

300618

15  
2



**UNIVERSIDAD LA SALLE**

**ESCUELA DE QUIMICA**

**INCORPORADA A LA U.N.A.M.**

**"DISEÑO DE METODOLOGIA PARA LA  
ELABORACION DE PRACTICAS DE  
LABORATORIO."**

**TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A :  
LUIS RAMON GARCIA CANO RODRIGUEZ**

**DIRECTOR DE TESIS  
ANTONIO VALIENTE BARDERAS**

MEXICO, D.F.

1993

**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 está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

## INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS

INTRODUCCION

<b>CAPITULO 1 . PANORAMA ACTUAL DE LA INGENIERIA QUIMICA.</b>	<b>3</b>
1.1. Perfil del ingeniero químico en el siglo XXI.	3
1.1.1. Panorama de la industria internacional:	7
1.1.2. Evolución de la industria química:	7
1.1.3. Oportunidades tecnológicas:	8
1.1.4. Requerimientos curriculares para el ingeniero químico del futuro.	9
1.1.5. Oportunidades de administración:	10
1.1.6. En las Universidades extranjeras:	11
1.1.7. Panorama de la industria mexicana:	11
1.1.8. En las Universidades Mexicanas:	13
1.1.9. Deficiencias de la formación del Ingeniero Químico:	14
1.1.10 Deficiencias en la formación técnica:	14
1.1.11 Deficiencias en la formación no técnica:	14
1.1.12 Principales dificultades de las empresas en cuanto a la contratación tenemos:	15
1.1.13 Conclusiones.	16
1.2 Perspectivas y oportunidades de desarrollo de la ingeniería química en México.	18
1.2.1 Control de Procesos y Automatización:	19
1.2.2 Química Básica:	20
1.2.3 Agroindustria y Alimentos:	21
1.2.4 Energía:	22
1.2.5 Protección Ambiental:	23

1.2.6	Especialidades Químicas:	24
1.2.7	Computación Aplicada:	25
1.2.8	Economía y Finanzas:	25
1.2.9	Productividad:	26
1.2.10	Seguridad Industrial:	26
1.2.11	Biotecnología:	27
1.2.12	Investigación y desarrollo tecnológico en petroquímica:	28
1.3	El laboratorio y su importancia.	30
1.3.1	Justificación académica.	31
1.3.2	Justificación profesional.	34
<b>CAPITULO 2. SITUACION DE LOS LABORATORIOS.</b>		<b>36</b>
2.1.	Planteamiento.	36
2.2.	Identificación de variables.	38
2.3.	Encuestas.	45
2.3.1.	Motivos de la encuesta.	45
2.3.2.	Características del instrumento.	45
2.4.	Análisis de resultados.	50
2.4.1.	Descripción de los resultados.	50
<b>CAPITULO 3. ASPECTOS METODOLOGICOS.</b>		<b>71</b>
3.1.	Marco teórico.	72
3.2	Principios metodológicos para la elaboración de prácticas de laboratorio.	76
3.2.1	Principios metodológicos para estructurar una práctica.	76
3.2.2	Principios relacionados con la comunicación entre el maestro y el alumno.	86
3.2.3	Principios relacionados con la manera de estructurar el curso.	87

3.2.4 Principios relacionados con el aspecto administrativo.	94
3.3. Estilos de las prácticas de laboratorio.	95
3.3.1. Primer estilo.	95
3.3.2. Segundo estilo.	97
3.3.3. Tercer estilo.	98
3.4. Formatos de las prácticas.	100
<b>CAPITULO 4. EJEMPLOS DE PRACTICAS DE ACUERDO A CADA ESTILO</b>	103
4.1 Destilación simple de bebidas alcohólicas (formato 1).	104
4.2 Destilación simple de bebidas alcohólicas (formato 2).	107
4.3 Cromatografía en columna (formato 1).	109
4.4 Cromatografía en columna (formato 2).	112
4.5 Transferencia de calor a régimen transitorio (formato 1).	113
4.6 Transferencia de calor a régimen transitorio (formato 2).	116
4.7 Obtención del ciclohexeno (formato 1).	118
4.8 Obtención del ciclohexeno (formato 2).	121
<b>CAPITULO 5. RESULTADOS Y OBSERVACIONES.</b>	116
5.1. Tratamiento experimental.	116
5.2. Cálculos de validación.	118
5.3. Reporte de evaluación de resultados para la práctica de destilación simple.	120
5.3.1. Variables extrañas involucradas en la medición.	120
5.3.2. Calificaciones.	121
5.3.3. Observaciones.	124
5.3.4. Conclusiones.	126

5.4. Reporte de evaluación de resultados para la práctica de cromatografía en columna.	127
5.4.1. Variables extrañas involucradas en la medición.	127
5.4.2. Calificaciones.	128
5.4.3. Observaciones.	131
5.4.4. Sugerencias.	132
5.4.5. Conclusiones.	132
5.5. Reporte de evaluación de resultados de la práctica de transferencia de calor a régimen transitorio.	134
5.5.1. Variables extrañas involucradas.	134
5.5.2. Calificaciones.	135
5.5.3. Observaciones.	135
5.5.4. Sugerencias.	136
5.5.4. Conclusiones.	137
5.6 Reporte de evaluación de la práctica de obtención del ciclohexeno	138
5.6.1. Variables extrañas involucradas.	139
5.6.2. Calificaciones.	140
5.6.3. Observaciones.	150
5.6.4. Conclusiones.	152
<b>CONCLUSIONES GENERALES.</b>	<b>153</b>

## **ANEXOS.**

<b>ANEXO 1</b>	<b>Modelo detallado para mejorar la calidad de instruccion del curso</b>	<b>158</b>
<b>ANEXO 2</b>	<b>Protocolo de la práctica destilación de bebidas alcohólicas (en su versión original)</b>	<b>163</b>
<b>ANEXO 3</b>	<b>Protocolo de la práctica cromatografía en columna (en su versión original)</b>	<b>166</b>
<b>ANEXO 4</b>	<b>Protocolo de la práctica transferencia de calor a régimen transitorio</b>	<b>170</b>
<b>ANEXO 5</b>	<b>Protocolo de la práctica de obtencion de ciclohexeno (en su versión original)</b>	<b>174</b>
<b>ANEXO 6</b>	<b>Determinacion de constante cinetica y orden de reaccion (protocolo original y propuesta)</b>	<b>177</b>
<b>ANEXO 7</b>	<b>Cromatografia en capa fina y columna (protocolo original y propuesta)</b>	<b>182</b>
<b>ANEXO 8</b>	<b>Propuestas y mejoras que se estan realizando en el laboratorio de ingeniería química</b>	<b>187</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>		<b>192</b>

## INTRODUCCION

El presente trabajo de tesis se enfoca al planteamiento, análisis y presentación de posibles respuestas a la problemática que se detecta en la Escuela de Química de la Universidad La Salle. Esta problemática se plantea a continuación.

Al fundarse la Escuela de Química, la estructura de los cursos, los protocolos y los métodos de enseñanza fueron establecidos de acuerdo a las posibilidades de la naciente institución. Sin embargo se ha hecho necesario con los años un mejoramiento y readaptación de los aspectos anteriores en cuanto a las áreas de teoría y práctica, ya que la Escuela de Química ha ido creciendo y sus necesidades también han cambiado. De esta manera es indispensable no solo modificar los planes de estudio, también es necesario modificar la estructura de los cursos, así como los métodos de enseñanza, esto último es el tema central del presente trabajo de Tesis.

Otra de las razones para llevar a cabo esta Tesis es el de ser una labor que se puede emprender por los mismos alumnos, ya que el beneficio es tanto para estos últimos como para la institución. Este tipo de acciones, a final de cuentas, son las que le dan carácter universitario a la Escuela de Química.

Las propuestas metodológicas que se presentan en este trabajo, no son la respuesta última a la necesidad planteada, pero si se pretende que sean el inicio para la realización de todo un programa de renovación en el proceso de enseñanza - aprendizaje dentro de nuestra Escuela de Química. Esto requiere a su vez de un investigación más profunda, realizada por maestros y alumnos en forma coordinada a lo largo de un periodo de tiempo necesario para probar y validar todas las propuestas generadas.

En el presente trabajo se plantean modelos para aplicarse en la práctica. Para que lo anterior sea sistemático y tenga validez,



se requiere identificar la problemática y las necesidades implícitas acerca de aspectos metodológicos de enseñanza, se proponen entonces los modelos nuevos, se prueban para detectar sus límites de aplicación y ubicación dentro de la realidad de la Escuela de Química.

Los aspectos a tratar estarán relacionados con el fin de la educación, la enseñanza experimental, el papel del profesor dentro de la práctica académica como agente que promueve y estimula el aprendizaje, así como el papel del alumno en cuanto a su actitud y motivación hacia el aprendizaje en el laboratorio de modo que se incremente su rendimiento.

Para poder lograr lo anterior, se realiza una investigación bibliográfica, otra de campo mediante encuestas y entrevistas con los involucrados, se presentan también algunas ideas propias, así como corridas de prueba con grupos de alumnos en el laboratorio con el fin de validar las propuestas metodológicas planteadas.

# **CAPITULO 1: PANORAMA ACTUAL DE LA INGENIERIA QUIMICA.**

## **1.1 PERFIL DEL INGENIERO QUIMICO EN EL SIGLO XXI.**

### **Antecedentes.**

Se presenta a continuación en forma resumida la opinión de un número importante de industrias, universidades, comités técnicos permanentes e ingenieros químicos del país, que permitirá identificar cursos de acción para la industria, las universidades e instituciones, a fin de fortalecer y consolidar la profesión de la Ingeniería Química de acuerdo con las necesidades y desarrollo de la industria mexicana.

El número de encuestas procesadas y contestadas fue de 251 ingenieros en 34 industrias, 30 universidades y 7 comités técnicos permanentes.

Los resultados de la encuesta se exponen en las siguientes tablas, así como algunos comentarios y observaciones al respecto en cuanto a contexto internacional, nacional y conclusiones (19).

**HABILIDADES QUE MAS HAN CONTRIBUIDO AL  
DESARROLLO DEL ING. QUIMICO MEXICANO  
ACTUAL.**

<b>HABILIDAD</b>	<b>%DE OPINIONES</b>
1. Relaciones Humanas	31.4
2. Capacidad analítica	11.8
3. Toma de decisiones, emprendedor e iniciativa	7.3
4. Creatividad	6.1
5. Redacción	5.7
6. Perseverancia	5.3
7. Enfoque práctico	5.3

**AREAS O HABILIDADES NO TECNICAS QUE DEBEN  
AMPLIARSE EN LOS PROGRAMAS ACTUALES,  
SEGUN EL INGENIERO QUIMICO MEXICANO.**

<b>Conocimiento</b>	<b>%DE OPINIONES</b>
1. Relaciones humanas.	53.9
2. Redacción.	22.4
3. Comunzación oral.	11.8
4. Etica profesional.	7.8
5. Toma de decisiones.	7.3
6. Creatividad.	6.9

**CONOCIMIENTOS QUE MAS HAN CONTRIBUIDO AL  
DESARROLLO DEL ING. QUIMICO MEXICANO**

**ACTUAL**

<b>Conocimiento</b>	<b>%DE OPINIONES</b>
1. Operaciones y procesos unitarios (transferencia de calor flujo de fluidos y procesos de separación).	32.2
2. Físicoquímica y termodinámica.	25.7
3. Matemáticas incluyendo estadística.	23.3
4. Computación: programación y uso de paquetería (software).	23.3
5. Administración en general.	22.8
6. Idiomas especialmente inglés.	19.6
7. Diseño de plantas químicas.	16.7
8. Balances de materia y energía.	11.4
9. Diseño de equipos incluyendo el diseño mecánico.	11.4
10. Ingeniería económica incluyendo evaluación de proyectos.	11.6
11. Fenómenos de transporte.	18.2
12. Química Orgánica.	9.4
13. Instrumentación y control.	8.6
14. Administración de recursos humanos.	6.5
15. Química analítica.	5.7
16. Cinética química y diseño de reactores.	5.7
17. Química general.	5.3

**NUEVAS AREAS TECNICAS QUE EL ING. QUIMICO  
MEXICANO CONSIDERA NECESITAR PARA  
ENFRENTAR EL RETO TECNOLOGICO DE LOS  
PROXIMOS 20 AÑOS**

AREAS TECNICAS	%DE OPINIONES
1. Informática: programación y manejo de software	75.1
2. Control de procesos: automatización e instrumentación.	22.4
3. Química y Física nuclear.	16.5
4. Electrónica.	15.5
5. Energéticos: ahorro y fuentes alternas.	14.3
6. Control de Contaminación.	13.5
7. Biotecnología: bioingeniería y bioquímica.	13.5
8. Materiales: polímeros, plásticos y cerámicos.	12.7
9. Simulación de procesos	8.6
10. Productividad y calidad.	7.8

### **1.1.1. Panorama de la industria internacional:**

A partir de la revolución industrial, el empleo de tecnologías cada vez más sofisticadas ha provocado que el hombre someta a la naturaleza, lo cual, origina problemas tales como la contaminación y la devastación de los recursos naturales para obtener un consumo de energía excesivo.

Tomando en cuenta lo anterior, Japón lanza un programa científico en el que se busca el equilibrio orgánico de la naturaleza y la tecnología, tomando plena conciencia y acción en cuanto a la triste situación entre el hombre y la naturaleza.

Este programa se enfoca hacia tres grandes campos en desarrollo dentro de la Ingeniería Química como son: la biotecnología, los materiales nuevos (cerámicas), y la informática (computadoras de la quinta generación).

### **1.1.2. Evolución de la industria química:**

Se pueden identificar cuatro etapas en la historia de la industria química:

- a) Primer periodo (1953-1973), antes del embargo petrolero de los árabes. La ingeniería generó nuevos y más eficientes procesos y productos.
- b) Segundo periodo (1974-1982), después del embargo petrolero de los árabes. La industria química fue afectada por tres factores importantes: preservación del medio ambiente, costos de la energía y economía decayente.
- c) Tercer periodo (1983-1990), periodo actual. Esta es la era de la administración financiera. Las compañías se han diversificado; predomina la reorganización administrativa.
- d) Cuarto periodo (1991-2000), la llegada del siglo XXI. Las barreras entre las ciencias relacionadas desaparecerán.

Emergerá una industria basada en disciplinas científicas combinadas.

### **1.1.3. Oportunidades tecnológicas:**

Con base al Reporte Pimentel "Oportunidades en la Química", publicado por el National Research Council en noviembre de 1985, se identifican siete áreas primarias de investigación y desarrollo tecnológico para los próximos veinte años:

- 1) Cinética Química.- Avances en la comprensión de la cinética de las reacciones, paralela al conocimiento de la estructura molecular desarrollada en los últimos veinte años.
- 2) Teoría Química.- Avances fundamentales para lograr el diseño de estructuras químicas con las propiedades deseadas.
- 3) Catálisis.- Avances fundamentales para reducir costos, mejorar la pureza de los productos y simplificar la ingeniería.
- 4) Materiales.- El desarrollo de nuevos materiales estructurales: líquidos con regularidad de orientación, sólidos auto-organizantes, conductores iónicos, orgánicos y otros.
- 5) Síntesis.- La producción de nuevas familias de compuestos inorgánicos, compuestos orgánicos de complejidad creciente y estructuras complejas no convencionales relativas a estas mismas clases de compuestos.
- 6) Proceso de Vida.- La síntesis de moléculas planeadas para probar hipótesis de funciones biológicas y para tratamientos médicos.
- 7) Análisis.- Detección auxiliada por computadoras que incrementarán la velocidad, eficiencia y precisión en los análisis.

#### **1.1.4. Requerimientos curriculares para el Ingeniero químico del futuro.**

En este punto se exponen de manera resumida los principales requerimientos curriculares que aplicarán en el futuro próximo respecto a la Ingeniería Química. Los siguientes postulados son el resultado de la reunión en el Tecnológico de Haifa, del 29 al 31 de diciembre de 1986. Dicha reunión fue presidida por el I.Q. Z. Tadmor. Se elaboró un informe que apareció en la revista Engineering Education, Nov. de 1987 (27):

- a) La educación matemática del ingeniero más que ser profunda, debe ampliarse, de tal manera que incluya tópicos como métodos numéricos, matemáticas finitas, análisis no lineal, etc.
- b) El rigor matemático se debe evitar donde no se necesite.
- c) Dado que la tecnología del futuro será más multidisciplinaria, la enseñanza de la física y la química deberá ampliarse, en lugar de la profundización y sofisticación que con frecuencia observan.
- d) La proporción de ciencias de ingeniería debe incrementarse en el currículo.
- e) Se deben eliminar del currículo los procedimientos "arcaicos" de diseño.
- f) El estudiante de ingeniería debe aprender a aplicar paquetes y procedimientos computacionales en los cursos que lo requieran.
- g) Los cursos optativos de áreas humanísticas se deben sustituir por paquetes de cursos humanísticos, bien integrados y con un propósito.
- h) Los cursos de administración deben posponerse para posgrado o educación continua.



i) Se debe reforzar la formación en comunicación oral y escrita.

j) Debe hacerse un esfuerzo para incorporar en el currículo algunos elementos de trabajo interdisciplinario.

k) Una buena formación en ingeniería puede lograrse con 144 créditos (horas por semana, por periodo escolar); es decir, un promedio de 18 créditos (no más de seis asignaturas de tres horas semanales) por semestre, de acuerdo con los lineamientos siguientes:

Diseño y tecnología computacional	15-20%
Matemáticas y ciencias naturales	30-35%
Ciencias de la ingeniería	35-40%
Humanidades, ciencias sociales y Comunicaciones	10%

Como se puede ver los requerimientos curriculares en el extranjero que arriba se plantean, no tocan el área de la enseñanza experimental, sin embargo; esto no debe interpretarse en el sentido de que dicha enseñanza no es necesaria, ya que lo anterior solo se refiere al aspecto teórico de la curricula. Esto se pone de manifiesto al hablar de las oportunidades tecnológicas para el desarrollo de la Ingeniería Química, en las cuales, los conocimientos, habilidades y actitudes solo pueden ser adquiridos a través de la enseñanza experimental.

