lugar un aprendizaje significativo cuando la información que llega puede ser conectada en forma significativa y no arbitraria, por ejemplo, a través de relaciones adecuadas impuestas por la estructura del tema a la estructura cognoscitiva⁷ particular de cada aprendizaje individual. Y propone el uso de organizadores⁸ de avance ideacional para iniciar un aprendizaje significativo (Hofacker, 1975). El aprendizaje, entonces, según Ausubel, se da cuando el aprendiente ha podido imponer algún tipo de orden o interpretación significativa a los datos presentados. Es decir, aprendemos al pensar acerca de y tratar de extraer el sentido de lo que vemos, escuchamos o sentimos. La teoría de Ausubel, como hemos visto, requiere de una investigación de "lo que el alumno sabe" para poder dar organizadores efectivos a los alumnos. Una amplia revisión de este concepto puede encontrarse en Jimenez (1994).

La lengua dentro del laboratorio

Una queja frecuente en el laboratorio, por parte de los alumnos, es que dicen no entender la clase de teoría pues algunos profesores utilizan muchos tecnicismos que no explican al exponer la clase. La lengua que utilizamos dentro del salón de clases puede influir en el aprendizaje en los niveles básicos.

Johnstone (1984) señala que existe "ruido", haciendo una metáfora con el ruido como interferencia no deseada en una señal, dentro de la clase de química porque el léxico

⁷ Estructura cognitiva significa un ordenamiento de conceptos, hechos, principios y reglas relacionadas con el tema particular en la mente de cada estudiante.

⁸ Un organizador es un armazón o modelo suministrado al estudiante para facilitar la organización de un material basado en nuevos datos. Cubre el vacío entre lo que el alumno ya conoce y lo que necesita conocer antes de que suceda un aprendizaje significativo. Para un mejor aprovechamiento se debe formular con lengua familiar al sujeto.

utilizado no es familiar para los alumnos. Hay que tener presente que el léxico que se usa diariamente puede cambiar su significado cuando pasa a un contexto químico. Para minimizar esta interferencia sugiere usar léxico o construcciones más familiares para el alumno en vez de lenguaje pomposo o sintaxis rebuscada, exponer los enunciados en forma afirmativa y usar términos de cantidad adecuados como *mas abundante* en lugar de *menos abundante*. Estas sugerencias son validas tanto para la manera de desarrollar la clase como para el diseño del manual

MODELO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE ESPECÍFICO PARA EL LABORATORIO

Se presentarán los elementos que conforman el marco integral de la propuesta para el laboratorio de química de acuerdo con lo dicho en la introducción a la fase III.

1. Procesos cognoscitivos

Los alumnos que están estudiando química están en las etapas concreta o formal de acuerdo con la clasificación piagetiana. Herron plantea que los conceptos formales, según esta teoría, no pueden ser asimilados por estudiantes que estén en la etapa concreta operacional, por lo que sugiere se den conceptos alternos (*surrogate*) y se enseñe cómo desarrollar el pensamiento formal operacional. Una manera de realizarlo es incluir experimentos concretos en donde se pueda tocar, ver y manipular materiales que guen hacia un concepto mientras se fuerza al alumno a reflexionar sobre estas experiencias (Herron, 1975). Aquí es importante mencionar que la reflexión "depende de la disposición de la

persona que lo emplea. si no existe voluntad de utilizar habilidades de pensamiento, no habrá pensamiento critico" (Morgan, 1995) Recordemos que el pensamiento critico es uno de los elementos más necesarios para el científico. Kogut (1996) enumera una serie de estrategias para favorecer el pensamiento critico : 1) Hacer preguntas "¿Por qué ? o ¿Cómo ?" frecuentemente y dirigir las a un estudiante en específico, 2) Usar ejemplos que cuestionen al pensamiento dualista (dicotomía bueno/malo) y refuercen la noción de que la ciencia no tiene respuestas absolutas, 3) Promover la discusión entre estudiantes por medio de tareas en grupo dentro de la clase y alentar grupos de estudio fuera de clase, 4) Usar efectivamente la retroalimentación para promover el proceso que conduzca al pensamiento critico, y 5) Ejemplificar o modelar el pensamiento típico perteneciente a cada disciplina, lo cual es muy importante para su desarrollo.

En el mismo artículo, Herron(1975) menciona que existe hasta un 50% de alumnos pertenecientes a licenciaturas diferentes del área química que al comenzar la educación superior en los Estados Unidos no están en la etapa operacional formal. Este nivel es el requerido para poder decir seriamente, dada la naturaleza de la disciplina, que un estudiante está aprendiendo reflexiva y críticamente química.

A este respecto existe un estudio publicado por el CISE (Cervantes, 1993), en donde se dan las características generales del estudiante mexicano para el nivel medio superior

- a) Nivel de razonamiento mayoritariamente a nivel concreto operacional
- b) Deficiencias de lenguaje y poco desarrollo en sus habilidades de lectura y redacción
- c) Inseguridad, producto naturalmente de sus experiencias previas, fracaso o notas bajas, devaluación en el sistema educativo debido a sus relaciones socioculturales.

- d) Falta de confianza en su propio desarrollo
- e) Carencia de método de estudio
- f) Formación anterior deficiente que privilegió la memorización de conocimientos poco relevantes y operantes
- g) Inhibiciones y falta de experiencia en trabajo grupal
- h) Manejo inadecuado de operaciones fundamentales
- i) Son pasivos y acriticos
- j) Perciben la realidad en forma fragmentaria y no muestran interés en aprender, sino en aprobar.

Algunas de estas características se detectan en los alumnos del laboratorio de la Facultad de Ingeniería y se analizarán con detalle en el inciso 3.3.2.

2. Motivación

La motivación, es fundamental para que se realice el aprendizaje (Gagné, 1975 y Krashen, 1982). De ahí que se toma en cuenta al alumno como un individuo que, además de razonar, tiene sentimientos. De Morán indica que factores como la aplicabilidad de la química para las respectivas carreras, la relación de la química con la vida diaria, y las prácticas de laboratorio pueden ser influencias positivas en la motivación; mientras que las dificultades propias de la disciplina, la exigencia excesiva por parte de los profesores y la aversión a algunos temas pueden ser negativas (De Morán, 1995). Un estudiante aburrido o que no entiende la pertinencia de lo que está haciendo no trabajará adecuadamente.

De acuerdo con lo dicho anteriormente acerca del factor de la motivación⁹ se trató de incorporar técnicas y actividades que se utilizan dentro de un salón de clase de lengua extranjera como la escenificación¹⁰, los pequeños grupos, binas, actividades comunicativas¹¹ y humanísticas¹² para distinguirlas de las típicas “clases pizarrón” a las que están acostumbrados y motivar a los alumnos en las clases de laboratorio en la DCBFI. Hace algún tiempo en una conferencia de educación química (Lerman, 1993), se proponían actividades como obras de teatro con los elementos sodio y cloro representados a través de Romeo y Julieta, danzas, concursos de canto para motivar y enseñar química a estudiantes cuya licenciatura no estaba relacionada con la química. La idea de introducir habilidades artísticas o arte en la enseñanza científica es recurrente. Shakes, dos años más tarde, vuelve a retomar la idea de incorporar el arte en la clase de ciencia realizando un trabajo final en donde se califica la originalidad y la veracidad del contenido científico de los temas presentados por medios visuales o plásticos (Shakes, 1995).

3. Lectura y redacción

Por último, no se debe dejar de lado la redacción. Los procesos mentales que se llevan a cabo durante el proceso de escritura están ligados a los de pensamiento. Una redacción y lectura deficientes son la segunda característica que menciona Cervantes en el estudio antes mencionado. Se dice que una buena redacción es fruto de una amplia y buena

⁹ Cfr. con lo dicho en la sección 3.3.1 bajo “Teorías del aprendizaje”.

¹⁰ Representación que realizan dos o más personas de una situación de la vida real.

¹¹ Actividades que surgen a partir de una necesidad de comunicación con un propósito específico, donde importa el contenido en vez de la forma, la intervención del profesor es limitada, existe variedad en la lengua utilizada y no se tiene control sobre el material empleado. (Harmer, 1991).

¹² Actividades que toman en cuenta los sentimientos del alumno. (Moskowitz, 1978).

lectura. Frecuentemente, se escuchan quejas de maestros, no sólo del área científica sino también de la humanística, del bajo nivel que tienen sus alumnos en ortografía y redacción. Pero, ¿cómo esperar que los alumnos redacten adecuadamente si nadie les dice de qué manera hacerlo? La redacción dentro del laboratorio puede ser tratada desde dos puntos de vista diferentes: el científico y el creativo. El primero, el informe de la práctica, es el medio óptimo para enseñar redacción pues no supone una carga extra ni para el alumno ni para el profesor. El creativo requiere de mayor tiempo por parte del profesor y del alumno pero las satisfacciones obtenidas valen la pena el intento.

Para éste último se han dado sugerencias como el inventar cuentos, entrevistas a elementos o químicos famosos. Aunque este tipo de escritos pueden ser motivantes, existe el problema de la estructura inherente a dichos textos. En general, los alumnos la desconocen. Dado que el objetivo es desarrollar el hábito de una correcta escritura, se debe tomar en cuenta esta parte pero sería bastante costoso en tiempo ocupar cincuenta minutos de laboratorio para explicar la estructura narrativa de un cuento o el esquema de una buena entrevista, que es probable que no vuelvan a utilizar en su vida, si se compara con los cinco minutos necesarios para explicar pequeños lineamientos de un proyecto de escritura o para explicar cómo se escribe correctamente un informe.

Burke sugiere un ejercicio estructurado, con posibilidad de retroalimentación que es muy importante al comenzar a escribir, y además es relevante para el curso que nos ocupa para el tema de la tabla periódica (Burke, 1995). El siguiente ejercicio es una adaptación del propuesto por Burke. En la primera semana se escoge un elemento y los alumnos escriben un párrafo de por qué están interesados en ese elemento en particular. El profesor recoge los

párrafos, los corrige para aclarar primero el sentido de lo que quieren decir y los comenta por escrito. Durante las siguientes dos semanas, los estudiantes investigan acerca del elemento y desarrollan la "personalidad". No existe límite de fuentes consultadas pero se recomienda que se investiguen por lo menos tres. Esto favorece que los estudiantes se familiaricen con técnicas de investigación en la biblioteca y a tomar notas ordenadas (se sugiere utilizar fichas de trabajo y bibliográficas). Durante este periodo el profesor dará orientación acerca de dichas técnicas. La cuarta semana se entrega un duplicado de las fichas o los cuadernos de notas y se dan los lineamientos para la realización de un borrador. Se corrigen las fichas a nivel morfosintáctico. En esta entrega se monitorea la cantidad de reescritura que hicieron los alumnos durante el proceso de investigación y se les indica, si es pertinente, que se trata de usar ideas originales para desarrollar una personalidad al elemento. Si se considera que los estudiantes necesitan mucha ayuda o están teniendo muchas dificultades, se puede entregar una fotocopia de un modelo que pueden seguir para hacer su escrito. La quinta semana, se entrega el borrador que deberá ser mínimo de entre tres y cinco cuartillas. Este borrador debe ser corregido a profundidad por el profesor y ser regresado al alumno la semana siguiente. La séptima semana, los alumnos entregan los trabajos y el mejor, en contenido y forma, es premiado.

Un ejercicio similar se llevó a cabo en el laboratorio con los alumnos de los semestres 95-I a 96-II de la División de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería. Por cuestiones de tiempo el ejercicio se redujo de siete a tres semanas. La primera semana se pidió a los alumnos que elaboraran un comentario crítico de una lectura (en inglés) acerca de los diferentes tipos de gasolina y su relación con la contaminación atmosférica. Debido a que

muchos alumnos no saben esa lengua, la mayoría entrega traducciones del artículo mencionado. La segunda semana se orientó a los alumnos de acuerdo a lo que habían entregado durante la primera semana. A los alumnos que entregaron un comentario se les enseñó a estructurarlo mejor o a revisar el estilo usado, a los que entregaron una traducción se les dio pautas para escribir un pequeño comentario que incluyera su opinión acerca del artículo. Estas indicaciones se dan de manera individual mientras se desarrolla la práctica para no sacrificar tiempo del programa. La tercera semana se recogen los comentarios que volvieron a escribir los alumnos para incluir sus opiniones y algunas fuentes que apoyaran sus conclusiones. Al mismo tiempo que están realizando esta segunda entrega, se corrige la ortografía y el estilo del comentario de cada alumno. Los alumnos entregan los comentarios totalmente revisados durante la cuarta semana y, finalmente, se califican. Estos ejercicios se toman en cuenta para subir puntos en las prácticas.

En cuanto a redacción científica, se puede seguir un programa como el siguiente. La estructura del informe y los lineamientos para escribirlo. Por ejemplo, el uso de la tercera persona y la pasiva, se dan en la primera semana del curso pero no son suficientes para que escriban un informe correctamente. El proceso puede comenzar la primera y segunda semana por ejercicios de crítica sencillos siguiendo el modelo de tesis, antítesis y síntesis a partir de lecturas de divulgación científica relevantes a los temas de laboratorio o de la química en la vida diaria. Después, se puede introducir la "V" de Gowin o mapas semánticos para desarrollar a partir de ahí el informe. Para una discusión más amplia acerca de los procesos cognoscitivos presentes cuando se escribe un informe de laboratorio ver Rosenthal, (1987).

4. Diseño de las prácticas

Como una línea paralela de trabajo se tiene el diseño de las prácticas. Al investigar el trabajo de laboratorio varios autores alertan acerca de la sobrecarga de información que se puede dar dentro de este ámbito Chastrette indica que la capacidad de memoria o "capacidad M" para resolver un problema es el número de unidades de información que se requieren para resolverlo. Se encontró que el límite está alrededor de 7 ± 2 unidades de información pero estas unidades no siempre son iguales para todos los sujetos investigados (Chastrette, 1992). En el mismo reporte, el comité de enseñanza de la IUPAC señala la necesidad de que para el aprendizaje se disminuya la capacidad M al plantear problemas pero se guarde la lógica inherente y se enseñe a crear lazos entre los conceptos que se deben utilizar dentro de un problema "complicado", como lo hacen los expertos para disminuir la capacidad M del problema. Johnstone ya había mencionado, desde 1984, que la capacidad M límite se encontraba alrededor de 6 unidades. En su artículo propuso que el laboratorio era un sitio "ruidoso" por la cantidad de información que se presenta a un principiante que no es capaz de distinguir entre el "ruido" o sobrecarga de información, lo que es irrelevante para el experimento en sí, y la "señal de aprendizaje", lo que el maestro piensa que es importante (Johnstone, 1984). Para disminuir este ruido recomienda enunciar claramente lo que es preliminar o adyacente al experimento para hacer el objetivo más claro, asegurarse de que el experimento no contenga aspectos irrelevantes o confusos, asegurarse de que se adquieran las habilidades necesarias antes de que se pongan en práctica en un experimento (Johnstone en Byrne, 1990).

5. Diseño del manual

Como parte complementaria al diseño de prácticas, se investigó el diseño de manuales. Johnstone (1990 y 1991) también encontró que el diseño de los manuales influye en el desempeño de los alumnos y hace varias recomendaciones. Éstas se presentan aquí ligeramente modificadas. La disposición del manual debe ser más abierta en comparación con las líneas de texto escrito a renglón seguido. Usar dibujos o iconos cuando exista duda en la interpretación del texto, indicar la cantidad aproximada con el dibujo de una espátula o la precisión requerida con una balanza analítica o granataria. Numerar en orden creciente los procedimientos experimentales. Dividir unidades de trabajo independientes y de baja carga informativa por medio de líneas que corran a lo largo de toda la página para ayudar al estudiante novicio a procesar información en unidades. Usar tanto iconos relevantes como llamadas de atención dentro del texto para indicar medidas de seguridad (Pickering, 1987). Es importante recordar que no es un planteamiento simplista, se persigue el objetivo de enseñar a los estudiantes en las primeras etapas a organizar la información que se les presenta. Usar lengua sencilla y precisa, por las razones dadas cuando se expuso la relación lengua-laboratorio, por ejemplo, usar ácido clorhídrico en vez de ácido muriático.

6. Las prácticas

Por lo que respecta a qué tipo de enfoque conviene más para las prácticas, la literatura presenta un debate entre los laboratorios estructurados o tipo "receta de cocina" y los creativos basados en métodos de resolución de problemas o tipo "descubrimiento".

Ditzler (1994), indica las ventajas de las prácticas de laboratorio estructuradas que pueden ser buenas para que los estudiantes desarrollen habilidades manipulativas además de ahorrar tiempo y hacer un uso más eficiente de espacio y personal de laboratorio. Por otro lado se les critica por las desventajas de que los estudiantes no pueden ser creativos y que sólo se verifican los principios vistos en teoría en vez de comunicar el espíritu de una investigación científica real. Por otro lado, los cursos de laboratorio no pueden estar enteramente basados en actividades de descubrimiento ya que tampoco refleja la actividad científica. Este tipo de actividades, en las que el alumno debe descubrir todo por sí mismo y sin ningún tipo de guía puede llegar a ser problemático y frustrante para un curso básico. Lo más recomendable es un modelo en donde se puedan utilizar las ventajas de ambos enfoques, un modelo de descubrimiento guiado. En este sentido, Venkatachalam (1974) propone un programa que consta de dos ciclos, uno de aprendizaje y otro de reto. El ciclo de aprendizaje provee a los alumnos con un material adecuado de lectura como investigación previa y con las habilidades necesarias para resolver el problema del ciclo de reto. Este segundo ciclo consiste en una variación de un experimento estructurado presentado a través de preguntas de tipo abierto. Estas preguntas o pequeñas pistas dirigen al estudiante a tomar decisiones para desarrollar una línea de razonamiento. De esta manera, la frustración asociada a un laboratorio totalmente abierto no se presenta porque se tienen los conocimientos necesarios para realizar el experimento en tanto que la creatividad y el pensamiento crítico puede ser fomentado.

7. Conceptualización del trabajo de laboratorio.

Partiendo de la premisa de que el laboratorio es un ambiente donde se tienen que manejar muchos elementos al mismo tiempo, se necesita proporcionar al alumno alguna ayuda para que pueda conceptualizar efectivamente el trabajo de laboratorio

Stevensvold (1992) encontró que los mapas conceptuales ayudaban a los estudiantes con una baja habilidad verbal. Se propone la elaboración de estos mapas como un primer instrumento para los estudiantes de la DCBFI puesto que esta es una característica que se analizará en el inciso 3.3.2. Un mapa conceptual se elabora siguiendo estos pasos:

- a) Identificar los conceptos principales
- b) Arreglar dichos conceptos de mayor a menor grado de generalidad
- c) Empezar por el concepto más general y situarlo hasta arriba.
- d) Los otros conceptos se arreglarán en orden decreciente de generalidad. Si existen conceptos relacionados, entonces se pondrán al mismo nivel.
- e) Usar líneas para unir los conceptos. Sobre estas líneas escribir una frase que indique la naturaleza de la conexión.

Para una explicación más amplia sobre como construir y calificar mapas conceptuales ver Nakhleh (1994)

Esta última autora, Nakhleh, menciona como un segundo instrumento para ayudar a los alumnos a relacionar lo que hacen en el laboratorio con lo que ven en la teoría la "V" de Gowin o Diagrama V. Este se construye llenando las categorías indicadas con la información pertinente. La V epistemológica de Gowin ilustra los elementos implicados en la producción de nuevos conocimientos. Los elementos del lado izquierdo (conceptual) guían la selección

de sucesos y cuestiones así como de procedimientos en el lado derecho (metodológico). Existe una continua acción recíproca entre todos los elementos a medida que nuevos conocimientos y aserciones de valor son producidos y conceptos, principios, teorías, filosofías y modos de ver el mundo son modificados gradualmente. Se da a continuación el diagrama V según Novak (1988).

“V” DE GOWIN



3.3.2 Análisis de las condiciones actuales de trabajo en la DCBFI

INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Se comenzó a dar clases de laboratorio en la División de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería en 1993, así que el modelo que se sugirió como apropiado para la investigación fue el de "maestro como investigador".

Como se ha mencionado este es el primer estudio de la enseñanza experimental en la DCBFI. La investigación de campo en el entorno del salón de clases es un poco distinta de la que se acostumbra dentro de la química porque se trata con seres humanos. Después de consultar la bibliografía se decidió utilizar técnicas cualitativas de investigación similares a las que usan los etnólogos.

Según Vulliamy (1990), este tipo de investigación puede indicar las pautas para una investigación cuantitativa posterior que a ojos de otros científicos parece más válida. Burgess (1988), por su parte, escoge la entrevista como técnica más adecuada para recabar el tipo de información necesaria en este estudio, esto es, información sobre las actitudes de los alumnos hacia el método de enseñanza-aprendizaje en el laboratorio. Para que el estudio tuviera validez interna, se pasó largo tiempo dentro del medio para poder refinar aseveraciones y corroborar conclusiones con los sujetos, se utiliza la entrevista espontánea para poder clarificar el significado entre el investigador y el entrevistado, se mantiene el lenguaje al nivel del entrevistado, se realiza el estudio en un ambiente natural (el laboratorio) para reducir el estrés del entrevistado en lugar de sacarlos de contexto (Goetz, 1984).

Como se requería el permiso escrito de cada sujeto si se quería reproducir las transcripciones de entrevistas preparadas, se optó por hacer entrevistas espontáneas apoyadas por encuestas tipo cuestionario anónimo de preguntas si/no a lo largo de los semestres durante los cuales se estuvo dando clase.

1. Descripción de un grupo promedio de laboratorio

Actualmente, los grupos son muy heterogéneos; hay alumnos repetidores, regulares y los que llevaron una excelente química en la preparatoria, la mayoría son hombres. Los grupos se integran con alumnos que provienen de las diversas licenciaturas que se imparten en la Facultad de Ingeniería. El número de alumnos oscila entre los 15-25 y trabajan en grupos de 4-5 personas. Una sesión típica de laboratorio está programada para 2 horas. Primero el maestro explica la práctica y se revisa el cuestionario previo, luego se realiza con la explicación verbal dada. Los alumnos todavía no tienen acceso a copias impresas de las prácticas porque se está preparando un manual.

Un problema que se detectó en los semestres anteriores fue la cantidad de alumnos (algunas veces hasta 45) por maestro. En el semestre 97-1, esto se resolvió creando más grupos de laboratorio de los cuales ahora existen 53 grupos de 20 alumnos cada uno. El laboratorio es requisito para que los alumnos aprueben la parte teórica del curso y por políticas de la Facultad no se puede revalidar el laboratorio. Esto se hace con la filosofía de que aunque el alumno se inscriba por separado a la teoría y al laboratorio no se perciba como dos cursos diferentes sino como un todo. Sin embargo, esto ocasiona otro tipo de problemas. Las prácticas de laboratorio son casi las mismas de semestre a semestre lo cual

puede ocasionar que los alumnos repetidores se aburran, platiquen y sirvan como foco de distracción, o presten los informes corregidos a sus compañeros del nuevo semestre.

2. Resultados de la investigación de campo

A continuación se dan los resultados de las entrevistas realizadas con los cuestionarios A y B (ver apéndices I y II, p79 y 80, respectivamente), y se incorporan las observaciones hechas empíricamente dentro del laboratorio durante la investigación.

- 1) Un típico estudiante de la asignatura de laboratorio está en segundo semestre de carrera.
- 2) La mayoría de ellos no ha llevado una buena química en el nivel inmediato anterior, por lo tanto debemos partir de cero
- 3) Su actitud hacia la química no es muy favorable
- 4) Prefieren trabajar solos por cuestión de calificaciones y porque no tienen tiempo para reunirse fuera del laboratorio para hacer los informes
- 5) Son pasivos porque temen hacer el ridículo enfrente de sus compañeros.
- 6) Son acriticos, si el profesor lo dice, así es y así lo responden en el examen.
- 7) En 2o semestre todavía no cubren el requisito de comprensión de lectura en inglés, por lo tanto la bibliografía se reduce a lo que este escrito en o traducido al español
- 8) La ortografía y redacción, en algunos casos, deja mucho que desear
- 9) A la mayoría, sólo les importa pasar la asignatura
- 10) Los alumnos prefieren tener el formato de la práctica que van a realizar.
- 11) Los alumnos no son capaces de entender los conceptos básicos que subyacen a la práctica, ni pueden relacionarlos adecuadamente a la hora de hacer el informe.

EL LABORATORIO DE QUÍMICA DE LA DCBFI

Las prácticas que se realizan dentro del laboratorio ya fueron enumeradas en la sección 3.2.4. Por diversos factores, entre ellos una gran premura de tiempo, algunas prácticas de la Fase I tuvieron el formato y los problemas que se quería evitar. El diseño no era llamativo, se seguían procedimientos sin dar oportunidad al alumno de opinar acerca de ellos y la mayoría de las prácticas eran consideradas ajenas a su licenciatura. La propuesta dada en el inciso 3.3.3 trata de subsanar estas deficiencias desglosando primero los puntos importantes y después dando una modificación concreta. Al preguntar a los alumnos en forma directa qué prácticas les gustaría realizar, respondieron que les gustaría prácticas con computadoras, con superconductores, con polímeros, o con explosiones, por ejemplo.

Por la situación que está atravesando nuestro país necesitamos prácticas: "buenas, bonitas y baratas". De nuevo hay que pensar a quien nos estamos dirigiendo. Esta es la primera química que cursan los ingenieros y, para algunos, será la última, otros la necesitarán para asignaturas posteriores. Es un curso básico que se tiene que concentrar en proporcionar las estrategias adecuadas para manejar conceptos químicos que están fuera del alcance de la mayoría de los estudiantes. Los alumnos deben aprender las habilidades básicas que ocuparán en sus cursos posteriores de laboratorio, una de ellas es la titulación.

Físicamente, el laboratorio consta de dos alas que dan servicio simultáneamente de lunes a viernes de 7 a.m. a 8 p.m. y el sábado de 7 a.m. a 3 p.m. Se cuenta con aparatos de Millikan, Thomson, Hoffman, multimetros y el equipo usual de un laboratorio de química general. En cuanto a reactivos se tiene un surtido limitado pero eficiente. Se utilizan, de preferencia, reactivos fáciles de conseguir y no muy tóxicos.