#### **1.1.5. Oportunidades de administración:**

La empresa de consultoría internacional, Arthur D. Little ha identificado que el logro completo de los beneficios de las tecnologías emergentes depende de enfrentar los siguientes retos en los que tiene gran participación el Ingeniero Químico:

1) Asegurar el medio ambiente.

- 2) Administración estratégica de la tecnología.
- 3) Mercadotecnia.
- 4) Administración de activos.
- 5) Globalización.

#### **1.1.6. En las Universidades extranjeras:**

En Estados Unidos y Canadá, el ingreso a la carrera de Ingeniería Química ha disminuído en los últimos años. En Inglaterra, el número de egresados de esta carrera ha disminuído por razones de demanda, de 800 a 300 por año. La misma situación se presenta en Italia en donde de 1976 a 1984, los graduados en Ingeniería Química cayeron de 500 a 325.

Por el contrario, en Japón se prevé que las 73 universidades produzcan alrededor de 2200 ingenieros químicos anuales. En Latinoamérica es probable que la producción de ingenieros químicos decaiga en los próximos años debido a problemas de empleo.

#### **1.1.7. Panorama de la industria mexicana:**

El crecimiento anual compuesto del empleo en la industria química mexicana de 1970 a 1985 ha sido 1.7 veces mayor al crecimiento del empleo en la industria de manufacturas y así mismo ha sido superior al crecimiento del empleo del país. El crecimiento anual compuesto del empleo en el periodo de 70-85 fue de 3.2%; en cambio, el crecimiento del sector manufacturero fue 1.9%, y el de la industria química 3.3%.

Existe un consenso referente a la dirección que tomará la industria mexicana en los próximos veinte años y esto es en las áreas de biotecnología, ingeniería ambiental, asimilación y adaptación de tecnología, lo cual, se da incluso a nivel internacional.

Otras áreas importantes que van a tener un papel principal en los próximos veinte años:

- 1) Desarrollo de productos químicos.
- 2) Desarrollo de procesos químicos.
- 3) Instrumentación y control.
- 4) Polímeros.
- 5) Uso eficiente de energía.
- 6) Tratamiento y recuperación de efluentes.
- 7) Control estadístico de procesos.
- 8) Habilidad exportadora.
- 9) Mercadotecnia.

En México coinciden las expectativas de desarrollo planteadas en la XXIX Convención Nacional del IMIQ con las áreas que a través de la encuesta se recalcan como de gran auge en lo futuro, estas son:

1. Biotecnología.
2. Aplicaciones de computación.
3. Control ecológico.
4. Investigación.
5. Simulación de procesos.
6. Análisis de costos y evaluación de proyectos.
7. Cinética.
8. Química orgánica.
9. Control de procesos.
10. Instrumentación.

Como puede inferirse, existen contrastes entre los requerimientos curriculares en el extranjero respecto a los de nuestro país. Esto es debido a la diferencia de expectativas y a la situación que se vive en cada país.

Posteriormente se verán con mayor detenimiento dichas áreas en las que existen grandes perspectivas de desarrollo en Ingeniería Química.

#### **1.1.8. En las Universidades Mexicanas:**

En base a las respuestas de las universidades que contestaron la encuesta y a las estadísticas estudiantiles del ANUIES (1977-1985). Aparentemente la población de ingenieros químicos ha venido aumentando a un ritmo de 4% de 1976 a 1985.

En cuanto al primer ingreso a Ingeniería Química en México, los datos son contradictorios, ya que las universidades escuestadas informaron que tienen un 60% de la población manejada por el ANUIES en los años de 1982 a 1984.

Con relación a los alumnos titulados en México, los datos de universidades encuestadas indican que el número de estos alumnos ha disminuido a un ritmo de 6% anual. Sin embargo, los egresados reportados por el ANUIES han venido aumentando a un ritmo del 2.4% anual. Por otro lado, los resultados de las encuestas indican que aún hay diversidad de enfoques y temáticas en los Planes de estudio de Ingeniería Química en México. El desarrollo de habilidades es reconocida y explícitamente mayor en países extranjeros que en México; de hecho en México parece ser promovido más el aprendizaje en el aula que en laboratorio.

### **1.1.9. Deficiencias de la formación del Ingeniero Químico:**

En este punto señalaremos algunas deficiencias en cuanto a formación técnica y no técnica de los egresados, así como dificultades de las empresas en la contratación de ingenieros.

### **1.1.10. Deficiencias en la formación técnica:**

1. Conocimientos básicos de ingeniería.
2. Conocimientos de equipos industriales.
3. Protección ambiental.
4. Higiene y Seguridad Industrial.
5. Catálisis
6. Transferencia de calor.
7. Cinética.
8. Control de procesos.
9. Bajo nivel académico del profesorado.
10. Los currícula no han evolucionado con las necesidades de la industria.

### **1.1.11. Deficiencias en la formación no técnica:**

1. Desconocimiento de la realidad de México.
2. Carencia de formación en las relaciones humanas.
3. Administración en general, costos y finanzas.
4. Carencia de formación de liderazgo.
5. Idiomas.

6. Falta de comunicación oral y escrita.
7. No se inculca el trabajo en equipo.
8. No existen filosofías claras de trabajo, por lo que las industrias no se ajustan a sus propios intereses por no tenerlos bien definidos.
9. Expectativas económicas y de estatus muy fuera de la realidad.

### **1.1.12. Principales dificultades de las empresas en cuanto a la contratación tenemos:**

1. Remuneración baja.
2. Falta de disponibilidad para salir de la ciudad.
3. Pocas posibilidades de ascenso.
4. Desarrollo poco atractivo.
5. Calidad deficiente del egresado.
6. Programas insuficientes de capacitación y selección de egresados.
7. La recesión.
8. La política gubernamental de no cubrir las plazas que quedan vacantes por renuncia.
9. Falta de interés por trabajar en departamentos de producción por turnos.
10. Saturación de mercado.

En cuanto al aspecto de trabajo, cabe aclarar que a la industria no le interesa mucho si quien hace el trabajo es un ingeniero mecánico, industrial, químico, etc.; lo importante es que el trabajo se realice de acuerdo a las expectativas de la empresa. Por lo tanto, si a los ingenieros químicos se les va a seguir contratando, es necesario que reciban una preparación

tal que su aportación esperada sea mayor que el de otras disciplinas, esto puede ser alcanzado con ayuda de la enseñanza experimental, ya que por medio de esta se adquieren conocimientos habilidades y actitudes enfocados al trabajo en planta.

### **1.1.13 Conclusiones.**

En cuanto a conocimientos básicos, se deben enfatizar los tradicionales: Matemáticas, Física y Química Orgánica e Inorgánica pero en un sentido más amplio que profundo. Por otro lado se deben incorporar conocimientos de Biología, Electrónica y Computación. Con relación a los conocimientos en Ingeniería Química se hizo hincapié en:

Balances de Materia y Energía.

Equilibrio Químico.

. Cinética y Reactores.

Operaciones y Procesos Unitarios.

Diseño de Equipos y Plantas.

Ingeniería Económica.

Fenómenos de Transporte.

Instrumentación y Control de Procesos.

Materiales: Polímeros, Plásticos y Cerámicos.

Biotecnología.

Computación Aplicada.

Control de Contaminación.

Simulación de Procesos.

Administración General.

Idiomas.

Mercadotecnia.

Todos estos temas deben ser tratados forzosamente desde el punto de vista teórico y experimental.(19)

De igual manera en cuanto a las habilidades mas requeridas que se mencionaron son:

Relaciones Humana	Síntesis
Análisis	Observar
Toma de Decisiones	Planear
Emprender	Abstraer
Creatividad	Aprender
Expresar	Evaluar

También, en cuanto a las actitudes, se señalan como más representativas:

Responsabilidad

Flexibilidad

Superación

Etica Profesional

Iniciativa

Para finalizar, debe reafirmarse que lo más importante es hacer realmente algo en relación a todos esos problemas que ya están identificados. Es por esto que en el presente trabajo de tesis se propone una metodología para hacer más eficiente la enseñanza experimental, de manera que tal enseñanza no desaparezca, lo que debe hacerse es mejorar la forma en que se adquieran los conocimientos, se desarrollen las habilidades y se refuercen las actitudes arriba señaladas; ya que de otro modo, no solo los cambios curriculares en las universidades por



sí solos serían inútiles, sino que además, el rendimiento de los alumnos no sería adecuado en la misma enseñanza experimental si no es adecuado el modo de impartirla.

## **1.2. PERSPECTIVAS Y OPURTUNIDADES DE DESARROLLO DE LA INGENIERIA QUIMICA EN MEXICO.(20)**

La Ingeniería Química tiene su razón de ser en el mundo de las transformaciones físicas y químicas para producir satisfactores sociales con incentivos económicos. Las industrias en que se ha venido desarrollando en el país son: petróleo, fertilizantes, celulosa, polímeros, azúcar, alimentos, cemento, vidrio, cosméticos, etc.

Las áreas en las que la Ingeniería Química ha incursionado son: diseño, construcción, instrumentación, control, mercadotecnia y administración.

La característica principal de la Ingeniero Químico, es su interdisciplinarietà y su habilidad para resolver problemas, además estimula la capacidad inquisitiva de hallar respuestas, de innovar y descubrir.

Un campo de acción del Ingeniero Químico ha sido la explotación de recursos no renovables para obtener energía, no obstante, tal explotación se vuelve más costosa debido a la relación exponencial entre costo de producto y su grado de dilución de la matriz de la que se tiene que separar.

El Ingeniero Químico en un mundo más devastado, tendrá que crear y transformar plantas más seguras y menos contaminantes. Deberá también dominar el uso de herramientas tales como la computadora para modelar sistemas más realistas a cualquier escala.

El fin de la industria mexicana es el incrementar su desarrollo y el mejoramiento económico de la sociedad; en esto la

Ingeniería Química juega un papel básico en los sectores de producción, investigación y educación superior.

Para elevar la calidad del sector productivo, se necesitará invertir más en investigación y desarrollo tecnológico de nuevos productos, así como tener mayor interacción con el sector educativo para tener personal mejor capacitado.

El sector de investigación deberá jerarquizar prioridades y seleccionar los recursos humanos y materiales adecuados para cada proyecto, esto, debido a los problemas económicos que vive el país.

El sector educación tendrá que dar mayor impulso al posgrado y orientar la licenciatura en forma más acorde con las necesidades de la industria, entre otras cosas, que sea más interdisciplinaria e integral. La evaluación de los alumnos debe servir para corregir las fallas en el proceso educativo más que para aprobar y reprobar. Se deben elaborar mejores instrumentos de medición de calidad de aspirantes y alumnos.

A continuación se presentan algunos aspectos relevantes más específicos en ciertas áreas relacionadas con la Ingeniería Química en las cuales existen perspectivas de desarrollo para contribuir a la reactivación del país.

### **1.2.1. Control de Procesos y Automatización:**

La dinámica y complejidad de las plantas modernas hacen indispensable el empleo de la instrumentación y control. El progreso de esta tecnología es muy rápido y parece ser que la tendencia es combinar las ventajas del control digital con las propias del control analógico. En cuanto a investigación y desarrollo en esta área tenemos seis campos:

1. Desarrollo de modelos matemáticos para todo tipo de proceso.

2. Desarrollo de nuevos elementos de medición en orden de reducir los tiempos de retraso de instrumentos obsoletos que afectan los procesos.
3. Transmisión y procesamiento de información que no utilicen señales eléctricas o neumáticas, sino digitales u ópticas de costo competitivo y fácil sustitución.
4. Procesamiento de información para formar por un lado bancos de datos y por otro desarrollar técnicas de análisis de información para crear modelos susceptibles de ser optimizados.
5. Sustituir el control lineal de retroalimentación por estrategias de control prealimentado no lineal (proporcional-integral-derivativo)
6. En cuanto a los elementos finales de control, está demostrado que aquellos que gastan más energía son las válvulas de control, por tanto, se tiene todo un campo para desarrollar nuevos y más eficientes elementos finales de control.

### **1.2.2. Química Básica:**

Actualmente, la capacidad instalada sobrepasa los ocho millones de toneladas por año, siendo el ácido sulfúrico el principal producto del sector.

La industria química abastece el 95% de los inorgánicos de México. El país tiene la decimocuarta industria a nivel mundial, sin embargo la infraestructura para el transporte es un problema importante aún.

Las exportaciones son alrededor de cientocuarenta millones de dólares anuales, esencialmente de ácido fluorhídrico, sulfato de sodio y óxido de magnesio. El sector inorgánico contribuye con el 10% del PIB manufacturero. Sin embargo a partir de los 50's empezó la compra de tecnología para aprovechar los recursos, lo cual, fue realizado de manera ineficiente por lo que

el país ha quedado fuera de la competencia internacional. La expectativa actual es de incrementar tecnología, calidad y productividad. Para esto se necesita un gran apoyo a la educación en el área de la química, ya que los estudiantes optan menos por estas carreras debido a las mismas deficiencias de la educación. Para mejorar la calidad de los Ingenieros Químicos, se debe hacer énfasis en lo siguiente:

1. Motivación de los maestros y alumnos para transmitir la imagen positiva de la Ingeniería Química.
2. Mayor relación y coherencia entre la industria y las instituciones de educación superior.
3. Mejorar el prestigio social y económico del investigador.

### **1.2.3. Agroindustria y Alimentos:**

La relación entre el campo y la industria actualmente atraviesa por la deficiencia en la oferta nacional de alimentos básicos y autosuficiencia alimentaria.

Actualmente la población crece a un ritmo de 1.7% anual durante este siglo, a este ritmo seremos 105 millones de habitantes en México para el año 2000, lo cual implica una gran demanda de alimentos. Esto nos da una idea del esfuerzo que hay que realizar para afrontar esta situación en dos vertientes simultáneamente: la primera enfocada al uso de tecnologías apropiadas que se basan en los recursos actuales del sector agrícola y la segunda, la investigación en el área agropecuaria.

Otro recurso necesario y fundamental es el material vegetativo, representado en forma principal por las semillas para la producción; aquí la biotecnología tiene grandes alcances, modificando células para producir proteínas y sustancias útiles. Esto es una línea de investigación permanente en que la Ingeniería Química tiene gran futuro a mediano y largo plazo.

#### **1.2.4. Energía:**

Debido al crecimiento de la población y a los requerimientos energéticos que esto implica de 1970 a 1985, el consumo nacional de energía aumento en un 6.3% mientras el PIB creció en 4.9%. En 1987 el consumo alcanzó 96.3 TWH, correspondiendo al 66% del total a consumo de hidrocarburos.

El consumo de energía actualmente es en su mayor parte de recursos no renovables, pero si se estima un crecimiento anual en la demanda de 5%, será necesario tener para el año 2015, 370 TWH de los cuales, una parte considerable será necesario generarlos de fuentes alternas.

Es obvia la necesidad urgente de acelerar el uso de "fuentes no comerciales de energía" antes de que se alcancen niveles críticos en los recursos no renovables. Las fuentes alternas que podrían utilizarse son: biomasa, hidrógeno, solar, eólica, geotérmica, etc., de combustibles no renovables alternos tales como gas licuado, metanol y etanol.

Por otro lado la industria a través del Ingeniero Químico deberá adoptar programas continuos de auditoría energética y modificación de sistemas para abatir costos de producción y consumo, el cual, a su vez deberá ser más racionalizado. Para lograr esto, será necesario establecer mecanismos de gestión que apoyen tecnológica y financieramente a la industria.

### **1.2.5. Protección Ambiental:**

El desarrollo de la economía implica el aprovechamiento de los recursos naturales en general. Sin embargo, los procesos de transformación no solo no son bien estudiados en cuanto a la utilización de dichos recursos, sino que además se generan desechos que afectan al medio ambiente. Es entonces urgente en esta área que el Ingeniero Químico ponga todo su empeño en conocer mejor el funcionamiento de los sistemas naturales y sus interrelaciones en las modalidades de expansión económica, las manifestaciones de deterioro ambiental tendrán que ser estudiadas más a fondo para determinar la forma de atenuar su impacto en el medio ambiente.