3.3.3 Propuesta de trabajo para el laboratorio de química (1205) de la DCBFI

Con el propósito de eliminar los factores que interfieren con la propuesta de trabajo ideada para el alumno promedio descrito en el inciso anterior, nos referiremos en primer lugar a los alumnos repetidores. Para estos alumnos y para aquellos con un buen nivel en Química (se puede conocer el nivel con los exámenes de diagnóstico que se aplican al entrar a la licenciatura) se propone un grupo piloto opcional en la mañana y uno en la tarde, de tal modo que los estudiantes que así lo deseen realicen su propio proyecto bajo la supervisión de profesores capacitados. Se cuenta con que todos estos individuos ya tienen la destreza y los conocimientos suficientes para desarrollar un proyecto por sí mismos. Esta propuesta concuerda con una idea expuesta anteriormente en el inciso 3.3.1: dejar que el alumno sea responsable de su propio aprendizaje. La motivación no sería un problema grave porque los alumnos inscritos estarían allí por decisión propia. Debe tomarse en cuenta aquí que el nuevo reglamento de laboratorio establece que no se realicen prácticas fuera de las programadas, por lo que se tendría que planear muy bien cada experimento y pedir permiso a los laboratoristas para poder sacar el material necesario con anticipación. Lineamientos más extensos para esta propuesta se podrían adaptar de los artículos de Black, Fruen y Kostecka. (Black, 1996, Fruen, 1992, Kostecka, 1995).

Una vez considerado el caso particular de estos alumnos, es posible proceder a la propuesta propiamente dicha:

1) CREAR UNA CONCIENCIA ECOLÓGICA

Para cumplir con el objetivo de despertar una conciencia ecológica en los estudiantes de ingeniería, se pueden dar, como actividad extra lecturas a los alumnos acerca de la lluvia ácida o la capa de ozono. Algunos de ellos se mostraron sumamente interesados. Se encontró bastante utilidad en presentar a los alumnos "las 3 erres" del procesamiento de desechos: Reducir, Reusar, Reciclar. La reducción de la cantidad de desechos introduciendo prácticas en microescala se discutirá posteriormente. Dentro del laboratorio, podemos concientizar a los alumnos de los desechos producidos de dos formas 1) mandar a los alumnos a buscar la toxicidad de los desechos, o 2) dar reglas generales dentro del contexto de la práctica. Lo primero implica un gran consumo de tiempo a menos que sepan exactamente dónde pueden buscarlas. Lo segundo, es más efectivo porque los consejos se repiten en varias prácticas. Para reciclar, varios artículos en la literatura proponen prácticas en secuencia para que los productos de alguna práctica sean reactivos en otra. En realidad no se tiene contemplado este enfoque dentro de la DCBFI. Sin embargo se puede alentar a los alumnos a reciclar el papel para elaborar sus informes de laboratorio siempre y cuando no interfiera con el aspecto formativo de entregarlo organizado y limpio. Por último, dado que son ingenieros, se les puede informar de los programas que existen en la industria mexicana para proteger el ambiente como es el de "Responsabilidad Integral" del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos (IMIQ).

2) USO DE TECNOLOGÍAS MODERNAS

Los alumnos tienen acceso a computadoras a través del departamento de computación. La introducción de computadoras para el laboratorio no va en contra del objetivo de tener prácticas baratas puesto que si se planean bien, se utiliza una paquetería adecuada o sabe dónde buscar en la Red, se proporciona al alumno una herramienta poderosísima para su futuro desarrollo profesional. Además, se pueden utilizar con programas de simulación para facilitar el puente entre el laboratorio y la industria sin tener que gastar en equipo.

3) PRACTICAS EN MICROESCALA

La introducción de prácticas en microescala presenta ventajas y desventajas. Por un lado la inversión inicial es relativamente grande. Otro argumento en contra puede ser que los ingenieros, finalmente, estarán trabajando a nivel industrial por lo que deberán tener una idea de lo que ocurre con la reacción en gran escala a partir de su experiencia en el laboratorio. No obstante las prácticas en microescala abaten el costo de los reactivos y reducen los desechos producidos lo que es bastante atractivo cuando se tienen 53 grupos de laboratorio. La experiencia previa con los alumnos de Ingeniería indica que no se deben utilizar sustancias tóxicas o corrosivas porque no tienen el cuidado necesario al manejarlas. Puede optarse por una solución intermedia. Si alguna práctica contiene reactivos costosos o tóxicos pero es ilustrativa y significativa, se recomienda hacer dicha práctica en microescala.

4) DISEÑO DE LAS PRÁCTICAS

Como elemento adicional para esta propuesta de trabajo además de lo expuesto en el inciso 3.3.1 acerca del modelo de enseñanza-aprendizaje, la UPADI sugiere un aprendizaje en espiral y que exista una interdisciplinariedad en la formación de los ingenieros. Esto en la práctica es sumamente difícil dado lo grande de la Facultad de Ingeniería. Sería muy recomendable tener contacto con los diferentes departamentos que requieren de la química básica o los que se encargan de dar la segunda parte esta materia, (Dichas asignaturas ya se han especificado cuando se detallaron los contenidos de las materias relacionadas mencionadas en el inciso 3.2.2) Si se logra una comunicación real entre departamentos, se podrían evaluar las necesidades reales y se evitarían las repeticiones innecesarias de las que se quejan algunos alumnos.

A partir de todo el marco teórico anterior, se expondrá primero una modificación al programa en cuanto a la técnica de exposición de una práctica existente. En segundo lugar, una modificación bajo el modelo constructivista con una práctica nueva. Para terminar, una propuesta de diseño de manual modificando una práctica existente.

Modificación de la técnica de exposición

PRÁCTICA DE MEDIDAS DE SEGURIDAD

Aunque se ha visto que el estudiante de ingeniería no es muy afecto a pasar al frente del salón de clases o a las escenificaciones, la propuesta de Hill (1995) con una ligera modificación puede hacer que el aprendizaje de medidas de seguridad sea más significativo que una mera lista de reglas. La idea es que los alumnos detecten los "errores" que cometen

dos maestros-actores El que detecte más ganara un premio. Para ayudar al reforzamiento de las reglas de seguridad, al final de la actuación se reparten copias del libreto con los errores señalados. Existen 53 grupos de laboratorio en la DCBFI, buscar una hora adecuada a todos éstos es prácticamente imposible. Se sugiere como alternativa hacer un video del artículo citado dentro de las instalaciones de la DCBFI para que los alumnos puedan relacionarse más con él, o en su defecto utilizar el video que existe para medidas de seguridad, y realizar el mismo concurso para obligar a los alumnos a pensar en las reglas de seguridad que están aprendiendo.

PRACTICA DE LA DETERMINACION DEL ACIDO ACETICO EN VINAGRE

Esta actividad llamada "Busca a alguien que..." está tomada del libro de Moskowitz (1988). La idea es que un alumno encuentre a otro con una muestra que tenga la misma concentración de ácido acético. Después de que se ha presentado la técnica de titulación, y se ha cerciorado de que los alumnos son capaces de realizarla adecuadamente. Se reparten muestras problemas de ácido acético que los alumnos deben titular para encontrar quiénes tienen las mismas concentraciones. Las muestras son preparadas con anticipación por duplicado y etiquetadas. Se prepara una relación donde las concentraciones se especifiquen de acuerdo a las etiquetas. De esta forma las concentraciones son conocidas por la maestra y puede comprobar el trabajo de los estudiantes. Este ejercicio puede ayudar a la motivación si se ofrecen puntos extra en la práctica para la primera pareja que se identifique correctamente.

Modificación basada en el modelo constructivista

Según se encontró al analizar las condiciones dentro de la DCBFI, las prácticas que serían de más interés para los alumnos serían sobre temas más relacionados con sus licenciaturas, por ejemplo, pH en suelos, análisis químico en arcillas, nuevos materiales cerámicos. Algunas de estas prácticas son temas en las químicas posteriores y representan un nivel de procesamiento de información elevado. Sin embargo, no tenemos por qué desaprovechar el interés de los alumnos por estos temas. Se propone que para incorporar una práctica como esas, en su diseño se trate de disminuir la información requerida y adaptarla para el nivel introductorio que estamos manejando.

PRACTICA PROPUESTA: DIODOS Y LA TABLA PERIODICA

Esta práctica está basada en el artículo "Periodic Properties in a Family of Common Semiconductors" de Lisensky *et al.* que apareció en el *Journal of Chemical Education*, Volumen 69, Número 2, en febrero de 1992. La razón es introducir una práctica de estado sólido que sea atractiva para los alumnos. Del artículo citado sólo se utilizará la parte que ilustra la relación entre la estructura de los semiconductores y la tabla periódica. Los materiales utilizados (diodos, rejilla óptica, tableta) son baratos y fáciles de conseguir. Primero se pide a los alumnos que hagan un mapa conceptual de materiales semiconductores y se califica de acuerdo con los criterios de Nakhleh (1994). Posteriormente, se elabora una "V" de Gowin para el trabajo de laboratorio. Finalmente, se realiza la práctica y se discute en grupo tanto el mapa conceptual como el diagrama "V" para que los alumnos elaboren el informe.

Modificación del diseño del manual

Se presenta la primera actividad de la práctica 12 en un formato nuevo de acuerdo a las especificaciones de Johnstone (1990 y 1991). El formato original puede consultarse en el [apéndice VI](#), p 94.

LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA MATERIA**DESARROLLO****ACTIVIDAD A**

1 Coloca 20 ml de la solución de HCl en el matraz erlenmeyer. Utiliza la probeta para medir la solución.

2. Pesa 5g de NaHCO_3 en un vaso de precipitados. Luego vierte el NaHCO_3 en el globo. **PRECAUCIÓN:** Cuida que no quede en el vaso o se derrame.

3. Ajusta el globo a la boca del matraz. **EL NaHCO_3 NO DEBE CAER DENTRO DEL MATRAZ.**

1. Coloca el matraz y el globo como los armaste sobre la balanza y pesa. Registra el peso de todo este sistema, este será m_1 .

2. Sin quitar el sistema de la balanza. Añade el NaHCO_3 . Observa y registra lo que sucede.

3. Espera a que termine la reacción. Vuelve a registrar el peso del sistema, será m_2 .

1. Compara los pesos m_1 y m_2 .

2. Piensa si se cumple o no la ley de la conservación de la materia. Explica por qué.

3. Anota tus conclusiones.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuando se realizó la presente investigación, la autora se percató de que no existían objetivos explícitos para el laboratorio de la DCBFI contra los cuales poder comparar el desempeño del mismo. Se examinan a continuación las fuentes pertinentes para, posteriormente y con base en ellas, proponer los posibles objetivos del laboratorio como un resultado importante de todo el trabajo realizado.

a) El programa de la asignatura Química (Clave 1205) señala que el alumno desarrollará:

“las capacidades de observación y de manejo de instrumentos experimentales, y la conciencia de la importancia de las propiedades de los materiales, de la generación y uso de la energía, y de sus consecuencias en el ambiente”

b) El documento de la UPADI señala que para trabajos experimentales

“se pondrá énfasis en montar laboratorios con equipos que se asemejen a los empleados en la industria, se pondrá atención a la toxicidad de los compuestos empleados, se instalarán medidas adecuadas de seguridad, se enseñará al alumno a calcular el costo del producto final, a buscar alternativas que supongan una economía que incida en el producto que interesa y proponer un esquema de producción industrial”

Para este último objetivo se recomienda la práctica nueve citada en el inciso 3.2.4, la cual consiste en un proyecto de síntesis de ácido acetyl salicílico. Los alumnos deben elaborar un organizador de actividades, entre las cuales están investigar la síntesis del ácido, seleccionar

una forma adecuada de sintetizarlo, comprar las materias primas, obtener el producto, calcular su costo en horas/hombre y su costo para venta, a manera de una pequeña empresa.

El documento no especifica objetivos para Química General en lo que respecta a laboratorio pero para el de Química Inorgánica sugiere: "Desarrollar habilidades experimentales para trabajar en el laboratorio de química, aplicar el razonamiento lógico a la resolución de problemas y valorar la necesidad de preservar el medio ambiente y las fuentes de energía".

c) La necesidad expresada en los diferentes perfiles del ingeniero es "un conocimiento profundo de los principios de la química"

d) De los estudios consultados en la literatura Hodson (1994), da cinco objetivos para el laboratorio:

- 1) Motivar, mediante la estimulación del interés y la diversión
- 2) Enseñar la técnicas de laboratorio
- 3) Intensificar el aprendizaje de los conocimientos científicos
- 4) Proporcionar una idea sobre el método científico y desarrollar la habilidad en su utilización
- 5) Desarrollar determinadas "actitudes científicas", tales como la consideración de las ideas y sugerencias de otras personas, la objetividad y la buena disposición para no emitir juicios apresurados

Pero estos objetivos pueden ser criticados porque no son exclusivos del trabajo en el laboratorio.

e) En este sentido, otro estudio acerca de los objetivos educativos, identifica cuatro objetivos específicos del trabajo práctico (Barberá, 1996):

- 1) Proporciona experiencia directa sobre los fenómenos, en el sentido en el que Woolnough (1985) utiliza la palabra experiencia, haciendo que los estudiantes aumenten su conocimiento tácito y su confianza acerca de los sucesos y eventos naturales
- 2) Permite contrastar la abstracción científica ya establecida con la realidad que ésta pretende describir, enfatizándose así la condición problemática del proceso de construcción de conocimientos y haciendo que afloren algunos de los obstáculos epistemológicos que fue necesario superar en la historia del quehacer científico
- 3) Produce la familiarización de los estudiantes con importantes elementos de carácter tecnológico, desarrollando su competencia técnica
- 4) Desarrolla el razonamiento práctico, en el sentido que Brickhouse define esta capacidad es un comportamiento inherentemente social e interpretativo propio de la condición humana y necesario para la *praxis*, un tipo de actividad en la que el desarrollo progresivo del entendimiento del propósito que se persigue emerge durante el ejercicio de la propia actividad

Los siguientes son los objetivos propuestos para el laboratorio de química. En los números dos y cuatro se conservaron los objetivos del programa vigente de la asignatura

OBJETIVOS PROPUESTOS PARA EL LABORATORIO DE QUÍMICA

- 1) Proporcionar una experiencia estimulante, (Woolnough, 1985), y ayudar en el desarrollo del pensamiento crítico
- 2) Desarrollar las habilidades fundamentales para el trabajo práctico y saber aplicarlas
- 3) Realizar prácticas que promuevan un aprendizaje significativo y que, también, sean económicas

- 4) **Desarrollar una conciencia ecológica en el estudiante.**
- 5) **Fomentar una actitud de cooperación entre los estudiantes.**

Lo primero que se debe tener en mente es que no estamos trabajando con químicos, sino con ingenieros los cuales pueden levantar una "barrera pragmática" porque quieren resultados prácticos inmediatos para todo lo que aprenden. Según Eagar, "Los científicos descubren verdades, los ingenieros determinan formas de actuar" (Eagar, T. W., 1992). Él mismo da cinco actitudes que se deben desarrollar para tener mejores ingenieros.

- 1) Disposición para proceder aún cuando se tengan datos incompletos y contradictorios.
- 2) Reconocer la necesidad de desarrollar y usar un criterio ingenieril
- 3) Cuestionamiento crítico ante toda información, especificación o resultado
- 4) Reconocer al experimento como último árbitro.
- 5) Disposición para asumir la responsabilidad de proveer un resultado útil.

En otras palabras, un ingeniero necesita dar resultados efectivos a problemas prácticos. En la Facultad de Ingeniería, por el contrario, se hace énfasis en la resolución matemática de problemas. Como ejemplo, para los problemas de estequiometría, los alumnos aplican indiscriminadamente el método de análisis dimensional en lugar de razonar los conceptos en los que se basa. Esto se puede solucionar adoptando un enfoque hacia los conceptos al principio de la exposición en clase y más tarde concentrarse en los algoritmos matemáticos.

Se sugiere que para bajar la "barrera pragmática" tan característica en los ingenieros, debe hacerse entender al alumno que "una gran variedad de experiencias de aprendizaje le pueden ser útiles para desarrollar un concepto de identidad, en formular su propia filosofía

de existencia, o para adquirir madurez intelectual y emocional” (Byrns, 1960). Esta madurez a su vez les permitirá un mejor aprendizaje.

Según las teorías expuestas, lo mejor es que el aprendizaje esté centrado en el alumno y que él sea el responsable de su aprendizaje. Transmitir este mensaje no siempre es fácil porque, en algunos casos, se lucha contra toda una vida de aprendizaje pasivo.

La introducción de técnicas diferentes es una experiencia muy difícil para los alumnos pues temen hacer el ridículo enfrente de sus compañeros. Se han obtenido resultados favorables y desfavorables. Existen grupos que se rehusan a participar en técnicas de enseñanza novedosa porque las consideran “menos serias”. Existen otros que, por el contrario, llegan a tener una alta motivación. En cuanto a motivación, las relaciones que se puedan hacer por medio de lecturas adicionales sobre temas novedosos o haciendo una relación de la práctica misma con la industria o la vida diaria siempre es una gran ayuda. Lo que siempre se ha acogido con agrado son las visitas a museos como Universum (mientras que sean dentro de los horarios de clase) y las analogías que los ayuden a entender los conceptos. En el espinoso terreno de la evaluación del curso, también puede adoptarse un enfoque para reducir el estrés e incrementar la motivación. Partiendo de que los objetivos de la clase de teoría son ligeramente diferentes a los de laboratorio, se evalúa con los informes escritos de las prácticas y la observación diaria hecha por la maestra en vez de encararlos a un examen. En el perfil del ingeniero y en el documento de la UPADI se subraya la importancia de la capacidad para relacionarse interdisciplinariamente. Se encontró que aunque se trabaja dentro del laboratorio en equipos de cinco alumnos para fomentar buenas relaciones humanas y nivelar diferencias de conocimientos, algunos alumnos insisten en

realizar las prácticas y los informes individualmente. Aquí se aconseja dialogar con ellos y hacerles ver las ventajas de la negociación interpersonal para su futura carrera.

El plantear un modelo en donde el profesor es facilitador del aprendizaje también causa mucho conflicto porque los alumnos están acostumbrados a no contradecir a la autoridad. Si la UPADI expresa la necesidad de formar ingenieros con criterio, entonces es urgente cambiar el modelo de profesor que existe en estos momentos.

Ahora bien, comparando las características de los alumnos halladas en esta investigación con las mencionadas para los alumnos de nivel medio superior por Cervantes en el inciso 3.3.2 es evidente que existe una gran similitud. No se ha hecho un estudio para medir en qué etapa de desarrollo cognoscitivo se encuentran los alumnos que ingresan a la Facultad pero basándose en los informes entregados, de acuerdo con Rosenthal (1987), utilizan procesos cognoscitivos en el nivel bajo y medio. Es posible que los alumnos también perciban la realidad en forma fragmentada pues algunas habilidades que se requieren en el curso de química se les enseñan en el curso previo de Física Experimental y no son capaces de aplicarlas dentro del contexto químico. Como se trata de un curso básico y por las características de los alumnos es altamente recomendable que se utilicen ayudas visuales o modelos alternativos para conceptos difíciles y se disminuya la sobrecarga de información dentro del laboratorio. Esto ayudará a que los alumnos desarrollen las estrategias y el tipo de pensamiento necesarios para un buen aprovechamiento escolar.

El laboratorio está planeado para ir a la par con la teoría, desafortunadamente, en la mayoría de los casos esto no sucede. Es importante que la introducción al tema en el laboratorio sea clara y sencilla con el doble propósito de que el estudiante no se sienta

frustrado porque no entiende la práctica y de que al llegar a ese tema en teoría el esquema aprendido en el laboratorio sea una ayuda eficaz para una mejor comprensión, es decir que sirva como organizador

La distribución de la carga horaria para laboratorio recomendada en el programa de Química (Clave 1205) no corresponde con las prácticas de laboratorio. En el programa citado se recomienda dar 32 horas de laboratorio y en realidad se le dedican alrededor de 20 horas. Es decir, se está dando un 36% menos de horas. En lo concerniente a las prácticas propuestas, ya se mencionó la opción de reinstalar la práctica nueve de la fase I. Además, se señala que las prácticas "Reacciones Químicas" y "Entalpia de hidratación" propuestas en la fase I que se habían excluido en semestres anteriores, se volvieron a implementar en el presente semestre con los nombres de "Col morada e indicadores" y "Entalpia de disolución" (modificada) porque se les consideró relevantes e ilustrativas. Cuando, de acuerdo con el documento de la UPADI, se sugirió una practica donde se utilizarian computadoras para tener acceso a Internet se descubrió que la gran mayoría de los alumnos tienen acceso a computadoras pero no a Internet y no se cuenta con la oportunidad de dar una clase en el laboratorio de computación porque sólo se acepta un alumno por máquina. Otra gran limitante encontrada es que la mayoría no sabe inglés a pesar del requisito de examen de comprensión de lectura en inglés como lengua extranjera. Sin embargo, todos se mostraron muy entusiasmados con la idea de la práctica aunque no se pudo llevar a cabo. Si una práctica como ésta se puede realizar en un futuro, se pueden utilizar los artículos de Haderlie (1994) o Penhale (1991) como guía para desarrollar proyectos de búsqueda de información o localizar software de interés.

Puede ser que valga la pena el esfuerzo invertido en la parte de redacción. Se recomienda la redacción creativa con grupos extrovertidos y que ya estén "atrapados" por la química. En un ambiente más tradicional, como lo son la mayoría de las clases en el laboratorio, se recomiendan los otros tipos de redacción aparte del informe escrito. Se ha obtenido un buen resultado con lecturas recreativas en las que se habla de la química dentro de novelas como Sherlock Holmes (O'Brien, 1993), y de series de televisión como Viaje a las estrellas. (Foster, 1992) De esta manera, aunque sea de forma indirecta, se estará preparando al alumno para escribir la tesis, un curriculum para solicitar trabajo o inclusive como profesionales de la ingeniería alguna presentación de un proyecto.

El diseño del manual, se someterá a evaluación durante el próximo semestre lectivo.

A manera de colofón cabe mencionar que dos de los alumnos que cursaron esta materia se convirtieron después en asesores de química para cumplir con su servicio social y algunos otros regresaron para decir que las estrategias enseñadas en el laboratorio les sirvieron para resolver el examen departamental

5. CONCLUSIONES

La Fase I del presente proyecto fue el primer intento que se tuvo en la DCBFI para tener un programa de prácticas de laboratorio estructurado dentro de la asignatura de Química. Se requirió de un esfuerzo considerable ya que en un principio no se contaba ni siquiera con un espacio asignado para el laboratorio de química y las prácticas se realizaban en el laboratorio de termodinámica de la División.

La Fase II consistió en reunir la información pertinente dentro de la institución para poder tener una referencia sólida de lo que es el laboratorio de química. También se investigó el perfil del ingeniero para saber qué necesitaba conocer en la asignatura de química básica. Finalmente, se incorpora la relación de la química con otros cursos para tener posibles ideas sobre futuras propuestas de prácticas relevantes para cada licenciatura.

La Fase III constituye la concretización de todo el esfuerzo anterior en la presente propuesta de trabajo para el laboratorio de Química (1205). El nuevo plan de estudio para la asignatura estuvo apoyado principalmente en un documento generado por la UPADI en 1991 dentro del cual se analizan específicamente las necesidades para la actualización curricular en las áreas de química de los ingenieros en Latinoamérica (Esteban, 1991). De acuerdo a los planteamientos de la UPADI y las necesidades de la DCBFI se puntualizarán las conclusiones más importantes:

a) De las 180 horas anuales que señala la UPADI, se cubren 104 en un semestre. Esta organización reparte la carga horaria en un 40% horas teoría y 60% horas experimental.

El nuevo espacio para los laboratorios es adecuado, esta bien ventilado, y tiene las medidas de seguridad necesarias, aunque el botiquín y el extinguidor se guardan bajo llave por experiencia previa. Los laboratorios funcionan con periodos de dos horas semanales. Dentro del nuevo plan de estudios la asignatura tiene una carga horaria repartida en 70% horas teoría y un 30% horas experimental. Debido a la gran cantidad de alumnos que se tienen que atender, el cumplir con el 60% de las horas es complicado. La opción de dar laboratorios simultáneos limita el incremento a las horas en que se puede estar presente dentro del laboratorio pues la mayoría del tiempo se encuentran funcionando. Se propone que se utilicen salones de clase para dar todo tipo de explicaciones teóricas durante una hora y luego dedicarse enteramente al laboratorio en el período de dos horas asignado.

b) La UPADI insiste en que el contenido curricular esté dado desde un punto de vista ingenieril.

Con este objetivo en mente se trató de incorporar la química que está presente en la vida diaria para acercar al alumno a esta disciplina. Una vez que los alumnos estén motivados, se les hará preguntas de tipo abierto o se les plantearán problemas para que se concentren en dar una respuesta "que sirva". Se tiene que hacer énfasis en que todavía falta incluir la química del estado sólido en las prácticas pues son temas en los que la relación con

la ingeniería puede ser más directa, por ejemplo en cuanto a los semiconductores. A favor de la inclusión de este tipo de prácticas se debe decir que es un tema que muchas veces no se toca explícitamente en teoría y, sin embargo, es de los temas que se requieren para las licenciaturas de Ingeniero en Computación e Ingeniero en Telecomunicaciones. Estas licenciaturas no incluyen otra asignatura posterior en donde se expliciten conocimientos de química del estado sólido. Se considera, entonces, importante, incluir este tema a pesar de ser un curso de Química General porque no sólo le será de utilidad a estudiantes de las licenciaturas antes mencionadas, las demás también se beneficiarán con estos conocimientos.

c) La UPADI requiere que se utilicen materiales audiovisuales y computacionales en la enseñanza.

Creo que se debe insistir en este punto. Por la naturaleza de su profesión los ingenieros están a merced de perder un cliente si no se tiene la mejor de las informaciones a la mano. Si se les niega la herramienta de la más grande red de información que conocemos, tendrán una clara desventaja en su vida profesional.

Para cumplir el objetivo de utilizar materiales visuales, sería recomendable hacer un "banco de recursos multimedia" para el laboratorio. Las existencias de este se pueden tener en listas que se repartirán a los maestros para que lo conozcan y lo incorporen a sus técnicas de enseñanza. Se podría empezar con los acetatos para el libro de texto de Chang, y aumentar la lista con videos, programas de computación, acetatos del tipo "Applications and Analogies" del *Journal of Chemical Education*, etc.

d) La UPADI indica que el aprendizaje esté centrado en el alumno respetando sus características individuales.