En general, se mencionan cuatro áreas en las que el Ingeniero Químico puede aportar sus conocimientos:

#### **Area sanitaria:**

El Ingeniero Químico debe responsabilizarse por buscar procesos alternos para disminuir la contaminación de suelos, aire, ríos, lagos y mares ocasionada por la indiscriminada descarga de desechos industriales.

#### **Area ambiental y área de estudios de impacto ambiental:**

Se deben elaborar programas de: saneamiento de cuerpos receptores, caracterización de desechos, construcción de plantas de tratamiento para desechos.

#### **Area de tratamiento de aguas:**

Esta área siempre ha tenido un gran campo para desarrollar, no solo en lo tocante a los procesos empleados para el acondicionamiento de las

mismas, sino también para el reto que representa el hacer uso racional y eficiente de este recurso.

De lo anterior se desprende la necesidad de formar Ingenieros Químicos plenamente conscientes de los asuntos ecológicos, de igual manera, aquel que se oriente hacia este campo, deberá conocer y dominar todo lo relativo a impactos ambientales y su mitigación, deberá estar familiarizado con la evaluación de emisiones y los diversos medios de control, así como con el modo de aprovechar materiales susceptibles de ser convertidos en materia prima.

### **1.2.6. Especialidades Químicas:**

Este sector industrial ha jugado un papel relevante en la integración de la industria química mundial. Debido a que los productos de este sector requieren de gran tecnología, es necesario un continuo desarrollo e investigación.

De tener volúmenes pequeños a partir de 1983, las ventas ascendieron a 65 mil millones de dólares con un crecimiento anual de 8.5% a nivel mundial. Los países más demandantes de especialidades químicas han sido tradicionalmente los países industrializados. En México existe gran actividad al respecto, no obstante, se espera que con las nuevas políticas de apertura aumenten las exportaciones, la investigación y desarrollo tecnológico. Para esto, debe existir una mayor interacción entre los sectores industrial - educativo - gubernamental. Deben elaborarse programas para integrar esfuerzos donde se incluyan y se analicen áreas específicas de desarrollo (alimentos, agroquímicos, hules, etc.) con datos de mercado, capital y recursos de todo tipo.

### **1.2.7. Computación Aplicada:**

La tecnología de la computación es una de las más dinámicas de la actualidad. Desde las primeras máquinas a la fecha, el desarrollo y sofisticación de las máquinas (hardware), así como de paquetería y lenguajes (software) no ha parado.

La Ingeniería Química ha sido afectada positivamente por esto, de esta manera se puede dar solución a problemas cada vez más complejos, se puede diseñar con mayor grado de precisión y se amplía el campo en la enseñanza.

Aunado a esto se vislumbran nuevos horizontes y posibilidades de aplicación. El control digital en tiempo real, planeación más eficiente y óptima de la producción, análisis y diseño de plantas complejas, mediante simuladores más completos y versátiles.

Lo anterior trae nuevos retos y oportunidades, por lo que es necesario atender la escasez de recursos humanos en esta área de la Ingeniería Química. La situación actual es deficiente en muchas industrias. Las universidades por su parte, están atrasadas en esta área excepto dos o tres donde se han iniciado esfuerzos en esta dirección.

Algunas instituciones que pueden contribuir a dar impulso a esta área son: IMIQ, CONACYT, SEP e Industria Privada.

### **1.2.8. Economía y Finanzas:**

Se espera que exista una comunicación más intensa con los mercados internacionales, en un esquema de fuerte competitividad de bienes y servicios. Actualmente México va cambiando su perfil tradicional de exportador de materias primas a exportador de manufacturas. Con la reciente reglamentación de inversiones extranjeras en el país, se podrán



aprovechar más sus ventajas competitivas de mano de obra, materias primas, energéticos, litorales.

El impacto de la Ingeniería Química a nivel gerencial y dirección será mayor, por lo que habrá mayor demanda del Ingeniero Químico en el área de finanzas, administración, comercialización y planeación. Es por esto reforzar más la formación dentro de los aspectos de Economía, Finanzas, Costos, Mercadotecnia y Manejo de personal.

### **1.2.9. Productividad:**

En la política internacional de los mercados abiertos, es necesario que para asegurar la competitividad, los países mejoren en sus industrias las técnicas de producción para orientarlas a una mayor productividad y calidad de los productos.

México ha abierto su intercambio comercial con el exterior y por tanto sus productos compiten con los de países que ya han adoptado políticas de calidad total en sus productos y procesos. Es indispensable entonces que la Ingeniería Química adopte una cultura nueva de trabajo que promueva la filosofía de calidad total y productividad quizá con ideas de otras naciones adaptadas a las características del país.

### **1.2.10. Seguridad Industrial:**

A partir de la idea de que la seguridad industrial puede ser considerada como un "buen negocio", es indispensable mantener las industrias libres de percances que merman en todos aspectos al país. Debido a esto, es necesario implementar programas de seguridad tendientes a evitar accidentes a través de la disminución de riesgos, tales programas deberán ser elaborados por todas aquellas personas involucradas en el desarrollo de procesos. Sin embargo, el número de personas capacitadas para llevar a cabo lo anterior es reducido; además,

la formación de ingenieros va más enfocada hacia otras cosas pero no hacia concientización de la protección del medio ambiente y la seguridad industrial.

Deben modificarse entonces los programas universitarios para capacitar a los futuros ingenieros en el modo de operar un proceso libre de lesiones y sin impactar al medio ambiente negativamente; además de que sean ellos quienes induzcan los cambios requeridos en el campo de la seguridad industrial y mantenimiento ecológico.

### **1.2.11. Biotecnología:**

La biotecnología es la forma de realizar cambios con seres vivos y emplearlos para mejorar, modificar o producir sustancias. Los microorganismos se han utilizado durante siglos para elaborar bebidas, alimentos y otras sustancias fermentadas, esto es lo que se conoce como biotecnología tradicional. La nueva biotecnología consiste en la aplicación y desarrollo de los descubrimientos hechos por la ingeniería genética y la fusión celular. Esto permite la producción de modificaciones a nivel celular y molecular a una velocidad y eficacia que eran desconocidas hace 10 ó 15 años.

Esta es un área con grandes oportunidades para México, debido a la gran biodiversidad de su geografía. De esta manera se espera que para el siglo XXI, serán cuatro los sectores de impacto de la biotecnología: agropecuario, alimentario, salud y medio ambiente.

En países desarrollados la inversión en biotecnología es muy grande. En México, la magnitud de la industria de biotecnología es reducida debido a su alta dependencia tecnológica. Sobre investigación y desarrollo existen una veintena de instituciones cuya orientación es hacia los sectores de investigación básica y salud pública. Existen alrededor de 500 investigadores en esta área diseminados por el país y sin un enlace firme con el sector industrial, por lo que la aplicación y desarrollo son casi nulos.

En cuanto a infraestructura existen al menos cinco sitios donde se hace investigación de alto nivel. Existen además 14 grupos de investigación que tienen la infraestructura física y humana para hacer desarrollos en biotecnología, no obstante, no es esta su única área de investigación. Respecto a la formación de recursos humanos, hay 20 licenciaturas ligadas a este campo, 10 programas de maestría y uno de doctorado.

Esta área entonces, representa un gran campo de oportunidades para el Ingeniero Químico debido a su formación multidisciplinaria a la que solo le falta complementar con estudios en bioquímica y microbiología para poder aplicar los fenómenos de transporte y las operaciones unitarias al manejo de materiales biológicos.

Se propone además la creación de un programa nacional de biotecnología cuyos objetivos serían los siguientes: desarrollo de políticas y estrategias nacionales; desarrollo para la instrumentación real de las políticas y estrategias específicas para contender con las diferencias con países desarrollados.

### **1.2.12. Investigación y desarrollo tecnológico en petroquímica:**

La industria petroquímica es una actividad estratégica en el desarrollo del país al abastecer a 42 ramas económicas y demandar bienes y servicios de otras 31 ramas.

Históricamente este sector ha sido dinámico. Su participación en el PIB nacional subió de 0.9% en 1960 hasta 2.5% en 1985. Nuestro país ocupa el decimoquinto lugar como productor de petroquímicos a nivel mundial, es el principal de Latinoamérica y cuenta con una capacidad de 21 millones de Ton/año; 11.7 millones corresponden a petroquímicos básicos y 9.3 a secundarios. El consumo per capita de productos químicos es de 200 kg/habitante, seis veces menos que en E.U.A. o Alemania.

En cuanto al panorama mundial vemos que países como Estados Unidos entre 1975 y 1980 sus empresas petroquímicas destinaron alrededor del 3% de sus ventas a investigación y desarrollo y para 1987 el 4.5% equivalentes a 9600 millones de dólares. La actividad de desarrollo tecnológico de la industria nacional es aún pobre. En el periodo de 1984 a 1987, la industria privada, el IMP y el CONACYT canalizaron 68.14 millones de dólares para el gasto tecnológico en petroquímica. Se estima que esto representa el 0.39% del valor de la producción. Algunas de las áreas donde estos gastos se tradujeron en mejoras son la hidrosulfonación de naftas, reformación de naftas para la obtención de aromáticos, tetrámero de propileno, cumeno, estireno divinil benceno, dodecil benceno, etc.

El gran problema entonces son las limitantes en el desarrollo tecnológico, el cual, reclama un ambiente propicio y un sistema coherente de apoyos y estímulos, así como elementos facilitadores para la labor de Investigación y Desarrollo de las empresas y personas. Aun cuando las instituciones educativas duplicarán la matrícula de posgrado en Química e Ingeniería Química y el CONACYT reforzará su programa de becas en el extranjero, la oferta de posgraduado solo permitirá satisfacer el 66% de la demanda esperada.

Como recomendaciones se propone definir políticas y medidas de fomento al desarrollo tecnológico; adecuar la legislación que regula la propiedad industrial; involucrar al sector gubernamental para coordinar acciones entre empresas, institutos de investigación y centros de educación superior para fomentar la investigación y desarrollo tecnológico.

Específicamente también se recomienda revisar las estructuras salariales de los especialistas de las universidades y centros de investigación y desarrollo tecnológico, así como reforzar la infraestructura tecnológica mediante la instalación de plantas piloto para síntesis, especialidades químicas, producción y procesamiento de plásticos y hules sintéticos.

### 1.3. EL LABORATORIO Y SU IMPORTANCIA.

En base a lo expuesto anteriormente, es de aceptación general que la enseñanza experimental en la formación del Ingeniero Químico es un aspecto básico, ya que a través de esta el alumno aprende ciertos conocimientos que por su naturaleza no pueden ser adquiridos de igual manera en el aula que en el laboratorio. Sin embargo, el trabajo en el laboratorio implica grandes gastos en cuanto a instalaciones, materiales, equipos y tiempo. Además se tienen ciertos problemas que contrastan con dicha importancia tales como el hecho de que los créditos que aportan los laboratorios a igual número de horas, son menores en las clases de laboratorio que en las de teoría a pesar de que el trabajo que debe efectuar un estudiante en el laboratorio es generalmente mayor al que se debe efectuar en las clases de teoría.

En muchos casos la calificación de laboratorio es solo un porcentaje mínimo de la calificación final de teoría, en otros casos es un requisito para pasar la materia sin influencia en dicha calificación final e incluso en algunas ocasiones, ni siquiera se le toma en cuenta.

Otro problema es el que por lo general, el maestro de teoría no es el mismo que de laboratorio, a veces suele ser un ayudante o un recién egresado sin experiencia, pero siempre con menor grado académico que el teoría. Cabe señalar que esta situación provoca además la descoordinación entre lo visto en teoría y lo visto en laboratorio (29).

Es por esto que surge la interrogante de si realmente creemos en los laboratorios y que tan importantes y necesarios son. Esto se plantea en base a los problemas que se mencionan arriba.

### **1.3.1. Justificación académica.**

Para poder contestar estas preguntas debemos determinar con mayor detenimiento el rol que juega el laboratorio en la formación del ingeniero químico. La enseñanza experimental es parte de un proceso educativo. Este proceso educativo tiene un fin, es decir, el ideal máximo que se pretende alcanzar. En este caso el fin es el de formar profesionistas con una formación integral, capaces de contribuir al servicio de la sociedad y a promover la justicia, el amor y los valores y así lograr su realización plenamente humana.(18) A su vez este fin se desglosa en objetivos que tienen como características: tener conexión con dicho fin, se desprenden fundamentalmente de las características de quien las tiene que lograr (son realizables) y son observables (medibles).

En cuanto al proceso educativo de la formación del ingeniero químico tales objetivos son: la adquisición y entendimiento de conocimientos, el desarrollo de habilidades y el reforzamiento de actitudes.(22)

Estos objetivos generales, a su vez engloban objetivos específicos concernientes, en este caso, a la enseñanza experimental. Algunos de estos objetivos se enlistan a continuación de acuerdo al tipo de objetivo general o también conocido como tipo de aprendizaje:(21)

El alumno deberá adquirir conocimiento y entendimiento de:

Relaciones entre teoría y experimentación.

Códigos y requerimientos de seguridad en el laboratorio.

Características y funcionamiento de equipo e instrumentación.

Procedimiento para obtener datos experimentales precisos.

Fuentes de error experimental.

Métodos de análisis de error.

Técnicas de medición.

Precauciones para interpretar datos.

Procedimientos para diseñar un experimento que resuelva un problema.

El alumno desarrollará habilidades de:

Manejo de equipo, sustancias y servicios.

Reconocer la relación entre casos específicos y principios generales o leyes.

Comunicar reportes orales o escritos en forma clara y concisa.

Tener un juicio analítico y de síntesis

Tener confianza en si mismo.

Trabajar en equipo.

Trabajar solo.

Planear y organizar.

El alumno reforzará las actitudes de:

Responsabilidad e integridad.

Iniciativa, curiosidad y creatividad para hacer las cosas.

Conciencia ética.

Conciencia en seguridad e higiene.

Los objetivos anteriores nos muestran las características deseables del egresado de Ingeniería Química, las cuales, apuntan en el desarrollo de conocimientos, capacidades y actitudes que se alcanzarían en parte con la introducción de nuevos contenidos científicos y técnicos; sin embargo, en ocasiones el resultado es la saturación del estudiante de tal

forma que en la práctica no aplica tales conocimientos por inseguridad en su manejo; esta situación es absurda en una disciplina teórico-práctica como la Ingeniería Química cuyo objeto de estudio son los fenómenos que se presentan en los procesos de transformación de la materia y la energía.

El problema entonces, no es tanto el hecho de si los laboratorios debieran existir o no, sino mas bien las deficiencias que se tienen en el proceso de enseñanza experimental y más específicamente de los métodos o formas que requiere dicha enseñanza en el contexto de la Ingeniería Química.

Los métodos utilizados por los profesores, en general, son el resultado de su propia experiencia que en ocasiones no se renuevan o modifican, dando como resultado metodologías repetitivas donde por lo general el alumno guarda una actitud pasiva y contemplativa ante el fenómeno.

De esta manera, el no poder describir, analizar y explicar con confianza los procesos de transformación de la materia y la energía, se debe a:

- a) Una deficiente formación en la comprensión de leyes y principios que rigen los fenómenos naturales.
- b) No saber identificar los procesos que se llevan a cabo dentro de los equipos o en una instalación de transformación.
- c) No poder hacer abstracciones y aplicaciones de los conocimientos en nuevas situaciones reales.
- d) No identificar la coexistencia de los fenómenos al interior de los equipos, etc.(5)

Si bien es cierto que la deficiencia en formación por una parte es de carácter metodológico, es decir, en la forma de transmitir y aplicar los conocimientos en la enseñanza experimental, por otra parte, la motivación que el profesor fomenta en el alumno a través de estímulos positivos, juega un papel importante de tal



suerte que el alumno no aprenderá sino se fomenta en él interés por el laboratorio. En conclusión, debe darse énfasis al aspecto motivacional y comprender así que no existe justificación para eliminar la enseñanza experimental en la Ingeniería Química.

### **1.3.2. Justificación profesional.**

Desde este punto de vista, el trabajo de tipo experimental tiene solo una pero muy importante justificación y es el de generar información para diseño, a su vez esto tiene dos motivos: uno, para confirmar cálculos y verificar aproximaciones desarrolladas en la etapa de diseño. (Cabe aclarar que tales mediciones no se realizan para verificar la teoría, sino para determinar que tanto se aleja esta última de la realidad).

Por otro lado, se necesitan mediciones de laboratorio para generar información que no se obtiene a través de la literatura ni se puede predecir o extrapolar con la información disponible. A partir de aquí, se desprenden ciertos objetivos para la enseñanza experimental, los cuales, se encuentran incluidos dentro de los objetivos enlistados más arriba, estos objetivos son: habilidad en el manejo de material y equipo, aplicar los conocimientos a situaciones reales y desarrollar el hábito de interpretar los fenómenos físicos en términos de operaciones unitarias.(11)

¿Qué pasa entonces con el resto de los objetivos que se enlistan más arriba; en donde aplican?