La idea anteriormente descrita está en total acuerdo con la filosofía propuesta para el modelo enseñanza-aprendizaje en el laboratorio de química de la DCBFI. Este enfoque permite al alumno opinar acerca de su experiencia de aprendizaje y al maestro desarrollar un curso que se acomode a las necesidades del alumno. Se considera muy bueno adoptar el cambio de énfasis del maestro al alumno, sobre todo para combatir la pasividad y dependencia en el alumno a fin de hacerlo responsable de su aprendizaje

No es muy común, dentro del medio, que se tome en cuenta al alumno. Cuando se estaba implementando esta idea, la investigadora se encontró con una barrera de desconfianza por parte de los alumnos pues suponen que la maestra debe decidir lo que se enseñará. Una vez superada esta barrera inicial, se crea un ambiente de confianza y respeto dentro del laboratorio que motiva al alumno y crea el medio propicio para desarrollar el pensamiento crítico.

e) En relación con lo anterior, la UPADI pide que las estrategias docentes sean las más adecuadas a cada actividad, y no se limiten a clases magistrales.

Se dice que "se predica con el ejemplo". Es probable que muchos de nosotros enseñemos de la misma manera en que fuimos educados por nuestros maestros, pero la psicología moderna pone a nuestro alcance herramientas que pueden hacer más afectivo y efectivo el aprendizaje.

f) En el documento de la UPADI citado, se hace hincapié en la enseñanza interdisciplinaria.

Se dice que tenemos que enseñar de manera interdisciplinaria y, sin embargo, a lo largo de nuestra formación se nos enseña la historia por un lado, la literatura por otro y como entes aparte la física y la química. Lo mismo sucede en la Facultad, al preguntar acerca de materias como Termodinámica o Física Experimental los alumnos no son capaces de relacionar estas asignaturas. Es probable que si este tipo de relaciones se va haciendo poco a poco, después de un tiempo el alumno sea capaz de hacerlos por sí mismo.

Aunque se pudiera opinar no es nuestra función, como maestros de química, subsanar las lagunas de nuestros alumnos en redacción, en opinión de la autora este ejercicio ayudará a desarrollar un pensamiento ordenado lo cual redundará en un beneficio al estudiar nuestra disciplina. Si empezamos a integrar las habilidades de pensamiento en la química y la escritura se estará dando un panorama verdaderamente interdisciplinario al alumno.

El modelo de enseñanza-aprendizaje presentado está basado en la concepción de que los estudiantes construyen su propio conocimiento y significado del entorno a partir de la experiencia previa. Los conocimientos, las habilidades y las actitudes determinan lo que el estudiante aprende. Estos elementos caracterizan al constructivismo. Sin embargo, la autora sostiene que no existe un "método por excelencia", lo mejor es proporcionar una gran variedad de experiencias para que los estudiantes tengan oportunidades diferentes de aprender.

En la sección 3.3.3, se da un modelo de diseño de prácticas y de un manual basado en la información recopilada durante toda esta investigación que se adecua al carácter introductorio de la asignatura y a los requerimientos de la Institución. Este modelo puede ser utilizado para optimizar las diez prácticas en operación durante este semestre dentro del laboratorio de química de la DCBFI. Además se sugiere que se tomen como guía los criterios propuestos por Tamir (1992) y Lock (1987) para una futura evaluación de las prácticas.

Aunque son estudiantes de ingeniería que tendrán que tomar decisiones en situaciones conflictivas, no se discutió si se debía presentar a alumnos prácticas que fueran verdaderos problemas para enfrentarlos a que en el trabajo diario no siempre todo sale tan bien como en el laboratorio. El enfrentarlos a prácticas en donde el maestro conoce la respuesta es en cierta forma controlar la motivación de los alumnos para que no se desanimen ante el posible fracaso que pueden tener si se les presenta un problema que no puedan resolver. Se piensa que este tipo de entrenamiento estará mejor ubicado en un curso posterior cuando el alumno ya tenga elementos de pensamiento crítico y conocimientos necesarios para que no sea una experiencia desmotivante.

El principal problema al que nos enfrentamos en este trabajo es cómo enseñar la química en el laboratorio para que se lleve a cabo un aprendizaje significativo. Se plantea que la información en bruto que recibe el alumno (*input*) debe ser procesada para que se convierta en información significativa (*intake*) que ayude efectivamente al aprendizaje.

Además se debe tener en cuenta que siempre existe un "momento para enseñar" que indica que el estudiante está listo cognoscitiva y afectivamente para incorporar nuevos conocimientos (Jenkins, 1997). Los mejores son los espontáneos, y dentro de un laboratorio se pueden aprovechar al máximo haciendo pequeñas pruebas que pueden explicar más que mil palabras.

Los objetivos para el laboratorio pueden no ser específicos del trabajo práctico y parecer ambiciosos, sin embargo se propusieron teniendo en mente el entorno y las necesidades de la DCBFI. A pesar de todo, se cree que son metas alcanzables dados los recursos con que se cuenta.

Este trabajo estuvo inspirado en un comentario lingüístico y se quisiera terminar citando a Lavoisier, inspirado a su vez en Condillac: "Y como las palabras son las que conservan y transmiten las ideas, resulta que no se puede perfeccionar la lengua sin perfeccionar la ciencia, ni la ciencia sin la lengua, y por muy ciertos que fuesen los hechos, por muy justas las ideas que las originaren, solo transmitirían impresiones falsas si careciésemos de expresiones exactas para nombrarlos".

6. BIBLIOGRAFÍA

- Ausubel, D P. Novak J. D., Hanesian H., 1983, *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*, Ed. Trillas, México
- Barberà, O Valdés P., 1996, "El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión", *Enseñanza de las ciencias*, Vol 14 No.3, p365-379.
- Black, S L 1996, "General Chemistry Laboratory - Scientific Inquiry", *Journal of Chemical Education*, Vol. 73 No. 8, August, p776-778
- Burgess, R Editor. 1988, *Strategies of educational research*, The Falmer Press, G. B.
- Burke, B. A 1995, "Writing in Beginning Chemistry Courses", *Journal of College Science Teaching*, March/April, p341-345
- Byrne, M. S. 1990, "More effective practical work", *Education in Chemistry*, January, p12-13.
- Byrns, R. H. 1960, "The Pragmatic Barrier", *Improving college and university teaching*, Vol. 8 No. 4, Autumn, p146-148.
- Cervantes, G. Valdés O., Cataño S en Batllori A., Bañuelos A. M. (Compiladoras), 1993, *Química: Materias con alto índice de reprobación Serie: Sobre la Universidad No. 22*, México, Centro de Investigaciones y Servicios Educativos, UNAM, p. 120
- Chastrette, M. 1992, "Nouvelles Tendances dans la didactique de la chimie el rôle du comité pour l'enseignement de la chimie de l'IUPAC". *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 10 No 1, p17-24.
- CIEES/CIyT/MR1-92 1992, *Marco de referencia para la evaluación* Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior. (1junio)
- Coll, C. Palacios, J y Marchesi, A. Comp., 1990, *Desarrollo Psicológico y Educación*, Tomo II *Psicología de la Educación*, Alianza Editorial, Madrid, España.
- Covarrubias Solis J M 1993, Conferencia en la Facultad de Ingeniería (26/mayo)

- De Morán, J. A. De Ballaude M. E. G., De Zamora M. M. K., 1995, "Motivación hacia la química", *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 13 No. 1, p66-70
- Ditzler, M. A. Ricci, R. W., 1994, "Discovery Chemistry : Balancing Creativity and Structure", *Journal of Chemical Education*, Vol.71 No.8, August, p685-688
- Eagar, T. W. 1992, "Problems in Engineering and Science Education" *MRS Bulletin*, p36-38
- Esteban, C. 1991, "Síntesis de los talleres subregionales sobre la aproximación, mejoramiento y actualización curricular en las áreas de química", UPADI-UNESCO
- Foster, N. 1992, "Science and the Final Frontier - Chemistry and Star Trek", *Chemistry and Industry*, Vol. 21, December, p947-949
- Fruen, L. 1992, "Why do we have to know this stuff?", *Journal of Chemical Education*, Vol. 69 No. 9, September, p737-740
- Gagné, R. 1975, *Principios básicos del aprendizaje para la instrucción*, Ed. Diana, México
- Goetz, J. P. Le Compte, M. D., 1984 *Ethnography and qualitative design in educational research*, Academic Press, U S A.
- Haderlie, S. 1994, "Chemistry Teaching with New Technologies and Strategies" *Journal of Chemical Education*, Vol.71 No. 12, December, p1058-1062
- Harmer, J. 1991, *The Practice of English Language Teaching*, Fifth Edition. Longman, Malaysia
- Herron, J. D. 1975, "Piaget for Chemists", *Journal of Chemical Education*, Vol. 52 No. 3, March, p146-149
- Hill, P. S. Greco, T. G., 1995, "Safety Is No Laughing Matter", *Journal of Chemical Education*, Vol. 72 No. 12, December, p1126-1127
- Hodson, D. 1994, "Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio", *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 12 No.3, p299-313.

- Hofacker, U. 1975, "Mejor comprensión de los procesos psicológicos en el aprendizaje de la química", *Nuevas tendencias en la enseñanza de la química*, Unesco, Paris
- Jenkins, D. 1997, Comunicación personal
- Jiménez Gómez, E. Solano Martínez I. Marín Martínez N., 1994, "Problemas de terminología en estudios realizados acerca de "lo que el alumno sabe" sobre ciencias", *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 12 No 2, p235-245
- Johnstone, A H 1984, "New Stars for the Teacher to Steer by?", *Journal of Chemical Education*, Vol 61 No 10, October, p847-849
- Johnstone, A H Letton, K M., 1990. "Investigating undergraduate laboratory work", *Education in Chemistry*, January, p9-11
- Johnstone, A H. Letton, K M., 1991, "Practical measures for practical work", *Education in Chemistry*, May, p81-83
- Kogut, L. S. 1996, "Critical Thinking in General Chemistry", *Journal of Chemical Education*, Vol 73 No 3, March, p218-221
- Kostecka, K S. 1995, "Modern Methods in Science - A Nonmajor's Chemistry Course", *Journal of College Science Teaching*, March/April, p322-326
- Krashen, S. Dulay H., Burt M., 1982, *Language Two*, Oxford University Press, New York.
- Lavoisier, A. L. 1984, *Tratado elemental de química*, Ed Alfaguara, Madrid
- Lerman, M. Z. 1993, "Teaching Teachers to Teach Science Across the Curriculum" XIII Congreso de Educación Química, Cancún, Q Roo.
- Lock, R. Ferriman B., 1987, "OCEA and the assessment of practical chemistry", *Education in Chemistry*, July, p114-116
- Morgan, W. R., Jr. 1995, "Critical thinking-What does that mean?" *Journal of College Science Teaching*, March-April, p336-340.
- Moskowitz, G. 1988, *Caring and Sharing in the Foreign Language Class*. Newbury House Publishers, México

- Nakhleh, M. B. 1994, "Chemical Education Research in the Laboratory Environment", *Journal of Chemical Education*, Vol. 71 No3, March, p201-205.
- Novak, J. D. Moreira, M., 1988, "Investigación en la enseñanza de las ciencias en la Universidad de Cornell Esquemas teoricos, cuestiones centrales y abordos metodológicos", *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 6, p3-18
- O'Brien J. F. 1993, "What kind of Chemist was Sherlock Holmes", *Chemistry and Industry*, Vol 7, June, p394-398
- Penhale, S. J. Stratton W J., 1994, "Online Searching Assignments in a Chemistry Course for Nonscience Majors", *Journal of Chemical Education*, Vol. 71 No 3, March, p227-229.
- Pickering, M. 1987, "What goes on in Student's Heads in Lab", *Journal of Chemical Education*, Vol 64 No 6, June, p521-523
- Plan civil 1993, *Propuesta de planes de estudio para la carrera de Ingeniero civil* Tomos I y II Facultad de Ingeniería, UNAM
- Plan Computación 1993, *Propuesta de planes de estudio para la carrera de Ingeniero en Computación* Tomos I y II Facultad de Ingeniería, UNAM.
- Plan Eléctrico 1993 *Propuesta de planes de estudio para la carrera de Ingeniero Eléctrico Electrónico* Tomos I y II Facultad de Ingeniería, UNAM.
- Plan Geofísico 1993 *Propuesta de planes de estudio para la carrera de Ingeniero Geofísico* Tomos I y II Facultad de Ingeniería, UNAM
- Plan Geólogo 1993 *Propuesta de planes de estudio para la carrera de Ingeniero Geólogo* Tomos I y II Facultad de Ingeniería, UNAM
- Plan Industrial 1993, *Propuesta de planes de estudio para la carrera de Ingeniero Industrial* Tomos I y II Facultad de Ingeniería, UNAM
- Plan Mecánico 1993, *Propuesta de planes de estudio para la carrera de Ingeniero Mecánico* Tomos I y II Facultad de Ingeniería, UNAM.
- Plan Minas 1993, *Propuesta de planes de estudio para la carrera de Ingeniero de Minas y Metalurgista* Tomos I y II Facultad de Ingeniería, UNAM

- Plan Petrolero** 1993, *Propuesta de planes de estudio para la carrera de Ingeniero Petrolero* Tomos I y II Facultad de Ingeniería, UNAM.
- Plan Telecomunicaciones** 1993, *Propuesta de planes de estudio para la carrera de Ingeniero en Telecomunicaciones* Tomos I y II Facultad de Ingeniería, UNAM.
- Plan Topógrafo** 1993, *Propuesta de planes de estudio para la carrera de Ingeniero Topógrafo y Geodesta* Tomos I y II Facultad de Ingeniería, UNAM.
- Rosenthal, L. C.** 1987, "Writing Across the Curriculum Chemistry Lab Reports", *Journal of Chemical Education*, Vol 64 No 12, December, p996-998
- Sanger, M J** Greenbowe, T. J., 1996, "STS and Chemcom Courses versus College Chemistry Courses Is there a mismatch?", *Journal of Chemical Education*, Vol 73 No 6, June, p532-535
- Shakes D. C.** 1995, "Fostering Creativity in the Science Classroom", *Journal of College Science Teaching*, March/April, p333-335
- Shayer, M.** Adey, P., 1986, *La ciencia de enseñar ciencias*, Ed Narcea, España, 2da edición España
- Stensvold, M.** Wilson, J. T., 1992, "Using Concept Maps as a Tool to Apply Chemistry Concepts to Laboratory Activities", *Journal of Chemical Education*, Vol.69 No.3, March, p230-232
- Tamir, P.** García Rovira M. P., 1992, "Características de los ejercicios de prácticas de laboratorio incluidos en los libros de texto de ciencias utilizados en Cataluña", *Enseñanza de las Ciencias*, Vol 10 No 1, p3-12
- Venkatachelam, Ch.** Rudolph R.W, 1974, "Cookbook versus Creative Chemistry", *Journal of Chemical Education*, Vol.51 No 7, July, p479-482.
- Vulliamy, G.** Lewin, Keith and Stevens, David, 1990, *Doing educational research in developing countries: qualitative strategies*, The Falmer Press, G B.
- Woolnough, B. E.** Allsop T., 1985, *Practical work in science*, Cambridge, Cambridge University Press.