Debido al amplio desarrollo profesional del Ingeniero Químico en la industria es indispensable que este tenga ciertas habilidades, conocimientos, hábitos, etc., aplicables en campo y otras áreas, lo cual, solo se aprende mediante la enseñanza experimental, por tanto, los objetivos de esta son más de los tres que se acaban de mencionar.

Lo que toca a continuación, es hacer un estudio más fondo del problema ya identificado, para esto en los siguientes

capítulos se presentarán las opiniones y aportaciones de maestros y alumnos, así como los fundamentos teóricos para enfrentar el problema. Posteriormente, se llevará a cabo la aplicación práctica de los principios metodológicos establecidos para así validarlos.

## **CAPITULO 2. SITUACION DE LOS LABORATORIOS.**

En este capítulo se pretende hacer un primer planteamiento de la situación de los laboratorios, con un enfoque hacia el aspecto de enseñanza-aprendizaje, abarcando en forma general conceptos tales como: metodologías de enseñanza, rendimiento del alumno y sus causas, motivación, etc.

Para lograr esto, se hará una identificación de las variables involucradas en la problemática general, por lo que es necesario tomar en cuenta otros factores de peso que además sirven de referencia, estos factores son: el administrativo, el de equipos e instalaciones y los antecedentes de los mismos alumnos.

Posteriormente, se presentará la opinión de maestros y alumnos, los cuales, son los directamente afectados en la problemática, es por esta misma razón que la mejora no sería mas que aparente si se hace a partir únicamente de lo que uno ve o piensa, son necesarias otras aportaciones, incluso aquellas que no se obtienen de la literatura.(23)

En el siguiente capítulo se establecerán los principios metodológicos para la realización de prácticas de laboratorio, tomando en cuenta todo lo planteado, es decir, los requerimientos y perspectivas del Ingeniero Químico, las deficiencias académicas que se tienen en el ámbito de los laboratorios de la Escuela de Química, las opiniones y aportaciones de maestros y alumnos, así como lo investigado a través de la literatura.

### **2.1. PLANTEAMIENTO.**

Dentro del área de enseñanza experimental de la Escuela de Química de la Universidad La Salle, se tienen ciertos aspectos contrastantes con la supuesta importancia que tienen los laboratorios en la formación integral de futuros profesionistas. Estos aspectos al ser de distinta naturaleza se pueden clasificar

de la siguiente manera: administrativos, de instalaciones y académicos, estos últimos a su vez se dividen en lo concerniente a alumnos y maestros.

A continuación se enlistan los principales aspectos de acuerdo a cada tipo:

a) Administrativos.

El tiempo necesario para cubrir el calendario de prácticas.

La organización de almacén y laboratorios.

La claridad de los manuales, protocolos, guías, etc.

La relación entre la cantidad de trabajo en el laboratorio y el porcentaje de calificación y los créditos que le corresponden.

Coordinación entre lo visto en teoría y lo visto en práctica.

b) Instalaciones.

El funcionamiento de los equipos.

El funcionamiento de los servicios.

La seguridad en los laboratorios.

c) Alumnos.

La preparación de los alumnos antes de las prácticas.

La calidad de los reportes (contenido, extensión, cálculos, conclusiones, etc.)

La organización de los alumnos en las prácticas.

El interés y motivación de los alumnos.

d) Profesores.

La puntualidad de los profesores.

La organización de los profesores.

La metodología para impartir la clase.

La asesoría u orientación en las prácticas por parte de los profesores.

La motivación que fomentan en el alumno.

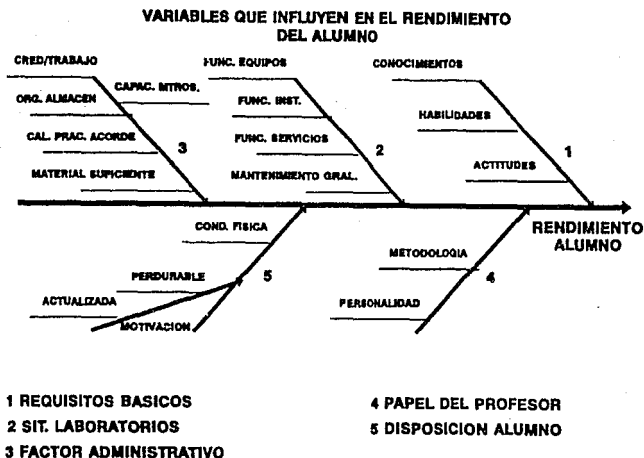
El interés e importancia que los profesores dan al laboratorio.

Como se puede apreciar, estos aspectos repercuten directamente en el rendimiento del alumno, de tal manera que pueden provocar un nivel adecuado o bajo de aprendizaje e incluso desinterés o rechazo por parte del alumno a la materia. Surge entonces la duda de ¿cómo saber que tan bueno o malo es el rendimiento del alumno desde el punto de vista educativo (teniendo en cuenta los diferentes tipos de aprendizaje); cómo se podrá evaluar tal rendimiento?

## **2.2. IDENTIFICACION DE VARIABLES.**

Para poder atacar la problemática anterior, realizar mediciones y llegar en conjunto a su mejor comprensión, es necesario hacer una identificación de las variables que en general afectan dicho rendimiento.

De esta manera, en el siguiente diagrama, a juicio del autor, se representan las variables y su relación en base a observación más las opiniones de maestros y alumnos: (ver figura 2.1)



**FIG. 2.1**

Se puede observar en el diagrama anterior que dos de las ramas de influencia están acentuadas, a partir de estas se centra nuestro enfoque para el análisis del problema de la metodología en la enseñanza experimental.

Sin embargo, es pertinente considerar el hecho de que los alumnos tienen una cierta preparación en estudios, hábitos, habilidades y actitudes anteriores (conocidos también como prerrequisitos) lo cual se observa en el diagrama. Tampoco se puede pasar por alto el que los equipos no funcionen, el que la seguridad tenga deficiencias y que la coordinación entre teoría y práctica no sea satisfactoria, así como el porcentaje de calificación y créditos que no corresponden con lo que se trabaja en los laboratorios, e inclusive la orientación científica o

ingenieril que se les da a dichos laboratorios en un nivel más avanzado.

Estas situaciones pueden tener un peso específico dado, de tal manera que tengan una influencia apreciable en el rendimiento del alumno, es decir, en cuanto a su aptitud para los requerimientos del sector industrial, que es a final de cuentas donde se necesita su mayor aportación en todos sentidos. En base a esto, es necesario recalcar de antemano que ninguna aportación en cuanto a la metodología para la realización de prácticas resulta ventajosa, si las otras variables que influyen en la educación del estudiante no se toman en cuenta y se mejoran.

El olvidar esto, es olvidar que trabajamos con gentes, es orientarse a lo teórico, restándole importancia a las cosas prácticas, lo cual, es precisamente el problema actual de los laboratorios, en otras palabras, la desvalorización de los aspectos prácticos, reales e incluso humanos.

Una vez aclarado esto, retomemos el punto principal de enfoque. Por un lado identificaremos aquellos factores que influyen en la disposición del alumno y por otro el papel que juega el profesor en cuanto a la metodología que utiliza para promover el aprendizaje, aunado al factor motivacional que imprime a sus clases.

En cuanto a la rama de disposición del alumno, observamos que esta está influenciada de alguna manera por su condición física, así como por su salud. Por otra parte, la motivación juega un rol importante. Esta se puede dividir en dos ramas principales:

La motivación perdurable es aquella que se traduce en la necesidad de rendimiento una vez que la persona tiene definidas sus metas.

Por otra parte, se tiene la motivación actualizada, la cual, se pone en juego en cada nueva situación, de tal suerte que puede

aumentar o disminuir dependiendo de los estímulos, es decir, de los reforzadores positivos o negativos a los que se enfrenta el sujeto, esto se refleja en su nivel de aspiración, en otras palabras, el grado en el que el mismo se exige para alcanzar el rendimiento a través de su comparación con sus anteriores actuaciones, con respecto a las del resto de sus compañeros y respecto a la calidad de lo que el mismo hace. Algunos de estos reforzadores o estímulos son: su situación emocional, su situación económica, su situación académica, la altura del semestre, la carga de trabajo, etc.

En cuanto a su situación emocional, podemos ver que esta es influenciada por la relación con sus padres, parientes, amigos, novia o novio y personas en general de tal manera que esto repercute en un mayor o menor desenvolvimiento dentro de su contexto social.

La situación económica influye desde el momento en que el estudiante tiene que trabajar para ayudarse en sus estudios, o si de plano tal situación le facilita o le impide el estudiar la carrera en un momento dado.

Los tres aspectos restantes influyen como una menor o mayor presión dependiendo del grado de estos aspectos, de tal manera, que se convierten en un aliciente tangible para continuar o provocan un fastidio o rechazo del estudiante a ciertas áreas o materias.

Ahora pasemos al aspecto del papel que juega el maestro, esto es en cuanto a su metodología y la motivación que este fomenta en el alumno para que así el proceso de enseñanza-aprendizaje tenga éxito.

La metodología, es la manera como el maestro imparte la clase, es decir, como plantea sus objetivos, si es sistemático siguiendo un orden para dar la clase, si retoma lo visto la clase anterior, cómo y cada cuánto hace exámenes, cómo y qué



aspectos califica; cómo se apoya didácticamente para enseñar, etc.

En este punto, la motivación que un profesor fomenta en sus alumnos mediante estímulos es algo muy importante, ya que al estar trabajando con gentes, la respuesta esperada ante la aplicación de una metodología dada no será igual de persona a persona o de clase en clase. Por otra parte, si bien es cierto que el estudiante está motivado de antemano para el aprendizaje (motivación para el rendimiento) teniendo intereses familiares, económicos, de prestigio, etcétera; entonces la labor mínima del profesor debería ser tan solo la de impartir su clase. Sin embargo no es extraño escuchar quejas y críticas de los alumnos hacia los maestros por el modo de impartir su clase de manera que a estos se les considera desmotivantes. También se escuchan elogios para aquellos profesores que se les considera buenos o motivantes.(24)

Es un hecho conocido que no todos los maestros de las universidades tienen las mismas facultades para convertirse en agentes que estimulen el aprendizaje de sus alumnos. Es por esto que la motivación es definitivamente un aspecto que se debe considerar como complemento a la metodología que se esté manejando en ese momento, e incluso como se tratará mas adelante, algunos aspectos motivacionales deben formar parte de la misma metodología para que esta sea más eficiente.

Sin embargo, otros aspectos motivacionales no se engloban tanto dentro de la metodología como en la personalidad misma del docente. Algunos de estos aspectos son: su estado anímico, el trato con los estudiantes, su tono de voz, el dominio de sus conocimientos, su cultura general, etc.

Ya que estamos hablando del papel del profesor, no debemos olvidar que su rendimiento está influenciado por diversos factores de manera algo parecida a la situación del alumno.



sino para atender los asuntos relacionados con el laboratorio en sí como es el dar mantenimiento a los equipos e instalaciones, hacerles mejoras, hacer adquisiciones, etc. Todo esto requiere de mucho tiempo y trabajo. De igual manera es una variable de influencia si el profesor tiene un cargo administrativo tal que le reste atención a su trabajo en el laboratorio.

Por último su relación con la institución es de gran importancia, en cuanto al grado de conformidad del profesor con las políticas de la institución, su sueldo, capacitación, reconocimientos, comunicación, acuerdos, etc.

El aspecto administrativo en general es un punto muy importante, ya que es aquí donde la institución puede hacer algo en relación al rendimiento del profesor, ya que los demás aspectos no están dentro de su competencia.

De esta manera, la universidad es responsable de manejar políticas que estimulen y eleven la estima del profesor, de tal forma que se compense la gran responsabilidad de este al educar a los futuros profesionistas de México. Para esto, se puede optar por programas de capacitación técnica y pedagógica (es aquí donde puede aplicar el presente trabajo de tesis), así como reconocimientos periódicos, quizá no tanto en un sentido económico como públicos.

Hasta aquí, se tiene un planteamiento de la situación de los laboratorios como base para la implementación de una nueva metodología para impartir la enseñanza experimental. A continuación se presentará la opinión de maestros y alumnos a través de encuestas.

## **2.3. ENCUESTAS.**

### **2.3.1. Motivos de la encuesta.**

Antes de pasar a un estudio con más detenimiento para formular los principios metodológicos se considera necesario la opinión y aportación de maestros y alumnos, esto tiene como fin lo siguiente:

- a) Un auxiliar para proporcionar una visión comprensiva de la problemática.
- b) Considerar aspectos que se puedan escapar en el tratamiento del problema.
- c) Conocer si existe o no inquietud acerca de la situación en la Escuela de Química.
- d) Ver el grado de conciencia en la situación a través de
  1. Conocimiento de la situación.
  2. Conocimiento y comprensión de aspectos básicos tales como: objetivos del laboratorio, metodologías, motivación, etc.
- e) Aportaciones, ideas, etc.

### **2.3.2. Características del instrumento.**

La encuesta aplicada se dividió en tres partes abarcando cada una un aspecto en general: objetivos de laboratorios, situación de los laboratorios y aspectos motivacionales.

El instrumento fue aplicado a maestros y alumnos de la Escuela de Química, tratando de abarcar todas las carreras y

semestres existentes (2º, 4º, 6º y 8º) en el periodo de aplicación enero-junio de 1992.

Como un primer intento se aplicó una encuesta preliminar para afinar puntos y verificar la aproximación de los aspectos a tratar. Posteriormente, se aplicó el instrumento a una muestra total de 65 alumnos y 15 profesores.

La participación fue voluntaria e incluso en algunos casos se dio una conversación espontánea acerca de los temas tratados con algunos alumnos o maestros y aunque hubo quien casi no le dio importancia al asunto, en otros casos surgió interés y reflexión.

A continuación se muestran los formatos de las encuestas de acuerdo a cada aspecto general a tratar:

## ENCUESTA 1: Aspectos de motivación en la enseñanza experimental.

Edad \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_  
Semestre \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_  
Promedio \_\_\_\_\_ Carrera \_\_\_\_\_

### INSTRUCCIONES

El objetivo de esta encuesta es la obtención directa de información por parte del alumno en cuanto a las características de los profesores que despiertan ( o disminuyen ) el interés por la materia.

Trata de dar la información que para tí sea más importante. Se explícito y toma como base solo a los maestros de laboratorio.

### PREGUNTAS

1. ¿ Has tenido algún maestro de laboratorio que haya despertado en tí mucho interés en la materia?.

2. Si contestaste afirmativamente a la pregunta, continúa, si no , pasa a la pregunta 4.

3. En cuanto al maestro que haya despertado mucho interés en tí por la materia contesta lo siguiente:

Nombre del Laboratorio Semestre en que cursaste Edad aprox. del profesor  
Sexo del profesor año 19 Impartía teoría y laboratorio ( si, no ) solo laboratorio ( si, no )

Describe la manera en que impartía el laboratorio ( narra una clase de principio a fin ).

Describe los factores relacionados con tu profesor que más te motivaron a aprender.

4. Ahora piensa en el profesor que más desmotivante o que te provocara rechazo y describe una de sus clases de principio a fin.

Describe los factores relacionados con tu profesor que más te desmotivaron a aprender.

### ENCUESTA 4: Objetivos de Laboratorios.

Si eres profesor:

Sexo \_\_\_\_\_ Experiencia \_\_\_\_\_ años  
imparte teoría \_\_\_\_\_ laboratorio \_\_\_\_\_  
materias impartidas \_\_\_\_\_

Si eres alumno:

edad \_\_\_\_\_ semestre \_\_\_\_\_  
grupo \_\_\_\_\_ carrera \_\_\_\_\_  
sexo \_\_\_\_\_

#### INSTRUCCIONES

A continuación, enlista cinco objetivos de laboratorio que a tu consideración sean más importantes de lograr.

1.

2.

3.

4.

5.

### ENCUESTA 5: Situación General de los Laboratorios.

Si eres profesor:

Sexo \_\_\_\_\_ Experiencia \_\_\_\_\_ años  
imparte teoría \_\_\_\_\_ laboratorio \_\_\_\_\_  
materias impartidas \_\_\_\_\_

Si eres alumno:

edad \_\_\_\_\_ semestre \_\_\_\_\_  
grupo \_\_\_\_\_ carrera \_\_\_\_\_  
sexo \_\_\_\_\_

#### INSTRUCCIONES

A continuación, se enlistan algunos aspectos de los laboratorios de Escuela de Química. Utilizando la escala de 1 a 10 evalúa tales aspectos de acuerdo a tu criterio y experiencia.

1. El calendario de prácticas. ( )
2. La organización en los laboratorios. ( )
3. La claridad de los manuales, guías, etc. ( )
4. La relación entre la cantidad de trabajo de laboratorio y los créditos que le corresponden. ( )
5. El funcionamiento de los equipos. ( )
6. La seguridad en los laboratorios. ( )
7. La preparación de los alumnos antes de las prácticas. ( )
8. La calidad de los reportes ( contenido, cálculos, conclusiones, etc ). ( )
9. La organización de los alumnos en las prácticas. ( )
10. El interés y motivación de los alumnos. ( )
11. La puntualidad de los profesores. ( )
12. La organización de los profesores. ( )
13. La asesoría u orientación en las prácticas por parte de los profesores es ( )
14. La motivación que fomentan los profesores en los alumnos. ( )
15. El interés e importancia que los profesores dan al laboratorio. ( )

b) Ahora, explica detalladamente como se podía impartir el laboratorio de una manera muy eficiente teniendo en cuenta al profesor y al alumno:



## **2.4. ANALISIS DE RESULTADOS.**

Para el análisis de los resultados, se partió de la premisa básica de que si bien son ciertas las limitaciones inherentes al empleo de las encuestas, la característica principal de esta es proporcionar una visión comprensiva de la problemática. Es por esto que la descripción de los resultados no se presenta con porcentajes y categorías muy específicas. Se prefirió en su defecto auxiliarse de la representación gráfica de algunos resultados. Por otra parte, algunas respuestas se pudieron clasificar debido a su repetición, esto no fue difícil, pues los estudiantes presentan criterios homogéneos o complementarios, rara vez contradictorios al hablar acerca de aspectos motivantes, objetivos y aportaciones.

### **2.4.1. Descripción de los resultados.**

#### **2.4.1.1. La Credibilidad en los laboratorios.**

Esta encuesta fue aplicada a los maestros y se considera como un punto de partida en cuanto a las opiniones, observaciones y aportaciones de el conjunto total de personas encuestadas.

De esta manera se muestran las respuestas de los profesores a la pregunta ¿Cree usted en los laboratorios; qué importancia tienen; y si es que son indispensables por qué entonces existen problemas académicos y administrativos incompatibles con la supuesta importancia de estos tales como la preparación de algunos maestros de laboratorio; porcentajes de calificación injustos, falta de sincronía entre lo visto en teoría y lo visto en práctica, etcétera? Veamos pues las respuestas obtenidas:

1. "Los laboratorios son importantes por el tipo de formación que se requiere del futuro profesionalista, la cual, debe ser

integral, enfocada a aprender habilidades indispensables en el campo profesional.

La comunicación entre los maestros de teoría y laboratorio debería ser mayor, de hecho, lo ideal sería que un solo profesor impartiera las dos áreas para así evitar problemas.

Por último debe haber una mayor concientización en el profesorado por parte de la universidad para que estos trabajen de manera más eficiente".

2. "Los laboratorios de conocimientos básicos como orgánica, fisicoquímica y análisis tienen una gran importancia como un complemento a lo aprendido en teoría. En estos lo adecuado sería que el maestro de laboratorio fuera el mismo que el de teoría y así se eliminarían muchos problemas de coordinación y calificaciones.

En cuanto a los laboratorios del área de ingeniería, quizá no sería una mala opción el cambiarlos por "prácticas" en planta con equipo real y en situaciones típicas de trabajo de ésta área.

Tal como se encuentran los laboratorios no son adecuados en la adquisición de conocimientos propios de laboratorio, solo sirven para desarrollar algunas habilidades relacionadas con gente como por ejemplo la organización, el trabajo individual y por equipo, así como algunas de tipo técnico como la habilidad para manejar equipos, para medir, etc.; pero sin aprender nada de la materia en sí. Es por esta razón que el maestro de teoría considera muy bajo el porcentaje de calificación del laboratorio, o a veces ni lo considera, de hecho actualmente ni siquiera los mismos maestros de laboratorio le dan la importancia debida a este por su falta de preparación y a las deficiencias en los equipos, por lo que ellos mismos se desmotivan".

3. "Los laboratorios deben continuar, pues es ahí donde el alumno tiene contacto con el fenómeno.

El problema principal de los laboratorios es de origen administrativo, lo cual, provoca su desvalorización.

Para revalorizar su importancia, es preciso que cambien algunas cosas como el hecho de que no se tengan distintos maestros para teoría y laboratorio, o que la comunicación entre estos sea mejor y así los porcentajes en las calificaciones sean más justos.

Debe estudiarse que prácticas son más importantes para no eliminarlas y conservar su estructura, pero cambiando la actitud del docente, es decir que sea más "positiva".

4. "Los laboratorios son importantes para desarrollar principalmente todo tipo de habilidades.

Los maestros deben ser investigadores que motiven mucho a sus alumnos al compartir con estos últimos sus experiencias y conocimientos en aspectos recientes. Es muy importante que sean motivantes en un medio en donde el estudiante cada vez parece estar más interesado en obtener su título con el menor esfuerzo posible. Lo ideal sería hacer una selección más estricta tanto del personal docente como de los alumnos mismos.

Por otra parte debe dar primero un enfoque científico antes que ingenieril, pues es con ayuda de la ciencia que se resuelven los problemas complejos que se presentan en la práctica.

Se debe insistir en un reglamento que obligue a dar laboratorio al maestro que da teoría para eliminar todos los problemas que implica la falta de coordinación en este aspecto".

5. "Los laboratorios son muy importantes para la formación integral de los futuros profesionistas. Sin embargo el origen de su problemática es de tipo administrativo, por lo que algunos aspectos de esta índole deberían eliminarse por exceso de burocracia.

En cuanto a cambios curriculares, estos son poco factibles porque no solo deben ser realizados por expertos, sino que además requieren de bastante tiempo para obtener resultados satisfactorios, esto no pueden ser posible además si el aspecto administrativo sigue siendo un problema, por ejemplo, el convencer a las autoridades para invertir en equipos, servicios y sustancias que se necesitan es algo realmente difícil; o también el adaptar los horarios de manera cómoda para todos, también es difícil, ya que los maestros no pueden estar de tiempo completo debido a los bajos sueldos.

Son muy importantes los incentivos también, no solo económicos, sino en reconocimientos, capacitación, etcétera".

6. "De la importancia de los laboratorios no hay duda, el problema es que están desvalorizados, debido a que no existe una selección adecuada para la planta docente, lo cual, a su vez se debe a razones económicas. Esto trae como consecuencia que algunos de los maestros no estén debidamente capacitados para impartir los laboratorios, ya que el maestro de laboratorio debe tener una preparación mayor que el profesor de teoría, es decir, en todas las áreas del aprendizaje. Por otro lado tiene gran responsabilidad con sus alumnos y si a esto sumamos que no se dan casi incentivos, se tiene entonces que el mismo maestro se desmotiva, pierde interés y autoestima, lo cual, quizá no es muy justificable desde el punto de vista ético, pero es una realidad.

La desmotivación del profesor es transmitida al alumno. Es por esto, que el docente se convierte en la pieza clave del problema. Es necesario entonces, darle aunque sea un mayor reconocimiento a su labor, cursos de capacitación técnica y pedagógica. Esto es tan importante como el incentivo económico que a veces no es posible mejorar".

7. "En relación al aspecto meramente académico, la enseñanza experimental es importante para plantear nuevas alternativas tecnológicas que tanto necesita el país.

En cuanto al problema de la desvinculación entre lo que se ve en teoría y lo que se ve en laboratorio se observa que en el extranjero el sistema es distinto y más complejo. De esta manera existe un "professor" que imparte la materia tipo conferencia. A su vez este tiene colaboradores que en coordinación imparten aspectos ya más específicos de teoría por un lado y laboratorio por otro. Tanto los colaboradores, como aquellos que califican exámenes tienen grados académicos de maestría y hasta doctorado.

Este sistema en México quizá no aplica debido a cuestiones económicas, de cualquier forma el problema no radica tanto en cambiar, sino en como mejorar lo que se tiene; por ejemplo, hacer que el maestro de teoría imparta también laboratorio; se debe capacitar más al docente en todos los tipos de aprendizaje así como recalcar la importancia del laboratorio, incluso por arriba de las clases de teoría, ya que es en este donde el alumno aprende en un sentido más amplio, es decir, su formación se relaciona más con los diferentes tipos de aprendizaje. Por último se debe mejorar el sistema admistrativo, haciendo una optimización de recursos y un mayor esfuerzo de todos los involucrados".

8. "Los laboratorios son importantes para la formación completa del alumno, porque es en estos donde se comprenden los fenómenos en sí.

Es muy importante y necesario que el maestro de teoría debe ser el mismo tiempo el que imparta el laboratorio.

El laboratorio debe contar con el personal necesario no solo para educar al alumno, sino también para resolver todo lo relacionado con mantenimiento, operación etc. Esta gente debe estar al corriente de los problemas, estar capacitada para la enseñanza experimental para prestar auxilio al maestro titular cuando sea necesario.

Debe estimularse al alumno para trabajar en laboratorio exigiéndole en cierta medida y poniéndolo a pensar; de igual manera se debe valorar su trabajo, dándole un porcentaje justo de calificación al trabajo en el laboratorio respecto al de teoría.

Todos estos cambios deben iniciarse en la administración de la Escuela de Química, con una actitud más positiva y un criterio más abierto, de tal forma que entre otras cosas se deleguen responsabilidades a los encargados directos de los laboratorios y sean estos quienes estén en posibilidades de resolver los problemas junto con su gente y no dejar así todo a los coordinadores y administración.

Para lograr lo anterior se necesita mayor comunicación y entendimiento entre las partes involucradas, así como ganas de hacer las cosas".

9. "Los laboratorios no deben desaparecer, pues existen aspectos dentro de las materias que sólo pueden ser entendidos en su totalidad a través del trabajo en el laboratorio.

Por otro lado, en el laboratorio se aprenden habilidades y actitudes que no se adquieren (o en forma incompleta) en las clases de teoría como lo son la seguridad, la higiene, el aprovechamiento de desechos, la organización por equipo, la responsabilidad, etc.

El hecho de que la teoría vaya defasada con la práctica no debe ser gran problema, pues el alumno es el responsable de prepararse por su cuenta. El maestro es un guía que solo acompaña y asesora al alumno, pero aun sin él, el alumno puede ponerse al nivel requerido de conocimientos cuando sea necesario.

Por la misma razón anterior, se considera al maestro no tanto como un agente que motive al alumno, ya que tal motivación nace en y por el alumno mismo. Lo que si puede hacer es estimular, para esto dentro de la enseñanza experimental, se recomienda plantear problemas prácticos paralelos al tema que

se esté tratando en cuestión; por ejemplo: proponer que hacer con los desechos de los productos, proponer y llevar a cabo medidas de seguridad más eficientes en base a la identificación de riesgos, etc.

Para lograr adecuadamente esto, es necesario capacitar al docente en cuanto a pedagogía y didáctica. Es importante reconocer su labor, así como exigir su actualización".

### **OBSERVACIONES:**

Como se puede apreciar, los comentarios de los profesores son en cierta medida similares y complementarios.

De esta manera, todos reconocen el hecho de que el maestro que imparte la clase de teoría, debe impartir también la clase de laboratorio para así eliminar los problemas de coordinación al respecto, esto repercute en un reparto de calificación más justa para ambas áreas.

En general también opinan que la preparación del maestro de laboratorio debe ser adecuada en todos los tipos de aprendizaje (adquisición de conocimientos, entender conceptos, desarrollar habilidades y reforzar actitudes), ya que es lo que va a transmitir al alumno.

Por otra parte el docente es el responsable del rendimiento adecuado de los alumnos. Para esto, debe manejar una adecuada metodología y sobre todo fomentar motivación e interés entre los estudiantes. Es él además quien en última instancia, conoce más los problemas pues interactúa al mismo tiempo con la administración de la Escuela de Química y los alumnos. Por tanto, puede y debe proponer mejoras en base a los problemas que detecte.

Sin embargo, el sistema administrativo de la Escuela de Química en este caso es también responsable; debe tener en cuenta toda esta problemática y hacer algo al respecto, ya que si bien los maestros necesitan capacitación y estímulos para

mejorar, y además son quienes tienen una mejor perspectiva de la problemática, entonces la administración es quien debe empezar por hacer algo al respecto, pues las personas que están en la dirección son las que crean el sistema y por tanto son directamente las que pueden hacer cambios y dar el buen ejemplo en cuanto a desempeño. Aunque lo anterior no es fácil, debe entenderse que los cambios siempre deben ir de la cabeza al resto de las partes del sistema.

En conclusión el problema de fondo más que administrativo, es de actitud; una actitud de querer hacer las cosas, lo cual, es algo que de hecho compete a todos los involucrados: dirección, maestros y alumnos.

#### **2.4.1.2. Objetivos de la enseñanza experimental.**

Este cuestionario se aplicó tanto a maestros como alumnos de manera abierta, para que de esta manera, el maestro o alumno, reflejara el alcance de su conocimiento y comprensión al respecto. A continuación se enlistan los objetivos de la enseñanza experimental que al parecer de los encuestados eran los más importantes. Estos se dividen de acuerdo al tipo de aprendizaje que englobe a cada objetivo dado y de forma separada para maestros y alumnos:

##### **a) MAESTROS.**

###### **1. Adquisición de conocimientos:**

- \* Conocimiento de equipos y técnicas propias de cada disciplina.
- \* Confirmar y complementar lo aprendido en las clases de teoría.
- \* Enfrentar al alumno a situaciones reales y prácticas
- Saber relacionar aspectos teóricos y prácticos.



- Conocimiento de técnicas básicas.
- Conocimiento de técnicas modernas de trabajo.
- Saber definir objetivos.
- Reconocer la importancia del laboratorio.

## 2. Desarrollo de habilidades:

- \* Habilidad para manejar equipo, material, tablas, etcétera.
- \* Habilidad de analizar y juzgar con criterio.
- \* Habilidad de organizar.
- Habilidad para planear y crear.

## 3. Reforzamiento de actitudes:

- \* Actitud científica y de investigación.
- Crear conciencia en seguridad.
- Fomentar el espíritu de iniciativa.

## b) ALUMNOS.

### 1: Adquisición de conocimientos:

- \* Verificar y complementar la aplicación de conceptos teóricos.
- \* Conocer métodos de trabajo específicos y entender su fundamento.
- \* Conocer equipos, características, modificaciones, diferencias, etc.
- Saber relacionar aspectos teóricos y prácticos.

## 2. Desarrollo de habilidades:

- \* Habilidad para manejar los equipos.
- \* Habilidad para analizar y juzgar con criterio.
- Habilidad para aplicar los conocimientos.
- Habilidad para trabajar en equipo.
- Habilidad para trabajar individualmente.
- Habilidad para relacionarse y comunicarse.
- Habilidad para crear y fundamentar nuevos diseños.

## 3. Reforzamiento de actitudes:

- \* Fomentar el espíritu de iniciativa.
- \* Crear conciencia en seguridad.
- \* Fomentar el espíritu científico.
- Fomentar la responsabilidad.

### **OBSERVACIONES:**

Los objetivos con (\*) son los que se repetían varias veces en las respuestas de alumnos y maestros.

Como se puede ver, existe cierta concordancia entre maestros y alumnos en relación a los objetivos de laboratorio. De esta manera, en ambos casos se tiene la idea de que uno de los objetivos principales de laboratorio es el de complementar los conocimientos de teoría. También se considera importante el hecho de enfrentar al alumno a situaciones reales, así como al manejo de equipo y conocimiento de técnicas y métodos de trabajo.

Sin embargo, los alumnos, también hablan de conocer e identificar riesgos, mientras que los maestros señalan la importancia de conocer técnicas básicas de las distintas disciplinas.

En cuanto al desarrollo de habilidades, existe concordancia en cuanto a las de manejo de equipo, así como para investigar, organizar, analizar y juzgar. Por un lado, los alumnos mencionan que es importante el ser hábil en actividades grupales o por equipo; también el comunicar y saber relacionarse. Por su parte, los maestros enfatizan las habilidades de crear y planear.

En cuanto al reforzamiento de actitudes, tanto maestros como alumnos mencionan los objetivos de adquirir conciencia en seguridad, en tener espíritu científico, iniciativa y creatividad para hacer las cosas.

Los alumnos también recalcan el hecho de adquirir responsabilidad.

A través de las pláticas con profesores y alumnos y por la manera de contestar la encuesta acerca de los objetivos de laboratorio, se detectó por parte de los alumnos que no se tiene una definición clara de objetivos en cuanto a su orientación científica o ingenieril en los laboratorios más avanzados de acuerdo al tipo de carrera. Recordemos que con un espíritu científico lo importante es llegar al fondo del fenómeno para su comprensión de modo que se aporte algo al cúmulo de conocimientos, mientras que para el espíritu ingenieril, lo importante es resolver un problema que se plantea de la mejor manera posible, lo cual, es tan requerido en el sector industrial.

De esta manera, los alumnos de los semestres avanzados no reconocen esta diferencia en cuanto al trabajo de laboratorio, no saben que orientación se le da a sus materias, o si esta es adecuada con sus metas.

Al respecto parece que algunos profesores caen en la misma confusión.

Los profesores, recalcan en general la presencia activa del maestro en el laboratorio, como un asesor y supervisor en relación al manejo de equipos, materiales e instrumentos, así como en aspectos de seguridad pero sin llegar al punto de ayudar y llevar de la mano al alumno. También indican, que al estudiante se le debe exigir de tal forma que esto sea un estímulo que haga sentir así la seriedad del profesor y la importancia que este le da al alumno mismo y a la materia.