7. APÉNDICES

CUESTIONARIO A

¿Qué experimento hiciste el día de hoy ?

¿Tuviste suficiente tiempo para hacerlo ?

¿Lo terminaste a tiempo ?

¿Fue interesante ?, ¿Fue difícil ?

¿Estuvo bien organizada la sesión de laboratorio ?

¿Disfrutaste al hacer este experimento o piensas que fue una pérdida de tiempo ?

¿Se te dieron las instrucciones adecuadas para hacer el experimento ?

¿Te pareció confuso el experimento ?

¿Cuándo te quedó claro el punto del experimento ? Al principio, durante la práctica, al final , no te quedó claro

¿Se te proporcionó la ayuda adecuada dentro de la sesión de laboratorio ?

¿Pudiste localizar fácilmente todos los reactivos y materiales que utilizaste ?

¿Habías tenido la clase de teoría que cubría el tema que viste en el laboratorio ?

¿Utilizaste equipo que no conocías ?, ¿Se te enseñó a usarlo ?, ¿Piensas que si lo tienes que volver a usar sabrías como ?

¿Tuviste alguna duda al hacer el informe de la práctica ?

Cuando terminaste la sesión de laboratorio, ¿Sentiste que habías aprendido algo ?

Cuestionario tomado de Johnstone (1990) Los resultados fueron incorporados en el cuerpo de la tesis en la sección 3.3.2.

CUESTIONARIO B

1. ¿Hace cuánto tiempo cursaste la materia de Química?
2. ¿Tenía relación la teoría con el laboratorio?
3. ¿Te ayudo el laboratorio, de alguna manera, para reforzar lo visto en teoría?
4. Del temario de la materia
 - a) ¿Qué te gusto más?
 - b) ¿Qué ha sido utilizado en otras materias?
 - c) ¿Que te gustara incluir?
5. ¿Consideras necesaria la materia de Química para tu carrera?. ¿Por qué?
6. ¿Qué aplicaciones tiene la Química en tu carrera?
7. Te gustaría un curso ()
 - a) Como está diseñado
 - b) Más teórico
 - c) Más práctico

Sugerencias:

DATOS DEL ENCUESTADO

Hombre:	<input type="text"/>	Mujer:	<input type="text"/>
Año de ingreso a la Facultad:	<input type="text"/>	Semestre que cursa:	<input type="text"/>
Carrera que cursa:	<input type="text"/>		

A continuación se da un resumen del cuestionario B con los resultados obtenidos a partir de una muestra aleatoria de 60 alumnos que ingresaron a la Facultad de Ingeniería en los años de 1994 y 1995 (primeras generaciones del nuevo Plan de Estudios). El cuestionario se aplicó durante el semestre 96-I a estudiantes que hubieran aprobado la asignatura de Química y que tuvieran casi la totalidad de los créditos requeridos en el quinto semestre para la generación de 1994 y tercer semestre para la generación de 1995.

Las respuestas se han tomado *verbatim* de los cuestionarios, se destacan sólo aquellas más representativas y se presentan desglosadas por licenciaturas.

Ingeniero Civil

Pregunta	Respuesta
1	Cursaron la asignatura en 2° semestre
2	La mayoría dice que sí tenía relación la teoría y el laboratorio
3	No, sólo un poco
4	a) Números cuánticos, balanceo de ecuaciones, orgánica, inorgánica, nada b) Entropía, nada c) Propiedades de los materiales, algo sobre ingeniería, nada
5	La mayoría contestó que sí
6	Composición de materiales, saber distinguir elementos, ninguna
7	Más práctico

Ingeniero en Computación

Pregunta	Respuesta
1	Cursaron la asignatura en 2° semestre
2	Demasiada relación, sí, no
3	No, en algunos casos porque el laboratorio estaba más adelantado que la teoría, algo
4	a) Balanceo de ecuaciones, configuración electrónica, hacer el cristal b) Entropía, termoquímica, nada c) Nada
5	Si aunque no esencial, para termodinámica, no
6	Composición de materiales, polímeros, NADA
7	Más teórico (un alumno), más práctico

Ingeniero Eléctrico Electrónico

Pregunta	Respuesta
1	Cursaron la asignatura en 2º semestre
2	Si
3	No, en parte
4	a) Estructuras atómicas, velocidad de reacción, química orgánica
5	Si para antecedentes de otras materias, poco
6	El antecedente de materias más avanzadas, no sé
7	Como está diseñado (un alumno), más práctico

Ingeniero Geofísico

Pregunta	Respuesta
1	Cursaron la asignatura en 2º semestre
2	Si, en parte
3	No, en parte
4	a) Concentraciones b) Casi nada c) Nada
5	No, Si
6	Creo que ninguna materiales
7	Más práctico

Ingeniero Geólogo

Pregunta	Respuesta
1	Cursaron la asignatura en 2º semestre
2	Si, a veces
3	Algunas veces, no
4	a) Nada Inorgánica b) Nada c) Nada, sin respuesta
5	No lo creo, si mucho
6	No lo sé
7	Más práctico

Ingeniero Industrial

Pregunta	Respuesta
1	Cursaron la asignatura en 2 ^o y 3 ^o semestre
2	Si, supuestamente
3	Si, algo
4	a) Electroquímica, entalpías b) Por el momento nada c) Temas mas relacionados con la física
5	Claro que si, si se necesita tener buenas bases de química
6	Muchas me faltaria espacio para enumerarlas, en el estudio de materiales
7	Más práctico

Ingeniero Mecánico

Pregunta	Respuesta
1	Cursaron la asignatura en 2 ^o y 3 ^o semestre
2	No, a veces.
3	Algunas veces
4	a) Las aplicaciones y las practicas b) Nada c) Nada, no respondieron
5	No, muy poco
6	Ninguna, pocas.
7	Más practico

Ingeniero de Minas y Metalurgista

Pregunta	Respuesta
1	Cursaron la asignatura en 3 ^o y 4 ^o semestre
2	Si bastante, por lo general si
3	Si se correlacionó, a veces
4	a) Calculo de molaridades b) Las moles, termoquímica c) Algo más de inorgánica
5	Bastante porque los compuestos se utilizan en muchos procesos
6	En compuestos reacciones y para obtener calorías, si bastante.
7	Más práctico

Ingeniero Petrolero

Pregunta	Respuesta
1	Cursaron la asignatura en 2º, 3º y 4º semestre
2	Obligadamente, a veces, si
3	De hecho le da sentido a lo abstracto de la teoría, si me ayudó
4	a) Electricidad y termodinámica b) La parte de termodinámica c) Orgánica, no respondieron
5	Si mucho, es muy necesaria
6	En acelerantes de fraguado, número de carbones en el acero, radiografías en la soldadura
7	Más teórico (un alumno), más práctico

Ingeniero en Telecomunicaciones

No se pudo localizar ningún estudiante de esta carrera en la muestra. Es muy probable que esto se deba a que esta licenciatura es una opción para los alumnos que cursan las carreras de Ingeniero Eléctrico Electrónico o Ingeniero en Computación a partir del quinto semestre.

Ingeniero Topógrafo y Geodesta

Pregunta	Respuesta
1	Cursaron la asignatura en 2º, 3º y 4º semestre
2	No siempre porque en el laboratorio se adelantan, a veces
3	Si porque al ir adelante en laboratorio las cosas en teoría se hacen más fáciles, a veces
4	a) Termoquímica, estequiometría b) Termoquímica, nada c) Más termoquímica, no sé
5	Sólo como conocimientos generales, si
6	Para conocer los elementos o compuestos de materiales para la construcción
7	Más práctico

PLANES DE ESTUDIO DE LAS LICENCIATURAS DE INGENIERÍA
RESUMEN DE ASIGNATURAS RELACIONADAS CON QUÍMICA

CLAVE* (Licenciatura)	ASIGNATURA	CRÉDITOS	SEMESTRE
ICi	■ Impacto Ambiental	6	7º
	■ Tratamiento de Aguas Residuales	9	9º
ICo	■ Control Analógico (Relación indirecta)	10	7º
IEe	■ Energía e Impacto Ambiental	8	6º
IGf	■ Confirmación del Agua Subterránea	8	8º, 9º o 10º
	■ Exploración Geoquímica Minera	6	8º, 9º o 10º
	■ Fundamentos de Geología	8	4º
	■ Geología Aplicada a Minería	6	8º, 9º o 10º
	■ Geología del Petróleo	6	8º, 9º o 10º
	■ Mineralogía	9	5º
IGl	■ Sedimentología	6	6º
	■ Explotación y Tratamiento de Minerales	6	9º o 10º
	■ Fundamentos de Geología	8	4º
	■ Geología Aplicada a Minería	6	9º
	■ Geología del Petróleo	6	9º
	■ Geología Ambiental	6	9º
	■ Geología Marina y Contaminación	6	9º o 10º
	■ Geoquímica	9	5º
	■ Geoquímica Ambiental	6	9º o 10º
	■ Geoquímica del Petróleo	6	9º o 10º
	■ Hidrogeoquímica	6	9º o 10º
	■ Legislación Ambiental y Geología	6	9º o 10º
	■ Mineralogía	9	5º
	■ Sedimentología	6	6º
IIn	■ Química Aplicada	7	6º
	■ Procesos Industriales	8	9º
	■ Sistemas de Mejoramiento Ambiental	8	10º
	■ Tecnología de Materiales	10	6º
IMe	■ Ciencia de Materiales I	10	5º
	■ Ciencia de Materiales II	10	6º
	■ Sistemas de Mejoramiento Ambiental	8	10º
IMn	■ Análisis Químico	5	4º
	■ Concentración de Minerales	9	7º
	■ Fisicoquímica	8	6º
	■ Mineralogía	9	5º
	■ Petrología	8	6º
IPe	■ Fisicoquímica de la Explotación	9	5º
	■ Química para la Explotación de Yacimientos	9	6º
	■ Seguridad Industrial y Protección Ambiental	6	6º
ITe	■ Circuitos Integrados Analógicos (Relación indirecta)	10	9º
	■ Control Analógico (Relación indirecta)	10	7º
ITg	■ Impacto Ambiental	6	9º

* Ver p. 24 y 25 para claves de las licenciaturas

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA QUÍMICA**(CLAVE : 1406)**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

Programa de Ingeniería

CIENCIAS BÁSICAS

FÍSICA

Teoría

Experimentos

Fecha de aplicación de: Curso "Teoría de la Física" 30 de agosto de 1950

* Cierre de inscripciones: 18 de octubre de 1950

Programa de asignatura: FÍSICA

Cole: 1406 Núm. de exámenes: 1 Cierre: 1950

Grupos de clase: 10

Teoría: 12

Exámenes: 12

Prácticas: 12

OBJETIVO DE LA CLASE

Analizar las concepciones básicas de la física para capacitar al estudiante en su aplicación en la solución de problemas, así como demostrarle su capacidad de observación y de manejo de instrumentos experimentales.

Núm.	Temas	Teoría	Práct.
I	ESTRUCTURA ATÓMICA	7.0	2.0
II	FUERZAS INTERATÓMICAS E INTERMOLECULARES	10.5	3.7
III	CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS	3.5	1.7
IV	FORMULAS, COMPOSICIONES Y REACCIONES QUÍMICAS	7.0	2.0
V	TERMOQUÍMICA QUÍMICA	10.5	3.0
VI	CINÉTICA QUÍMICA	7.0	2.0
VII	ELECTROQUÍMICA	7.0	2.0
VIII	INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA ORGÁNICA	3.5	1.0

Aprobado por: M. C. Tizabi
el 20 de agosto de 1950

Asignatura: FÍSICA

— OBJETIVOS, EXÁMENES Y CONTENIDOS DE LAS TEMAS

Pág. 2

TEMA I "ESTRUCTURA ATÓMICA" T 7.0 h y P 2.0 h

OBJETIVO:

Establecer la conveniencia de la teoría cuántica en el modelo de la estructura atómica y relacionarla con la configuración electrónica de los átomos.