### 2.4.1.3. Problemática de los laboratorios.

Este cuestionario también fue aplicado tanto a maestros como alumnos. En general, los resultados se presentan en forma gráfica, (cada línea representa las tendencias de alumnos o maestros según sea el caso): (ver figura 2.3)

## SITUACION GENERAL DE LOS LABORATORIOS ENCUESTA 5

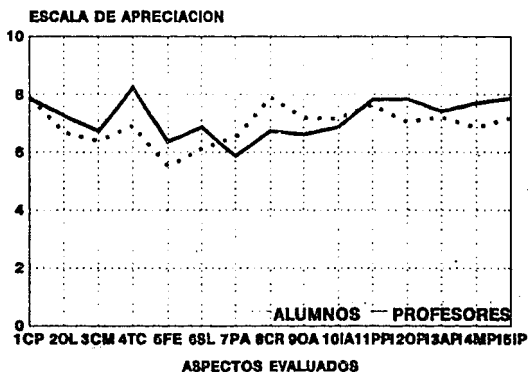


FIG. 2.3

## **OBSERVACIONES:**

Como se puede ver en la gráfica, los primeros 6 aspectos están relacionados con el área administrativa e instalaciones de los laboratorios. En esta sección, la evaluación de los alumnos es más estricta que la de los profesores. Puede observarse en esta zona el descontento en relación a la claridad de los protocolos (aspecto 3), así como al funcionamiento de los equipos (aspecto 5). El aspecto "mejor" calificado fue el (4), acerca de los créditos que le corresponden a laboratorio. En esta zona la tendencia es similar para maestros y alumnos.

Los aspectos del 7 al 10 están relacionados con los alumnos, esto es, en cuanto a su preparación, organización, etc. Los profesores evalúan de manera más estricta, sin embargo, la tendencia en las observaciones es similar. En esta zona, los aspectos más contrastantes son: la preparación de los alumnos (7) con menor puntuación, y la calidad de los reportes (8) con mayor puntuación.

Los aspectos del 11 al 15 se relacionan con los maestros. Aquí los alumnos son los que califican con mayor rigor además de que las tendencias de las respuestas de alumnos y maestros son contrarias. Los aspectos que destacan negativamente en los profesores son la asesoría que imparten a los alumnos (13) y un tanto el interés que dan a los laboratorios (15). Por parte de los alumnos, la organización (12), la motivación que los maestros fomentan en los alumnos, así como también el interés que dan al laboratorio (15), son los aspectos evaluados con más baja calificación.

### **2.4.1.4. Aspectos motivacionales.**

Esta encuesta se aplicó a los alumnos solamente. En esta, se solicitaba que hablaran tanto del método como de la personalidad del profesor. Es pertinente advertir que es forzada la separación entre método de enseñanza y la personalidad del docente. La mayoría de los estudiantes entremezclaron los

conceptos al hablar de una u otra cosa, en cierta forma lo percibían como un todo; y es que ciertamente la personalidad del maestro no es fácilmente separable de su método de enseñanza. Esto es todavía más marcado al referirse a maestros desmotivantes.

Es también oportuno advertir que el referirse al maestro motivante (o desmotivante) no quiere decir que este motive al alumno, sino que lo estimula para reforzar la motivación que solo se da en el alumno en sí.

## **1. EL MAESTRO MOTIVANTE.**

### **a) METODOS DE ENSEÑANZA.**

#### **La sistematicidad y orden.**

Una de las características principales del maestro motivante en cuanto a su método de enseñanza es el ser sistemático y tener un orden para impartir su clase. De esta manera, se presentan algunos comentarios al respecto:

"Llegaba a explicar, aclaraba dudas, se veían aspectos de seguridad, hacia de vez en cuando exámen oral y asesoraba durante la práctica".

"Explicaba el desarrollo de la práctica, se veían dudas, después se veían relaciones entre teoría y práctica mientras se desarrollaba el trabajo".

#### **Reforzamiento del conocimiento.**

Un principio importante, es el hecho de que el alumno refuerce el conocimiento mediante distintas actividades, esto además, lo lleva a niveles más elevados de aprendizaje. Para lograr esto, se deben hacer exámenes periódicos, se debe entablar discusión que despierte el interés, se complementen conceptos y se formulen nuevas interrogantes; por ejemplo, al

analizar las relaciones entre teoría y práctica. Algunos comentarios en general son:

"Se hacían exámenes orales al principio y se aclaraban dudas".

"Se relacionaba la práctica con artículos recientes, se hacía investigación previa y se discutían los aspectos teóricos relacionándolos con dicha práctica".

### **Enfrentar al alumno con la realidad.**

Si bien es cierto que el maestro debe asesorar, corregir y guardar la seguridad, es necesario a la vez, que deje al alumno enfrentarse a los fenómenos por sí solo. Al respecto se tienen los siguientes comentarios:

"Dejaba que uno entrara en contacto con el fenómeno y se viera por qué surgían los errores".

"Te daba carta abierta para hacer el trabajo, te dejaba hacer aportaciones".

### **b) PERSONALIDAD.**

En este punto, se encierran algunas claves para obtener un adecuado rendimiento del alumno. De esta manera, la motivación directa del maestro es un factor de peso en cuanto al rendimiento del alumno.

Algunos aspectos en cuanto a la personalidad del docente que motivan al alumno son aquellos que tienen que ver con sus conocimientos, con su paciencia, su cultura, su relación e interés por el alumno, etcétera. A continuación se presentan los siguientes aspectos que mencionaron los estudiantes:

### **Hacer partícipe de la experiencia profesional:**

Es importante y siempre enriquece lo que el maestro comente a manera de ejemplos, las aplicaciones reales que tienen los conceptos aprendidos. Al respecto unos alumnos comentan:

"Es más que un profesor, siempre comparte sus experiencias".

"Nos supervisa, nos ayuda con sus conocimientos y paciencia".

### **Conocimientos generales:**

Es indispensable que el profesor domine el tema mas allá de lo que se ve en clase para que así pueda darle más al alumno cuando lo necesite o tenga dudas. De esta manera, se tiene el siguiente comentario:

"...su preparación, importancia que le da a la materia y lo fácil que hace parecer todo nos motiva mucho".

### **Estado de ánimo:**

Es importante que el profesor deje en la medida de lo posible sus problemas a la entrada del laboratorio y que el alumno no pague los disgustos de su profesor. El siguiente comentario es ilustrativo al respecto:

"Su simpatía, actividad, entusiasmo y comunicación hacían amena la clase".

### **El interés por el grupo:**

Es importante para el alumno sentir que el profesor se interesa en su rendimiento, que lo conozca y lo tome en cuenta. En relación a esto se tiene el siguiente comentario:

"Le interesaba que aprendiéramos y que nos salieran bien las cosas".



"Tenía gran interés en el grupo".

## **2. EL MAESTRO DESMOTIVANTE.**

En el terreno metodológico, el profesor desmotivante se encuentra en el polo opuesto al motivante, ya que por lo general, el conjunto de actividades que lleva a cabo no puede ser llamado método en sí; esto es, entendiendo al método como conjunto de técnicas pasos y estrategias sistemáticas y estructuradas para el logro del aprendizaje eficiente del alumno.

### **a) METODOS DE ENSEÑANZA.**

#### **La poca sistematicidad y orden:**

Este aspecto es el que se relaciona con la confusión y desinterés en el alumno cuando el profesor no tiene un orden. Al respecto se presentan los siguientes comentarios:

"No sistemático, solo explica si se le pregunta".

"Desorden, no sabía explicar los objetivos de la práctica y no dominaba los temas".

"Seguía la práctica como receta de cocina y no estaba bien preparada".

#### **Aclaración de dudas y asesoría:**

La importancia de estos aspectos es obvia, ya que no siempre los puntos quedan claros a la primera, no son bien explicados o surgen dudas sobre la marcha, así tenemos por ejemplo estos comentarios:

"No daba explicación previa ni posterior a la práctica, no asesoraba".

"Explica lo que hay que hacer, pero no asesora nada".

"Legaba al laboratorio repartiendo hojas con "recetas" y después: "arreglenselas como puedan"".

"No nos hacía ver la relación entre teoría y práctica".

## b) PERSONALIDAD.

### **El desinterés del profesor por el alumno.**

Es uno de los aspectos más importantes, desde el punto de vista motivacional, ya que el profesor es ejemplo a seguir, en cuanto a su responsabilidad ética, en este aspecto los comentarios son bastantes:

"Era falto de atención e interés por el alumno".

"Apatía, poco interés y sin ganas de trabajar o explicar".

"No explicaba, no tenía interés en general, se salía del laboratorio".

Los conocimientos del profesor:

Deja mucho que desear el profesor que no domina el tema a tratar. Veamos algunos comentarios al respecto:

"Son absurdas su prepotencia e ignorancia".

"No domina el tema y le es difícil expresarse, se desespera y llega a ser grosera".

"Se pasa dictando la clase y pide datos de lo que no se hace; no sabe utilizar el equipo, le falta capacitación y no comprueba las prácticas previamente".

### **El trato con los alumnos:**

Para hacer mas eficiente el aprendizaje del alumno, es necesario que este le tenga confianza a su profesor en cuanto a poder comunicarse con el, preguntar sin temor a ser puesto en

evidencia o ridiculizado. En relación a esto, se tienen los siguientes comentarios:

"Daba las clases con tono arrogante y prepotente, haciendo sentir mal a quien hiciera preguntas".

"Nos daba la clase como si fuéramos niños".

"Tenía preferencia por ciertos alumnos y era indiferente con el resto del grupo".

"Sentíamos un ambiente hostil de trabajo".

"Hacer menos al alumno, no tomar en cuenta sus bases en conocimientos y contestar por callar la pregunta, son causas de conocimientos erróneos y desmotivación".

### **La puntualidad y asistencia:**

Este es otro aspecto importante para el alumno, ya que la impuntualidad e inasistencia rompen programas y estructuras, lo cual, causa retraso y reduce la eficiencia en cuanto a la cantidad y calidad de lo aprendido. En relación a esto se presentan los siguientes comentarios:

"Llega tarde y de mal humor, no explica y presiona para terminar, nos hace sentir incómodos".

"Aparte de no tener preparación y paciencia, era impuntual y faltaba a clases".

### **Otros aspectos:**

Aquí englobaremos cuestiones que aunque en general nos hablan del poco interés del profesor, encierran algunos otros aspectos como la presentación, tono de voz, estado de ánimo, etcétera:

"Ambiente tenso en laboratorio, desorganizada, regaños, desconocimiento del tema y poco interés en el alumno".

"Se interesaba más por su apariencia personal que en la enseñanza; favoritismo por ciertos equipos; poco respeto; las cosas se hacían mecánicamente".

"Su apariencia física era desagradable".

### **OBSERVACIONES:**

Es importante recordar que esta encuesta de aspectos motivacionales nos sirve para aportar pistas para establecer más adelante los principios metodológicos y motivacionales de esta tesis. No obstante, el terreno es de hecho difícil para realizar experiencias cuantificables, medibles y reproducibles.

En cuanto a las encuestas hechas, lo que más llama la atención es la influencia de los factores afectivos en la motivación del estudiante, lo cual, es todavía más acentuado en relación a los maestros desmotivantes. De esta manera, los rasgos cognoscitivos del profesor motivante eran los esperados: ser sistemático, aclarar dudas, discutir los hechos, hacer exámenes periódicos, etc. Del mismo modo, no es extraño observar que el maestro desmotivante es en general desorganizado, no aclara dudas, su trato es despótico y en general parece no tener interés en el alumno.

El interés por el alumno, es quizá el aspecto de más peso en cuanto a la personalidad del maestro motivante o desmotivante, ya que aquí se refleja por completo la actitud de quien enseña. Este aspecto es el que a final de cuentas se traduce en el trato con el alumno, su actividad, asistencia, puntualidad, tono de voz, orden y presentación entre otras cosas.

Cuando el docente muestra interés, el alumno también, ya que este se siente más comprometido y responsable ante esta actitud positiva. Como consecuencia de lo anterior, el alumno se involucra más en el proceso de aprendizaje, lo cual, hará que se sienta mejor, mas motivado.

Hasta aquí se han mostrado los resultados y comentarios de las encuestas, lo cual, será tomado en cuenta en el siguiente capítulo, para el establecimiento de los principios metodológicos.

### **CAPITULO 3. ASPECTOS METODOLOGICOS.**

Se puede definir un sistema como el conjunto de elementos que conforman un todo más el conjunto de relaciones entre los elementos de tal sistema. Precisamente al conjunto de estas relaciones se le llama estructura (30).

La metodología que se presenta en este capítulo también tiene una estructura que se desglosa para su tratamiento de la siguiente manera:

Marco Teórico	{	Teorías sobre el proceso de enseñanza - Aprendizaje. Áreas y niveles de aprendizaje. Formas de Práctica Académica.
Principios Metodológicos	{	Para elaborar una Práctica. Para estructurar el curso práctico. Recomendaciones administrativas.
Modelos Metodológicos Propuestos	{	Estilos. Formatos de Trabajo.

Posteriormente se mostrará como ejemplo la estructura de algunas prácticas tipo siguiendo dichos principios así como su aplicación real de modo que se validen los conceptos planteados y se establezcan su ubicación y limitantes en cuanto a las posibilidades para aplicarse o implementarse formalmente en lo sucesivo.

### 3.1. MARCO TEORICO.

La enseñanza experimental en la Ingeniería Química y ramas afines, se da o no en función de lo que sucede en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En tal proceso, los elementos principales son los alumnos, los maestros y los medios. La manera como se interrelacionan ya se ha visto en los capítulos anteriores, sin embargo, en este capítulo se harán ciertas propuestas con el fin de hacer más eficiente tal interrelación. (3)

Empecemos entonces por ver que el aprendizaje según Piaget, es un proceso de construcción que implica un carácter relativista e interaccionista. De esta manera el conocimiento de los objetos se da a través de la interacción del sujeto con estos, de modo que los transforma; puede cambiarlos, combinarlos, conectarlos, agruparlos, etc.; desde la más elemental acción hasta la más compleja operación intelectual.

El límite sujeto-objeto no es plenamente identificable, lo cual, no es tan importante, ya que en cada acción el sujeto y el objeto se encuentran "fundidos". Esto se explica por el hecho de que el sujeto necesita información objetiva para ejecutar cualquier acción con el objeto, a la vez que necesita información subjetiva proporcionada por él mismo. De esta manera, el conocimiento tiene su origen en la interacción sujeto-objeto. El conocimiento proviene de la acción y no únicamente de la percepción.

El hablar de relativismo en el conocimiento, implica que el aprendizaje es un proceso constante que modifica el conocimiento y las estructuras del sujeto. De esta manera, los conocimientos "verdaderos" son relativos en determinados momentos del desarrollo.

El aprendizaje en sentido amplio, consiste en el progreso de dichas estructuras cognitivas por procesos de equilibración. El proceso de equilibración consiste a su vez en los mecanismos de asimilación y acomodación.

La asimilación es el proceso en donde el sujeto interpreta la información que proviene del medio, en función de sus estructuras o esquemas disponibles o previos. En la acomodación, tales estructuras se modifican para adaptarse a las características del medio, lo cual, además implica una reinterpretación de los datos.

La asimilación y la acomodación son parte de un proceso más general llamado adaptación, el cual consiste en la equilibración entre ambos. De esta manera, la equilibración es un proceso de autorregulación por el que se compensan activamente las perturbaciones provenientes del exterior.

Progresivamente, el sujeto alcanza niveles superiores de equilibrio cada vez más estables y complejos aunque sin dejar de ser temporales.

Los patrones de pensamiento cada vez generan más actividad al descubrir incongruencias o lagunas de esquemas anteriores; y si las condiciones del medio son favorables la asimilación se incrementa, lo cual, repercute en un mejor desenvolvimiento intelectual.

Según Piaget, existen dos tipos globales de respuestas a las perturbaciones, las adaptativas, por las cuales, el sujeto es consciente de la perturbación y trata de resolverla, y la no adaptativa, que consiste en no tomar en cuenta la perturbación y la contradicción que implica y por tanto, no hacer nada por restablecer el equilibrio. (25)

El proceso de aprendizaje no solo consiste en la adquisición de conocimientos, sino que implica otros aspectos que veremos a continuación, los cuales, son la base para la educación.

Según la taxonomía propuesta por Benjamin S. Bloom, el aprendizaje se divide en tres áreas o dominios a saber:



El área cognoscitiva que se refiere a conductas con predominio de procesos de orden intelectual. Abarca los tipos de aprendizaje de conocimiento y entendimiento.

El área psicomotriz, que se refiere a las conductas con predominio de habilidades físicas o neuromusculares. Abarca el tipo de aprendizaje de habilidades físicas y mentales.

El área afectiva, que se refiere a conductas que establecen cambios en los intereses, actitudes, emociones y valores de las personas. Esta área abarca el tipo de aprendizaje de actitudes y es según Bloom, es difícil de definirla y cuantificarla en su totalidad. (8)

En base a lo anterior, cuando el sujeto adquiere un tipo de aprendizaje en específico, se produce un cambio interno en él, de modo que algo gana, aunque en menor proporción, de los otros tipos de aprendizaje. De esta manera progresan sus estructuras mentales. El autor LeRoy Ford llama a este fenómeno "difusión de aprendizaje". Otros autores como el profesor E. Villarreal de la UNAM, proponen de alguna manera el como identificar en cada objetivo el sentido en el que se da la difusión de aprendizaje (30).