CONTENIDO:

- 1.1 El modelo atómico de Rutherford: el electrón, el protón y el neutrón.
- 1.2 La teoría cuántica: el modelo atómico de Bohr, los números cuánticos.
- 1.3 La configuración electrónica de los elementos. El principio de construcción (aufbau); el principio de exclusión de Pauli; la regla de Hund.

TEMA II "FUERZAS INTERATÓMICAS E INTERMOLECULARES" T 10.5 h y P 3.0 h

OBJETIVO:

Relacionar las propiedades de distintos materiales con su configuración electrónica y su tipo de enlaces.

CONTENIDO:

- II.1 Valencia y número de oxidación.
- II.2 La regla del octeto de Lewis. El enlace covalente. Electronegatividad. El enlace de hidrógeno.
- II.3 El enlace iónico. La afinidad electrónica. Transición entre el enlace iónico y el covalente.
- II.4 Enlaces metálicos: la teoría del electrón libre, la teoría de las bandas.
- II.5 Aislantes y semiconductores.

TEMA III "CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS" T 3.5 h y P 1.0 h

OBJETIVO:

Delimitar las posibles propiedades y características de los elementos, según su ubicación en la tabla periódica.

CONTENIDO:

- III.1 Elementos: nomenclatura y simbología.
- III.2 Propiedades periódicas de los elementos. Masa atómica. Número atómico.

Aprobado por: M. C. Tizabi
el 20 de agosto de 1950

III.3 La tabla periódica de los elementos.

TEMA IV "FÓRMULAS, COMPOSICIONES Y ECUACIONES QUÍMICAS" T 7.0 h y p 2.0 h

OBJETIVO:

Calcular las cantidades involucradas en reacciones químicas, tanto en solución como fuera de ella.

CONTEÚDO:

IV.1 El concepto de mol.

IV.2 La fórmula mínima. La fórmula molecular.

IV.3 La ley de las conservaciones de masa. La ley de las proporciones múltiples. La hipótesis de Avogadro.

IV.4 Unidades de concentración. Reacciones en solución.

TEMA V "TERMOQUÍMICA QUÍMICA" T 10.5 h y p 3.0 h

ANTECEDENTES: Cálculo diferencial e Integral. Tema VI

OBJETIVO:

Calcular los flujos de energía asociados con diversos fenómenos químicos de aplicación en la ingeniería.

CONTEÚDO:

V.1 Ecuaciones termoquímicas: el calor de reacción. Estados de referencia.

V.2 Los calores de formación y de combustión.

V.3 La ley de Hess.

V.4 El calor de solución. La entalpia de enlace.

V.5 La constante térmica específica y el calor de reacción en función de la temperatura.

TEMA VI "CINETICA QUÍMICA" T 7.0 h y p 2.0 h

OBJETIVO:

Identificar la influencia de la concentración y de la temperatura en la rapidez de una reacción química, así como asociar un carácter dinámico con el concepto de equilibrio.

Aprobado por el C. Técnico

17.06 de agosto de 1980

CONTEÚDO:

VI.1 La velocidad de las reacciones: concentración y velocidad.

VI.2 La ecuación de velocidad de reacción para reacciones de una etapa. La vida media.

VI.3 La influencia de la temperatura.

VI.4 El equilibrio químico como equilibrio dinámico. La constante de equilibrio.

TEMA VII "ELECTROQUÍMICA" T 7.0 h y p 2.0 h

OBJETIVO:

Describir la influencia de los fenómenos electroquímicos en algunas aplicaciones de la Ingeniería.

CONTEÚDO:

VII.1 Conductividad molar y molaralítica.

VII.2 La electrólisis y las leyes de Faraday.

VII.3 Fuerza electromotriz.

VII.4 La corrosión y métodos para evitarla: recubrimientos electroquímicos y protección catódica.

TEMA VIII "INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA ORGÁNICA" T 3.5 h y p 1.0 h

OBJETIVO:

Reconocer los miembros principales de las familias de hidrocarburos y sus fuentes básicas.

CONTEÚDO:

VIII.1 Las principales familias de hidrocarburos: alcanos, alquenos, alquinos y aromáticos.

VIII.2 Nomenclatura.

VIII.3 Fuentes de hidrocarburos: el petróleo.

Aprobado por el C. Técnico

17.06 de agosto de 1980

TEMAS DE BÚSQUEDA		EQUIPOS DE EVALUACIÓN	
Examen 1º	10	Examen escrito	75
Examen 2º	10	Examen oral	10
Examen 3º	10	Tareas y de los 30 min	10
Examen 4º	10	Participación oral	10
Examen 5º	10	Tareas y pláticas	10
Examen 6º	10	Res: <u>Participación en el taller</u>	10
Examen 7º	10		
Examen 8º	10		
Examen 9º	10		
Examen 10º	10		
Examen 11º	10		
Examen 12º	10		

Materia	Doc	Apuntes
Cálculo Diferencial e Integral	019	VI

Materia	Doc

Aprobado por el C. Técnico
11.20 de agosto de 1970

Libro	Temas de Búsqueda por los que se recomienda
LIBROS DE TEXTO	
Morfiér, C. QUÍMICA Curso Elemental Teorética México, 1963	I, II, IV, V, VI, VII y VIII
André, P. y Serrano, A. PRINCIPIOS DE QUÍMICA Lima México, 1970	I, II, III, IV, V, VI y VII
LIBROS DE CONSULTA	
Snow, R. y Price J. QUÍMICA: UN CURSO ACCESO CIESA México, 1967	I, II, III, IV, V, VI y VII
Parucci, R. QUÍMICA GENERAL SITESA México, 1966	I, II, III, IV, V, VI, VII y VIII
Aikins, P. W. PSICQUÍMICA SITESA México, 1966	I, II, III, IV, V, VI, VII y VIII

Aprobado por el C. Técnico
11.20 de agosto de 1970

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA QUÍMICA**(CLAVE : 1205)**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

Programa de Asignatura

CARRERAS BÁSICAS

ESPECIALIDAD

Nombre

Asignatura

Fuente de información del Concepto Examen de la Facultad

Concepto Examen de la Facultad

Programa de la asignatura:

Ciclo: 1205

Nombre de la Asignatura

ES

ES

Carreras: QU, QCA, IQA, IQM, IQE, IQG, IQH

DE, IQA, IQM, IQE, IQG, IQH

Horas de clase

Teoría: 18

Práctica: 45

Prácticas: 18

Prácticas de laboratorio: 18

Prácticas: 18

Objetivo del curso

Presentar los conceptos básicos de la química para que el estudiante sea capaz de reconocer en la solución de problemas, la importancia de los principios de la estructura atómica, así como de utilizar en el laboratorio las capacidades de observación y de manejo de instrumentos experimentales, y la conciencia de la importancia de las propiedades de los materiales, de la generación y uso de la energía, y de los contaminantes en el ambiente.

CP

Unidad	Nombre	Horas	Teoría	Práctica
I	INTRODUCCION A LA QUIMICA Y A LA ESTRUCTURA ATOMICA	8.0	2.0	
II	FUERZAS INTERATOMICAS E INTERMOLECULARES	9.0	4.0	
III	CLASIFICACION DE LOS ELEMENTOS	4.5	2.0	
IV	FORMULAS, COMPOSICIONES Y ECUACIONES QUIMICAS	13.5	6.0	
V	TERMOQUIMICA Y EQUILIBRIO QUIMICOS	22.5	12.0	
VI	ELECTROQUIMICA	9.0	6.0	
VII	INTRODUCCION A LA QUIMICA ORGANICA	4.5	0.0	

Asignatura: Química

ANTECEDENTES: OBJETIVOS Y CONTENIDOS DE LOS TEMAS

TEMA I: INTRODUCCION A LA QUIMICA Y A LA ESTRUCTURA ATOMICA T 100h y P 20h

OBJETIVO

Establecer la importancia de la química en la industria y la construcción de la infraestructura en el momento de la revolución industrial, así como establecer cuál fue el configuración molecular de los átomos.

CONTENIDO

- 1.1 Importancia de la química en la ingeniería
- 1.2 Descubrimiento de los partículas subatómicas
- 1.3 Modelos atómicos y su importancia en la configuración de los átomos

TEMA II: FUERZAS INTERATOMICAS E INTERMOLECULARES T 100h y P 40h

OBJETIVO

Revisar las propiedades de átomos interactivos con sus propiedades electrónicas y su tipo de enlace.

CONTENIDO

- 2.1 Estructura atómica, electronegatividad y la regla del octeto
- 2.2 Enlaces covalentes, iónicos, metálicos, enlaces covalentes
- 2.3 Comparación de las propiedades de materiales de tipos diferentes de enlaces. Pureza de los átomos
- 2.4 Energía intermolecular. Tipos de los enlaces
- 2.5 Asociaciones intermoleculares. Fuerzas de van der Waals
- 2.6 Propiedades de cristalográficas

TEMA III: CLASIFICACION DE LOS ELEMENTOS T 45h y P 20h

OBJETIVO

Revisar las propiedades periódicas y características de los elementos según su posición en la tabla periódica.

CONTENIDO

- 3.1 Tabla periódica e interpretación y periodicidad de los elementos
- 3.2 Asociaciones periódicas y características: tamaño atómico, energía iónica, energía de ionización y electronegatividad

TEMA IV FÓRMULAS, COMPOSICIONES Y ECUACIONES QUÍMICAS 7 13.5 h y P 8.0 h

OBJETIVO
Calcular las cantidades involucradas en las reacciones químicas, y el reconocimiento de la influencia que dichas reacciones pueden tener en el ambiente.

CONTENIDO:

- IV.1 Leyes gravimétricas. Fórmulas mínima y molecular.
- IV.2 Fórmulas empíricas. Concepto de mol.
- IV.3 Ecuaciones químicas.
- IV.4 Concepto de solución en líquidos, líquidos y gases.
- IV.5 Expresiones de concentración.
- IV.6 Reacciones ácido base y oxidación-reducción.
- IV.7 Análisis de ecuaciones químicas.
- IV.8 Cálculos estequiométricos. Reacción limitante, exceso de reactivo, rendimiento de una reacción.

TEMA V TERMOQUÍMICA Y EQUILIBRIO QUÍMICO 7 22.5 h y P 12.0 h

ANTECEDENTES: Cálculo II Tema I

OBJETIVO:

Revisar las concepciones termodinámicas con el equilibrio químico y reconocer las aplicaciones de la constante de equilibrio de una reacción. Calcular Puntos de calor y calorimetrías en el equilibrio.

CONTENIDO:

- V.1 Calor de reacción, Calores de formación y de combustión.
- V.2 Energía y entalpía de reacción. Ley de Hess.
- V.3 Entropía. Energía libre. Conceptos de espontaneidad y de constante de actividad.
- V.4 Relación de la constante de equilibrio con la energía libre.
- V.5 Principio de Le Chatelier.
- V.6 Constantes de equilibrio: constante de disociación, producto de solubilidad, constante de ionización. Efecto del ion común.

TEMA VI ELECTROQUÍMICA 1 8.0 h y P 8.0 h

OBJETIVO:

Describir la influencia de los fenómenos electroquímicos en algunas aplicaciones de la ingeniería.

CONTENIDO:

- VI.1 La espontaneidad y las reacciones químicas. Tipos de celdas.
- VI.2 Leyes de Faraday.
- VI.3 Potenciales estándar, Serie de actividad. Pilas.

- VI.4 Depósitos metálicos. Galvanización.
- VI.5 Corrosión. Tipos de corrosión, inhibidores. Protección catódica.

TEMA VII INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA ORGÁNICA 7 4.5 h y P 8.0 h

OBJETIVO:

Reconocer a los miembros principales de las familias de hidrocarburos, sus usos principales y su importancia en la generación de energía y en la síntesis de materiales.

CONTENIDO:

- VII.1 Propiedades químicas de los principales grupos funcionales de los compuestos orgánicos.
- VII.2 El petróleo como la fuente principal de hidrocarburos.
- VII.3 Generalidades acerca de los procesos químicos orgánicos.

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA: ELEMENTOS DE EVALUACIÓN

Exposición oral	•	Exámenes parciales	•
Exposición audiovisual	•	Exámenes finales	•
Ejercicios en clase	•	Trabajos y tareas fuera del aula	•
Ejercicios fuera de clase	•	Participación en prácticas de laboratorio	•
Lecturas obligatorias	•		
Trabajo de investigación	•		
Prácticas de laboratorio	•		

ARTÍCULOS

Asignatura	Civil	Temas que se recomiendan
Cálculo II		I

COMUNICACIÓN

LIBROS DE TEXTO TEMAS PARA LOS QUE SE RECOMIENDA

Chang, R.
QUÍMICA
McGraw-Hill
México, 1983
TODOS

Andar, P. y Sorviana, A.
PRINCIPIOS DE QUÍMICA
LITURGIA-HOPEL
México, 1993
TODOS

Monner, Ch.
QUÍMICA
Grupo Editorial Interamérica
México, 1983
TODOS

Russell, J.B. y Norrish, A.
QUÍMICA GENERAL
McGraw-Hill
México, 1990
TODOS

FORMATO DE LA PRÁCTICA
“LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA MATERIA”

PRÁCTICA DE QUÍMICA

LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA MATERIA

OBJETIVOS

EL ALUMNO

- 1 Comprobar en forma experimental haciendo uso de la balanza, la ley de la conservación de la materia.

INTRODUCCIÓN

A finales del siglo XVII y durante la mayor parte del siglo XVIII, la conservación y las reacciones asociadas con ésta se explicaban en términos de la teoría del flogisto. Dicha teoría, fue finalmente rechazada por el químico francés Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794).

Lavoisier demostró que cuando una sustancia sufre, los productos de ésta pesan más que la sustancia original, esto, demostró que en la reacción química no cambia una parte de ella. Los trabajos de Lavoisier, se caracterizan por su rigurosidad metodológica. Así, un uso constante de la balanza. El mismo cuidadoso suceso, necesariamente le valió de la ley de la conservación de la materia. Lavoisier anunció esta ley en forma específica de la siguiente forma: "... porque nada se crea en los procesos, tales como reacciones y análisis, y nada se destruye como un sistema que en todo proceso existe igual cantidad de materia antes y después del mismo, permitiendo constatar la cantidad y naturaleza de los productos que eventualmente, serán todos la que existan, sus cambios y modificaciones. Toda la riqueza de los experimentos de química se funda en este principio, siempre siempre se observa la igualdad exacta entre los procesos que constituyen el cuerpo en examen y los que forman los productos de análisis mismo."

MATERIAL Y EQUIPO

- 1) Una balanza semianalítica o granata
- 2) Dos matraces almerique de 150 ml
- 3) Dos globos grandes
- 4) Un frasco de vidrio de 100 ml
- 5) Un vaso de precipitados de 25 ml
- 6) Un mortero con pestillo

REACTIVOS

- 1) 5 g de bicarbonato de sodio (NaHCO_3)
- 2) 20 ml de ácido clorhídrico al 37%
- 3) 20 ml de agua destilada
- 4) Una tableta de Alka seltzer

DESARROLLO

ACTIVIDAD 1

El profesor verifica que los alumnos posean los conocimientos básicos necesarios para la realización de la práctica y explicará los cuidados que se deben tener en el manejo de las sustancias químicas e higiene.

ACTIVIDAD 2

- 1 Coloca en el matraz almerique 20 ml de HCl al 37% realizando la prueba.
- 2 En el vaso de precipitados pesa 5 g de NaHCO_3 y posteriormente con mucho cuidado, verta el bicarbonato en el interior del globo, cuidando de que no quede en el vaso de la balanza.
- 3 Anota el peso de la boca del matraz almerique cubierto de que no caiga dentro del matraz. Coloca el sistema de experimento en la balanza y pesa. El valor obtenido será m_1 .
- 4 Se inicia el sistema de la balanza, permite que caiga el NaHCO_3 en el matraz. Una vez interrumpida la reacción (cuando ya no se observe efervescencia de gases), pesa nuevamente el sistema, y el valor obtenido será m_2 .
- 5 Para verificar que se cumple la ley de la conservación de la masa compara los valores m_1 y m_2 .

ACTIVIDAD 3

- 1 Coloca en el matraz almerique 20 ml de H_2O destilada realizando la prueba.
- 2 En el mortero desmenuza la tableta de Alka seltzer y tritura con ayuda del pestillo posteriormente, con mucho cuidado, vértela al Alka seltzer en el interior del globo cuidando de que no quede en el mortero o la balanza.

3. Ajusta el peso a la boca del matraz teniendo cuidado de que no caiga agua del matraz nada de Alta-sejor. Cuando el matraz es dispuesto en la balanza y pesado el valor obtenido será m.

4. Sin retirar el sistema de la balanza, pesa que caiga el Alta-sejor en el matraz. Una vez terminada la reacción (cuando ya no se observan desprendimientos de gases), pesa nuevamente el sistema y el valor obtenido será m₂.

5. Para verificar el cumplimiento de la ley de la conservación de la masa compare los valores m₁ y m₂.

BIBLIOGRAFÍA

1. Morfín, E. Chaves, "QUÍMICA", Interamericana, México, 1983
2. Chang, R., "QUÍMICA", McGraw-Hill, México, 1994

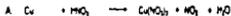
CUESTIONARIO PREVIO

LEY DE LA CONSERVACION DE LA MATERIA

1. Enumere las leyes ponderales

2. ¿Cuál es el enunciado del experimento para que Lavoisier pudiera enunciar la Ley de la conservación de la masa?

3. Balancee las siguientes reacciones químicas



4. Suponga que se llevaron a cabo todas las reacciones anteriores, si se inicia con 0.75 g de Cu en la reacción A, ¿con cuántos gramos de Cu terminará en la reacción E? ¿Se los gramos obtenidos de cada compuesto son cobre.

5. ¿Es verdad que la masa total después de fumar un cigarrillo es igual a la masa total antes de fumarlo? ¿Cómo podría saberlo?

6. ¿Puede aplicarse el método científico a la Química antes del experimento de Lavoisier? ¿Explique!

BIBLIOGRAFÍA

1. Morfín, E. Chaves, "QUÍMICA", Interamericana, México, 1983
2. Chang, R., "QUÍMICA", McGraw-Hill, México, 1994

EL CONSTRUCTIVISMO

La epistemología es una disciplina filosófica que trata sobre el problema del conocimiento de la realidad. Frente a esta cuestión coexisten dos posturas fundamentales, el objetivismo y el constructivismo. El constructivismo propone que es el sujeto (observador) quien activamente construye el conocimiento del mundo exterior y que la realidad puede ser interpretada en distintas formas. Así, la idea de adquirir un conocimiento verdadero acerca de la realidad se desvanece. Esta visión contrasta con la postura tradicional, el objetivismo que sostiene que la realidad se representa directamente en la mente del sujeto, quien recibe pasivamente los estímulos del entorno. Así, para el objetivista, la realidad es lo que nos manifiestan los sentidos, mientras que para el constructivista, los sentidos sólo nos hacen sensibles a la experiencia, en la construcción de la cual nuestro sistema participa activamente.

Sobre esta base conjetural del conocimiento se asienta el constructivismo psicológico puesto que si el conocimiento no es un reflejo especular de la realidad, significa que ésta solamente es percibida a través de transformaciones cognitivas (construcciones) determinadas por la estructura del sujeto cognoscente. La cuestión clave que se plantea con la propuesta constructivista no es ya el problema de la certeza o seguridad psicológica del conocimiento, sino el de la incertidumbre gnoseológica. ¿Cómo podemos saber si nuestro conocimiento se ajusta a la realidad si ésta no puede ser contrastada en sí misma, si no es a

través del propio conocimiento ? Por supuesto, esta cuestión es crucial para el desarrollo de la ciencia, a la cual los constructivistas no renuncian en absoluto

Por supuesto este aspecto no supone ningún problema para el objetivismo puesto que postula una correspondencia directa entre la representación de la realidad y la realidad misma. La única fuente de incertidumbre puede venir de errores de observación, de medida o de imperfecciones de los instrumentos. Sin embargo, los constructivistas han tenido que enfrentarse a la cuestión de la validez, puesto que ha sido el blanco de las críticas más extendidas. Para ello proponen una serie de criterios para otorgar validez al conocimiento, en el bien entendido que ya de entrada la epistemología constructivista rechaza la validez absoluta de cualquier conocimiento. Su propuesta pues, considera la validez relativa a un sistema dado de conocimiento. Es decir, plantea la cuestión de la forma siguiente, ¿, en base a qué criterios un sistema cognoscitivo puede aceptar un conocimiento dado (y rechazar de forma más o menos implícita) una interpretación alternativa ? Por lo que postula la consistencia entre el conocimiento a considerar y la experiencia tal como es construida por el resto del sistema cognoscitivo existente

Se presenta aquí un cuadro comparativo entre estos puntos de vista bajo cinco criterios diferentes.

Cuadro comparativo entre el constructivismo y el objetivismo. *

CONSTRUCTIVISMO	OBJETIVISMO
LA NATURALEZA DEL CONOCIMIENTO	
Conocimiento como construcción de la experiencia Conocimiento como invención de nuevos marcos interpretativos Conocimiento como proceso evolutivo, moldeado por la invalidación resultante de mecanismos selectivos (adaptación) Evolucionismo mediante interpretaciones sucesivas más abarcadoras	Conocimiento como representación directa del mundo real Conocimiento como descubrimiento de la realidad factual Conocimiento como proceso moldeado mediante aproximaciones sucesivas a una verdad absoluta. Progreso mediante la acumulación de datos
CRITERIOS PARA LA VALIDACIÓN DEL CONOCIMIENTO	
Validación mediante consistencia interna con las estructuras existentes de conocimiento y el consenso social entre observadores Validación mediante ajuste y viabilidad (precisión de las predicciones de acuerdo con el marco interpretativo en uso) Diversidad de significados posibles y de interpretaciones alternativas	Validación proporcionada directamente por el mundo real mediante los sentidos Validación mediante la correspondencia entre la representación y realidad un único significado válido, la Verdad
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL CONOCIMIENTO	
Conocimiento como captación de diferencias Conocimiento estructurado en sistemas jerárquicos y auto-organizados	Conocimiento como formación de conceptos (adaptación de cualidades inherentes a los objetos del mundo real). Conocimiento consistente en la clasificación, categorización y acumulación
INTERACCIÓN HUMANA	
Acoplamiento estructural o encaje mutuo de las estructuras de dos organismos	Interacción instructiva o transmisión de información de un organismo a otro
SERES VIVOS	
Organismos proactivos planificadores y orientados hacia fines	Organismos reactivos

* Tomado de Villegas, M. y Feixas, G., 1990, *Constructivismo y Psicoterapia*, Promociones y Publicaciones Universitarias, Barcelona, España, p17-30

La concepción constructivista del aprendizaje y de la enseñanza se organiza en torno a tres ideas fundamentales. En primer lugar, el alumno es responsable último de su aprendizaje. Es el quien construye el conocimiento y nadie puede sustituirle en esa tarea. La importancia prestada a la actividad del alumno no debe interpretarse tanto en el sentido de un acto de descubrimiento o de invención como en el sentido de que es él quien aprende y, si él no lo hace, nadie, ni siquiera el profesor, puede hacerlo en su lugar. La enseñanza está totalmente mediatizada por la actividad mental constructiva del alumno.

En segundo lugar, esta actividad mental constructiva del alumno se aplica a contenidos que poseen ya un grado considerable de elaboración, es decir, que son el resultado de cierto proceso de construcción a nivel social.

En tercer lugar, el hecho de que la actividad constructiva del alumno se aplique a unos contenidos de aprendizaje preexistentes, que ya están en buena parte construidos y aceptados como saberes culturales antes de iniciar el proceso educativo, condiciona el papel que está llamado a desempeñar el profesor. Su función no puede limitarse únicamente a crear las condiciones óptimas para que el alumno despliegue una actividad mental constructiva rica y diversa; el profesor ha de intentar además orientar y guiar esta actividad con el fin de que la construcción del alumno se acerque de forma progresiva a los que significan y representan los contenidos como saberes culturales. (Coll, 1990)

A continuación se da un cuadro en donde se ubica a las diferentes teorías del aprendizaje.

RESUMEN DE TEORÍAS DE APRENDIZAJE*		
ASOCIACIONISTAS, MECANICISTAS, CONEXIONISTAS	COGNITIVAS, TOTALISTAS, ESTRUCTURALISTAS	CONSTRUCTIVISTAS
Representantes Watson, conductista Thondike, conexionista Guthrie, de la contigüidad Hull, del refuerzo Skinner, del condicionamiento operante Gagne, del neoconductismo	Representantes Wertheimer, Koffka y Köhler, gestálticos Bruner, de la instrucción Lewin, topológico o del campo	Representantes Piaget, del constructrionismo genético Ferreiro, constructivista
El aprendizaje es una cuestión de asociaciones entre estímulos y respuestas	El aprendizaje es un acto de comprensión que se da en un sujeto fundido en su medio	El aprendizaje es una construcción individual e interior que se da en situación
Facilita la adquisición de automatismos, hábitos, habilidades, destrezas	Facilitan la comprensión de la situación total y sus relaciones significativas	Facilita la construcción personal de toda la situación vivencial
En especial Psicología norteamericana	En especial Psicología alemana	Universal con inicio en Suiza y gran influencia en Hispanoamérica
Enfatiza el papel de la experiencia	Enfatiza las relaciones significativas	Enfatiza la acción y la experiencia capitalizada y construida
Los problemas se resuelven por ensayo y error (experiencia acumulada)	Los problemas se resuelven por "insight" (comprensión súbita)	Los problemas se resuelven por confrontación dialogica de hipótesis
El todo es igual que la suma de las partes implicancias periféricas	El todo es más que la suma de las partes implicancias profundas	El todo es más que la suma de las partes interdependencia relacional

*Tomado de Pérez Alvarez, S. , 1992, *Psicología y Didáctica del Aprendizaje Constructivo*, Ediciones Braga, Buenos Aires, Argentina, p40.