Cuando el aprendizaje promovido por el maestro en el alumno es bueno, el sujeto aumenta no solo su potencial de supervivencia, sino de servicio. Esto trae como consecuencia la educación. Educar es hacer que el hombre encuentre que hacer con su vida y se capacite para ello; es prepararse para el futuro, es transmitir cultura, es producir sabiduría y perfeccionar.

Las consecuencias que tiene el proceso de enseñanza-aprendizaje en el sujeto a educar dependen del método.

El método es un procedimiento, o serie de pasos ordenados sistemáticamente para lograr un objetivo, en otras palabras, es el cómo llevar a cabo una o varias actividades para alcanzar tal objetivo.

La metodología es el estudio de un método en cuanto a definición, construcción y validación. La metodología organiza criterios para justificar y constatar un método; genera postulados, principios, reglas y conceptos en los cuales se basa el método. La metodología nos da el por qué se va a utilizar un determinado método para alcanzar el objetivo en cuestión.

El fin de la Universidad es capacitar al individuo para el ejercicio en la "práctica profesional", lo cual, implica la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes para aportar beneficios a la sociedad dentro de un marco socio-político económico.

Sin embargo, el individuo dentro de la Universidad, aprende los conocimientos, habilidades y actitudes a través de la "práctica académica", la cual, se da en distintas formas como son: la práctica científica o epistemológica, la práctica metodológica o productiva y la práctica teórica o especulativa.

La práctica científica es en la que se adquieren los conocimientos o "modelos de la práctica", es decir, los que nos presentan como son las cosas en cuanto a su estructura y/o funcionamiento. A la vez estos modelos se ubican en relación a sus límites de representación.

En la práctica metodológica, se crean los modelos "para la práctica", los cuales, nos servirán en la resolución de situaciones problemáticas. En este tipo de práctica, se identifican la realidad previa y sus necesidades, se propone entonces un modelo metodológico o productivo para satisfacer tales necesidades, se obtiene el producto, este se compara frente al medio y por último se evalúa el modelo metodológico a través del producto con el fin de detectar las fallas o límites de aplicación de dicho modelo.

La práctica teórica o especulativa, es aquella donde se establece el marco teórico, tales como los principios, postulados y la filosofía en general en la cual se sustenta el objeto de

estudio. Por otra parte, en la práctica especulativa, se hace uso de los modelos que son netamente especulativos, como la lógica y las matemáticas, los cuales, son la herramienta de trabajo a lo largo de las otras formas de la práctica académica.

Cabe aclarar que a su vez estos modelos también tienen limitantes, por lo que es pertinente reconocer su ubicación y alcance en el campo de las prácticas científicas y metodológicas. (30)

## **3.2. PRINCIPIOS METODOLOGICOS PARA LA ELABORACION DE PRACTICAS DE LABORATORIO.**

A través de la siguiente metodología, el profesor de laboratorio sabrá como estructurar e impartir sus prácticas de manera más eficiente teniendo en cuenta el cómo las personas aprenden. (6)

### **3.2.1. Principios metodológicos para estructurar una práctica.**

Lo primero que debemos tener en cuenta es el tipo de aprendizaje que vamos a enfatizar de acuerdo a nuestro objetivo de aprendizaje, es decir, debemos definir si lo que queremos es dar a conocer un concepto, o que se entienda, desarrollar una habilidad, reforzar o adquirir una nueva actitud. Los tipos de aprendizaje anteriores pueden combinarse, pero siempre es preciso especificarlos de antemano.

El o los tipos de aprendizaje especificados, nos guiarán acerca de los principios de aprendizaje a utilizar, estos principios tienen como fin ayudar a pensar en las actividades de aprendizaje para así poder alcanzar, junto con los recursos y ayudas pertinentes, el objetivo de aprendizaje.

Ahora veamos los términos con mayor detenimiento:

**OBJETIVO DE APRENDIZAJE:** es una oración general, enfocada al estudiante que establece el tipo de aprendizaje, así como el objeto de estudio a tratar en un tiempo razonable.

-El que sea una **oración general**, significa que en vez de establecer lo que el estudiante hará para probar que ha aprendido, se establece en términos generales hacia donde se dirige el aprendizaje; ejemplo:

**Forma incorrecta:**

El estudiante explicará con sus propias palabras el concepto de viscosidad.

**Forma correcta:**

El alumno demostrará entendimiento del concepto de viscosidad.

-El enfoque al estudiante indica que lo ocurre con este no con el profesor, es decir, los objetivos no deben expresar lo que entiende y sabe el profesor, tampoco lo que hará para impartir la clase, solo expresan lo que va ocurrir en el estudiante; ejemplo:

**Forma incorrecta:**

Incrementar el entendimiento de los alumnos en tensión superficial.

**Forma correcta:**

El alumno demostrará entendimiento del concepto de tensión superficial.

-El establecer el tipo de aprendizaje consiste en definir si se va a adquirir un conocimiento, entender un concepto, desarrollar habilidades o cambiar una actitud; ejemplo:

El alumno demostrará habilidad para manejar el picnómetro.

El alumno demostrará conocimiento de los elementos de la tabla periódica.

Conviene recordar que siempre que se enfatiza un tipo de aprendizaje, también ocurre un cierto desarrollo en los otros tipos, lo cual, se conoce como **difusión de aprendizaje**.

-El establecer el objeto de estudio en tiempo razonable significa especificar cuanto se va a profundizar en el tema. Es una regla de dedo tener en cuenta el tiempo que nos va a tomar dar una clase o un curso.

Una vez que se tiene definido el objetivo de aprendizaje, el siguiente paso es establecer el indicador, es decir, se necesita establecer el modo de saber si el estudiante ha alcanzado el objetivo o no.

**INDICADOR DE APRENDIZAJE:** establece lo que el estudiante hará para demostrar haber logrado el aprendizaje, nos dice lo bien que se espera su actuación y bajo que circunstancias.

-Lo que el estudiante hará para demostrar haber logrado el aprendizaje, significa que los maestros solo podrán evaluar aquellas cosas que observen en sus alumnos; ejemplo:

**Forma incorrecta:**

El alumno demostrará saber los elementos de la tabla periódica.

**Forma correcta:**

El alumno relacionará el nombre de los elementos de la tabla periódica con sus símbolos.

Existen verbos que implican acción de tal forma que los maestros la puedan observar y son estos los que debemos utilizar en nuestros indicadores. La acción que reflejan puede ser

verbal, discriminativa o motora. Nunca deben utilizarse verbos que no impliquen una acción; ejemplo:

a) Verbos de acción verbal:

Explicar, escribir, listar, parafrasear, etc.

Verbos de acción discriminativa:

Escojer, seleccionar, decidir, checar, relacionar, etc.

b) Verbos de acción motora:

Construir, dibujar, hacer, ensamblar, correr, etc.

-En cuanto a lo bien que se espera la respuesta del alumno, es recomendable indicar en que tanto porciento se considera bueno el rendimiento del alumno. Frecuentemente un aprovechamiento del 100% se considera implícitamente; ejemplo:

Para probar que el alumno conoce los elementos de la tabla periódica, relacionará los elementos de la tabla periódica con sus símbolos con error máximo de 10 de 100 elementos.

Para probar que el alumno domina el uso del manovacuómetro, realizará 20 medidas a distintas presiones.

-Las circunstancias bajo las que se realiza la prueba de aprendizaje son importantes como en cualquier aspecto en el que se pretenda realizar una medición. A veces el indicador hace obvio que el alumno recibe o no el material de trabajo; ejemplo:

Dados tres procedimientos posibles de arranque de la caldera, el alumno identifica cual es el correcto.

El alumno lista los diez pasos para arrancar el equipo X.

Una vez que se tienen el objetivo y el indicador en los cuales se especifica el tipo de aprendizaje a enfatizar, se procede a

seleccionar los principios de aprendizaje involucrados que a su vez nos ayudarán a pensar en las actividades posibles relacionadas no solo con el tipo, sino con el nivel de aprendizaje. A continuación trataremos por separado cada área y tipo de aprendizaje en cuanto a sus niveles, indicadores y principios de aprendizaje.

## **AREA COGNOSCITIVA.**

Dentro de esta área se establecen seis niveles de progresión relacionados con los tipos de aprendizaje de conocimiento y entendimiento. Estos niveles son:

**CONOCIMIENTO:** en este nivel se memoriza información de tal forma que se pueda recordar o reconocer. Por ejemplo, un alumno lista los pasos para arrancar un equipo o reconoce la fórmula de un compuesto entre varias parecidas.

**COMPRESION:** este es el segundo nivel en el cual, el sujeto puede hacer o sabe reconocer el ordenamiento de ideas de manera distinta, relaciona unas ideas con otras o interpreta o traduce conceptos. Por ejemplo, un alumno explica el concepto de fluido newtoniano con sus propias palabras.

**APLICACION:** en este nivel, el sujeto tiene la habilidad de transferir lo aprendido a una nueva situación. Por ejemplo un estudiante relaciona el fenómeno de transferencia de calor con las geometrías de distintos equipos.

**ANALISIS:** este es el nivel en el que el sujeto rompe el objeto de estudio en partes o resuelve problemas de manera sistemática. Por ejemplo un alumno identifica las variables y su repercusión en un sistema.

**SINTESIS:** en este nivel el sujeto combina varias cosas para crear algo nuevo. Por ejemplo, un alumno prepara una exposición sobre reología o diseña una práctica experimental.

**EVALUACION:** es en este nivel en el que el sujeto juzga el valor o importancia de algo basado en estándares dados. Por ejemplo, un alumno evalúa cual de las posibles rutas planteadas para resolver un problema es la más adecuada en cuanto a recursos materiales y económicos.

El primer nivel implica en sí mismo el tipo de aprendizaje de **conocimiento**, los otros cinco implican el tipo de aprendizaje de **entendimiento**.

En cuanto a los **indicadores** relacionados con el área cognoscitiva, encontramos que estos deben de reunir ciertas características relacionadas con la prueba específica que va a realizar el alumno para probar su aprendizaje de modo que pueda ser válido su uso:

1. Pedir en la prueba la misma forma de respuesta señalada en el indicador, es decir, si va a ser verbal, discriminativa o motora.
2. El indicador y la prueba deben referirse al mismo contenido o tema en cuestión.
3. El indicador y la prueba deben reflejar el mismo nivel de aprendizaje.

Los **principios de aprendizaje** para el área cognoscitiva son catorce, los cuales, se dividen en seis para el tipo de aprendizaje de conocimiento y ocho para el tipo de aprendizaje de entendimiento, en ambos casos los principios tienen una relación con el nivel de aprendizaje.

a) Principios de aprendizaje para el aspecto de conocimiento.

1. Involucrar al alumno en actividades que exijan respuesta activa.
2. Promover actividades en las que el alumno utilice mas de un sentido a la vez.



3. Promover actividades en las que al alumno se le de un avance global o particular.
4. Proporcionar de inmediato conocimiento de resultados.
5. Involucrar al alumno en varias actividades relacionadas con el mismo objetivo.
6. Proporcionar al alumno actividades novedosas que llamen su atención

**b) Principios de aprendizaje para el aspecto de entendimiento.**

1. Proporcionar al alumno de actividades en las que cambie las ideas a formas nuevas.
2. Aplicar actividades en las que el alumno descubra relaciones entre ideas o conceptos.
3. Proporcionar de actividades en las que el alumno interprete y defina ideas o conceptos.
4. Involucrar al alumno en actividades en las que utilice de manera práctica lo que ha aprendido.
5. Involucrar al alumno en actividades en las que desgloce el objeto de estudio en partes.
6. Involucrar al alumno en actividades en las utilice una forma sistemática para resolver problemas.
7. Utilizar actividades en las que el alumno junte varios elementos para formar algo nuevo.
8. Utilizar actividades en las que el alumno juzgue el valor o importancia de algo basado en estándares dados.

## AREA AFECTIVA.

En esta área se tienen cinco niveles en cuanto al cambio de actitud los cuales se exponen a continuación:

**RECEPCION:** en este nivel el sujeto se da cuenta de la existencia de algo que llama su atención y está dispuesto a recibir. Por ejemplo, un alumno se detiene a ver un cartel de una plática sobre seguridad industrial.

**RESPUESTA:** en este nivel el sujeto se interesa en el objeto de atención, se involucra en cierto grado con dicho objeto. Por ejemplo, un alumno, tras breve reflexión decide ir a la plática sobre seguridad industrial.

**VALORACION:** este es el nivel en que el sujeto se involucra y se compromete con el objeto de atención, ya que para él "vale la pena"; le da un valor propio; ejemplo: un alumno habla frecuentemente acerca de la importancia de la seguridad en el lugar de trabajo.

**ORGANIZACION:** es en este nivel en el que el sujeto pondera entre dos o más valores en una situación de modo que adquieren un orden en la propia escala de valores de dicho sujeto. Por ejemplo, un alumno que sale del laboratorio para ir al salón de clases, al pasar junto a un equipo, observa una condición insegura decide entonces dar aviso antes de seguir su camino.

**CARACTERIZACION:** en este nivel, el sujeto desarrolla un estilo de vida que refleja toda su filosofía o escala de valores. Por ejemplo, un alumno comenta: "Desde que tomo el curso de seguridad industrial, me siento mejor al trabajar de manera segura dentro del laboratorio."

Los **indicadores** para el área afectiva presentan ciertas características que se muestran a continuación, las cuales, deben tenerse en cuenta cuando el alumno "presente la prueba" en lo referente a actitudes:

1. Esperar a que el alumno por sí mismo, presente la respuesta esperada o similar, es decir, no se puede forzar o condicionar al alumno.

2. Aceptar respuestas representativas, es decir, si la conducta esperada no es la específica, pero es similar, tal respuesta es aceptable.

3. No olvidar el hecho de que la cuantificación de respuestas relacionadas con actitudes no es tan fácil en comparación con las esperadas de conocimiento, entendimiento y habilidades.

Los **principios de aprendizaje** relacionados con el área afectiva se muestran a continuación; los primeros cuatro reflejan una posición pasiva, los cinco restantes reflejan una posición más activa por parte del alumno:

1. Promover en los alumnos el observar a líderes y compañeros que den el buen ejemplo.

2. Promover en los alumnos el escuchar o leer acerca de personas que ejemplifiquen la actitud.

3. Promover en los alumnos el consultar fuentes que ellos consideren de gran autoridad.

4. Auxiliar a los alumnos a identificar, especificar o aprender el significado de una actitud.

5. Proporcionar formas para que el alumno tenga experiencias emocionales con significado.

6. Promover que el alumno tome acciones positivas en situaciones en las que puedan practicar la actitud.

7. Proporcionar oportunidades en las que el alumno analice sus propios valores y tome decisiones en aspectos de moral y ética.

8. Promover actividades en las que el alumno refleje sus propias experiencias bajo la luz de la verdad.

9. Promover actividades en las que el alumno comparta sus pensamientos y emociones con otros.

### **AREA PSICOMOTRIZ.**

En esta área se tienen cinco niveles en cuanto al desarrollo de habilidades, los cuales, se presentan a continuación:

**PERCEPCION:** este es el nivel en que el sujeto se percata de la existencia de algo a través de los sentidos. Por ejemplo, un alumno se da cuenta de un ruido de un equipo y decide aprender a más acerca de este.

**EN POSICION:** en este nivel el sujeto se encuentra mental y físicamente listo para actuar; ejemplo: un alumno pone la mano en la posición correcta para manejar la pipeta.

**RESPUESTA GUIADA:** en este nivel el sujeto lleva a cabo el acto bajo la guía del profesor; ejemplo: un alumno que maneja la balanza analítica con ayuda del profesor.

**HABITO:** este es el nivel en que el sujeto domina una habilidad o parte de una actividad compleja, de modo que la convierte en hábito. Por ejemplo, un alumno que ya sin pensarlo maneja la pipeta de manera correcta.

**RESPUESTA COMPLEJA OBSERVABLE:** es en este nivel en el que el sujeto ejecuta toda una actividad compleja con gran habilidad. Por ejemplo, un alumno que maneja el filtro prensa: toma lecturas, arranca el equipo, controla los flujos y la presión; monta, limpia e instala las lonas, etc.

Los **indicadores** relacionados con el área psicomotriz presentan también ciertas características que no debemos olvidar:

1. El indicador y la prueba deben reflejar el mismo nivel de aprendizaje.

2. Esperar a que el alumno presente la respuesta esperada por sí mismo.

Los **principios de aprendizaje** del área psicomotriz son seis, los cuales se relacionan un tanto con los niveles de aprendizaje de esta área. Los primeros dos presentan un enfoque demostrativo, los cuatro restantes se relacionan con la práctica en sí:

1. Facilitar al alumno ver "en avance" la organización total del proceso o producto a realizar.
2. Proporcionar al alumno una demostración paso por paso.
3. Pedir al alumno una explicación verbal de las instrucciones o del plan dado para llevar a cabo el proceso.
4. Guiar al alumno en sus primeros intentos.
5. Dar oportunidades en las que el alumno pueda practicar la actividad repetidamente con muy poca o ninguna ayuda.
6. Promover práctica en condiciones reales.

A continuación se presentan otros principios metodológicos complementarios a los anteriores, de tal forma que son una ayuda para aplicar con mayor eficiencia los principios relacionados con las áreas de aprendizaje.

### **3.2.2. Principios relacionados con la comunicación entre el maestro y el alumno.**

1. Utilice verbos descriptivos en forma imperativa.

Los verbos descriptivos implican acción y no dan lugar a duda de lo que se tiene que hacer; ejemplo: enlista, mide, prende, apaga, lee, etc.

2. Explique claramente las cosas.

Las mismas palabras a veces significan cosas distintas para gentes diferentes. Por ejemplo, no es lo mismo decir: "en el

equipo "x" enciende los interruptores verde y negro en orden secuencial"; que decir: "en el equipo "x" enciende el interruptor verde y después el negro".

3. Evite "paja" o "rollo" excesivo.

El "contenido" en sentido usual se puede encontrar en el libro o artículo en cuestión, no en el protocolo de la práctica en sí. Es conveniente incluir solo dos o tres líneas como referencia. Por ejemplo, no sería necesario incluir un tratado de Flujo de Flúidos en una práctica de "Número de Reynolds".

4. Utilice verbos activos.

Con la práctica al redactar el protocolo de una práctica puede evitarse el uso de verbos "ser" o "estar". Los verbos activos precisan acción que el estudiante puede llevar a cabo.

5. Suavice los imperativos con trato amable y cortesía.

Utilice la forma imperativa de los verbos para guiar a sus alumnos, pero no olvide que ellos también tienen integridad.

### 3.2.3. Principios relacionados con la manera de estructurar el curso.

1. Haga de la pregunta "cómo" parte de su método.

Indique al estudiante **cómo** hacerlo. Por ejemplo, al decir: "Utilice el pizarrón para explicar cómo operar el equipo "x", no nos dice **cómo** utilizar el pizarrón.

2. Sugiera actividades posibles que los alumnos puedan hacer.

Preguntese a si mismo si tiene sentido lo que se pide hacer. Por ejemplo, no es lo mismo pedir una cartulina con el isométrico del equipo dibujado y a colores, a una hoja carta con el diagrama de instrumentación básica del equipo.

3. Proponer mas de una manera de hacer las cosas.

No todos los profesores o instructores tienen iguales resultados con las mismas actividades. Por ejemplo, con un grupo funciona mejor hacer exámen oral y con otro de manera escrita.

4. No deje cabos sueltos al integrar el plan.

Trate de asegurarse que todas las atividades y principios tomados en cuenta para estructurar la práctica realmente funcionen como debe ser.

5. Siga un plan válido para trabajar.

Aquello que la persona que esructura la práctica o curso sepa del o los grupos a tratar, ayudará a determinar el grado de aprendizaje a manejar. Esto evitará frustraciones en cuanto al rendimiento de los alumnos y el trabajo de los maestros.

6. En cada ciclo semestral revise la estrategia del curso.

Es conveniente revisar la estructura del curso o de una parte de este con el fin de implementar mejoras. Para lograr esto, uno puede seguir una secuencia de pasos con forma similar a la que se utiliza para estructurar una práctica, esto es debido no solo a que es sano cambiar el enfoque de algunos tópicos, sino porque los alumnos no siempre llegan con la misma preparación.

**Modelo de instrucción.**

Un sondeo en relación al nivel del grupo nos dará el patrón de entrada, el cual, involucra las características mínimas que deben cumplir los alumnos. Estas características a menudo se especifican también como "prerrequisitos".

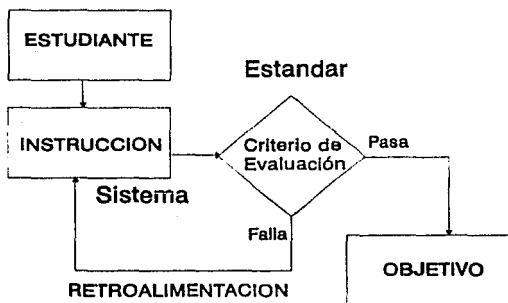
Conociendo el patrón de entrada, se imparte la instrucción con una base más sólida de manera que las actividades seleccionadas pueden escojerse con mayor confiabilidad.

Posteriormente se aplica el "Criterio de Evaluación", es decir, todo aquello que indique si los alumnos han alcanzado o no los

objetivos propuestos. De esta manera, si la respuesta es positiva, los objetivos son alcanzados, lo cual, nos da el patrón de salida del curso, si no es así, a través del análisis de las fallas y aciertos retroalimentamos el ciclo de modo de que se mejore la instrucción.

A continuación se presenta un diagrama del modelo de instrucción:

### Patrón de Entrada



### Patrón de Salida

El modelo de instrucción se puede desarrollar con mayor detalle, de modo que se analice paso por paso si el cumplimiento con los objetivos es adecuado, si los exámenes son acordes con los objetivos, si se cumplen los prerrequisitos, si los estudiantes están compenetrados y si se toman en cuenta sus sugerencias. En cada paso si la condicional no se cumple se aplica la corrección pertinente. También se puede señalar paralelamente a los objetivos del curso, las formas en que se ejercerá la práctica académica(13).

**Nota:** ver anexo 1 para ver diagrama por pasos.

Como complemento al Criterio de Evaluación que se enfoca un poco más hacia el aspecto técnico del curso, se recomienda



la siguiente actitud del profesor, de modo que la retroalimentación sea más eficiente:

Es importante observar al grupo para conocer su personalidad y el tipo de interacciones que se llevan a cabo dentro de este, de modo que se propicie una dinámica que permita un funcionamiento más eficiente.

El profesor debe sensibilizarse para llevar a cabo tal observación para lo cual, debe preguntarse:

- ¿Cómo interactúa el grupo?
- ¿Cuáles son las situaciones que el grupo está viviendo?
- ¿Qué obstáculos detienen el logro de los objetivos?
- ¿Qué circunstancias aceleran el logro de los mismos?
- ¿Cómo se relaciona el grupo?

Todas las preguntas anteriores no podrán contestarse si primero no se observa al grupo. Posteriormente debe tomarse una actitud imparcial y descentralizada, para lo cual, se presentan los siguientes lineamientos:

- No dejarse absorber o fascinar por el sentido dinámico del contenido.
- No implicarse personalmente; mantenerse al margen del contenido y de la vida afectiva-social del grupo.

Son obstáculos para la comprensión dinámica del grupo en cuestión:

- Tomar partido en un conflicto del grupo.
- Dejarse llevar por antipatías o simpatías hacia algunos miembros del mismo.
- Estar presente en todo lo que pasa, sin distracción ni desinterés.

-Estar atento a los silencios, exclamaciones, a la colocación de las sillas, posturas físicas, intervenciones agresivas, a la frecuencia de las pausas o de los procedimientos de trabajo.

-Dar muestras de empatía o conservar siempre una capacidad intelectual de formulación abstracta.

La adecuada sensibilización permitirá tomar decisiones pertinentes, en el momento de la retroalimentación, en cuanto a objetivos, actividades, estrategias, etc. (4).

Cabe aclarar que mejoras de este tipo no se dan de un curso a otro, es necesario ganar experiencia a partir de cambios hechos en partes aisladas del programa, sin embargo, no hay que olvidar que el análisis realizado es un proceso continuo, el cual, una vez empezado no se debe detener nunca.

#### 7. Estructure distintos niveles en el grupo en cuestión.

No es difícil encontrarse con que un mismo grupo los equipos de trabajo no tienen el mismo nivel. En este caso se pueden aplicar a la vez distintos estilos de prácticas de acuerdo al nivel de cada equipo. Los estilos de prácticas serán tratados más adelante.

#### 8. Aplique el "podría hacerlo yo mismo".

Es probable que algunas prácticas no las pueda realizar ni el mismo maestro, ya que el plan de trabajo es tan complejo que desafían su aplicación, o tan simples que parecen prácticas para niños.

#### 9. Evite repetición de actividades.

En algunos cursos de laboratorio se sugieren actividades y métodos muy a menudo, de forma que el alumno encuentra tedioso dicho laboratorio. Utilice hojas de control donde se chequen las actividades propuestas contra el número de prácticas vistas.

#### 10. Debemos ser capaces de recibir nuestras propias ideas y así dar paso a la creatividad.

Para pensar en posibles actividades, innovaciones, mejoras, etc. debemos desarrollar más nuestras facultades creativas para lo cual, es necesario no distraerse, aprovechar el tiempo al máximo y saber escuchar.

Para desarrollar en sí la creatividad se recomienda escribir las ideas para que una vez asentadas se dejen crecer. A continuación debe correrse el riesgo y llevarla a cabo y no detenerse si fracasa, es mejor reestructurarla, insistir. No hay que olvidar que el final de algo es a la vez el principio de otra cosa.

Es necesario no pensar dos veces si se hacen o no las cosas. A veces es indispensable ganarse el respaldo de alguien para implantar una idea no por todos aceptada.

Se debe estar abierto a todas las ideas, siempre existen mejores maneras de hacer las cosas, no desperdiciemos nuestro potencial y el otras gentes. (16)

#### 11. Fomente la motivación en el alumno.

Es indispensable involucrar al alumno en las actividades a realizar en laboratorio, tal y como se observa en el Modelo de Instrucción, en esto, la motivación juega un papel muy importante. Para lograr un cambio de actitud ya se expusieron ciertos principios mas arriba, sin embargo, conviene tener en cuenta lo siguiente:

- a) Es preciso alentar la iniciativa de las personas antes de imponerles restricciones.
- b) La comunicación y el apoyo verbal fomentan el aprendizaje.
- c) Las exigencias y expectativas elevadas de los profesores en cuanto al rendimiento son beneficiosas para la formación de normas de calidad; las exigencias excesivas la inhiben.

d) En caso de ausencia de exigencias de rendimiento, falta de contacto afectivo y recompensa, no hay estímulos para la adquisición de la "aspiración al rendimiento".

e) Las sanciones negativas por el fracaso y la falta de reconocimiento en caso de éxito, impiden el acercamiento positivo a actividades de rendimiento y provocan reacciones de evitación. (32)

12. Enfóquese en el aprendizaje del alumno mas que en la enseñanza del maestro.

Efectivamente el maestro en ocasiones tiene que realizar actividades al parejo con el alumno o en coordinación, pero siempre se debe tratar que el alumno descubra las cosas por sí mismo. El maestro puede exigir y asesorar, pero nunca "ir tras del alumno". Debe cuidarse siempre que exista un balance entre la actividad del alumno y la actividad del profesor. Por ejemplo, no es lo mismo que el maestro realice una práctica de cómo arrancar un equipo, si los alumnos pueden hacerlo con la debida asesoría del profesor.

13. Trate de manejar los recursos adecuadamente.

En algunas ocasiones, utilizamos los recursos sin dejar claro hacia donde los enfocamos. Por ejemplo, no es lo mismo pedir al alumno que tome mediciones de determinadas variables sin saber en que se pueden utilizar; que explicar primero la relación entre las variables y pedir luego que el alumno seleccione y mida las más importantes o estratégicas.

14. Explique donde encontrar la referencia e incluso sugiérala.

Es conveniente no olvidar nunca en el protocolo de la práctica en cuestión, las referencias donde se puede encontrar el contenido o fundamento de los conocimientos con los que se está trabajando. Hay estudiantes que desean

consultar o profundizar en las fuentes de origen del conocimiento, sugiera entonces tales fuentes.

15. Exija a sus alumnos a prepararse indirectamente.

Es común que el alumno no se prepara más de lo que se le exige, para compensar esto combine en los exámenes escritos reactivos donde evalúa el nivel real del alumno con reactivos que se contestarían si se estudiara el tema con mayor profundidad. Califique de acuerdo a lo contestado y aparte lleve un registro de lo que realmente le interesa evaluar respecto al rendimiento de cada alumno. Muestre a los alumnos sus calificaciones "obtenidas" y solo hasta el final presénteles su rendimiento real.

### **3.2.4. Principios relacionados con el aspecto administrativo.**

1. Asignar al menos el mismo número de créditos por hora a la teoría y al laboratorio.
2. Dar un porcentaje más justo de calificación al laboratorio en relación a la calificación final de la materia o independizar como materias aparte a los laboratorios de las clases teóricas.
3. Tratar de incrementar la comunicación y coordinación entre los profesores de laboratorio y teoría, o procurar que sea el mismo profesor quien imparta las dos áreas.
4. Mejorar los laboratorios mediante la adquisición de nuevos equipos y dar un buen mantenimiento a los existentes de modo que puedan operar correctamente cuando se necesite.
5. Incrementar la seguridad en el laboratorio en cuanto a equipos, servicios, instalaciones y sobre todo en la protección personal.
6. Dar impulso al profesor en cuanto a su labor. Son también buenos los incentivos a través de mejoras económicas

aunque esto no debe ser determinante. No hay que olvidar que la responsabilidad del profesor es tal que el otorgarle su reconocimiento y lugar en la institución no debe pasar por alto. De esta manera, una buena forma de darle dicho reconocimiento es el actualizarlo a través de cursos de capacitación técnica y pedagógica, sobre todo a los profesores de laboratorio quienes deben de tener una formación más completa por la variedad de aspectos que van a transmitir.

Un curso de Primeros Auxilios puede impartirse al profesorado e incluso tener carácter obligatorio para los profesores de laboratorio, ya que en un área que presenta ciertos riesgos como lo es el laboratorio, nunca se sabe cuando estos conocimientos sean necesarios.

### **3.3. ESTILOS DE LAS PRACTICAS DE LABORATORIO.**

La forma en la cual se estructuran las prácticas no puede ser único en cuanto que deben adaptarse principalmente a los objetivos de aprendizaje, al nivel del grupo, al avance del semestre y de la carrera, así como al criterio de evaluación e incluso a las sugerencias de los mismos maestros y alumnos.

A continuación se muestran tres estilos diferentes de prácticas que pueden estructurarse teniendo en cuenta lo anterior. Estos estilos conforman en sí modelos "para la práctica académica". Posteriormente se presentarán ejemplos de cada tipo utilizando los principios establecidos en la sección previa.

#### **3.3.1. Primer estilo.**

Este estilo de prácticas se enfoca principalmente a los primeros semestres de la carrera y en áreas tales como Físicoquímica, Química Orgánica, Análisis o Química General.

En este tipo de prácticas se lleva a cabo la reproducción y descubrimiento del fenómeno en cuestión por el alumno, o el

conocimiento de una técnica específica basada en aspectos teóricos o empíricos, sin ir más allá que complementar su comprensión respecto a lo visto en clases de teoría.

La práctica se inicia con la aplicación de un cuestionario previo relacionado con los aspectos que el alumno debe manejar o al menos tener idea para la realización de la práctica. En seguida, el profesor asesora durante la práctica acerca de los aspectos más relevantes que deben de tenerse en cuenta tanto en el aspecto teórico como en el técnico o práctico, en base al nivel detectado del grupo en el cuestionario previo.

Las actividades que el alumno lleva a cabo son las de montar el equipo, relacionar los aspectos teóricos con lo que se observa en la práctica, tomar las medidas de seguridad requeridas, etc. Todo lo anterior se llevará a cabo bajo la asesoría del profesor.

Al final de la práctica, se lleva a cabo un cuestionario experimental de acuerdo a los aspectos de mayor atención vistos en la práctica misma. Las preguntas son elaboradas a juicio del profesor y su contestación debe ser en la misma clase.

Si los aspectos a evaluar lo ameritan se presentará reporte de la práctica a los ocho días.

-Aspectos de aprendizaje del área cognoscitiva:

Se trabaja hasta los niveles de aprendizaje de **comprensión** y **aplicación** de acuerdo a la relación entre aspectos teóricos y prácticos a tratar.

-Aspectos de aprendizaje del área psicomotriz:

Se trabaja hasta el nivel de **hábito** (donde el alumno practica habilidades no tan complejas sin la guía del profesor). Estas involucran manejo de materiales, aparatos de trabajo y medición.

-Aspectos de aprendizaje del área afectiva:

En este aspecto es muy importante la interacción con el alumno hasta lograr que se involucre con sus actividades, ya que esto puede ser determinante para el éxito o fracaso en la formación del alumno. Se pueden dar pláticas o artículos breves en aspectos de relaciones humanas en el trabajo, o en cuanto a seguridad, etc. No se debe olvidar que en este aspecto debe esperarse con el transcurso de las prácticas hasta observar los cambios de actitud deseados. Se trabaja hasta el nivel de **valoración**. Debido a esto el alumno todavía no tiene una actitud crítica en cuanto a métodos, procedimientos o técnicas para esbozar y alcanzar los objetivos de una práctica.

### **3.3.2. Segundo estilo.**

En este estilo de prácticas, recomendado para alumnos de semestres donde ya llevan laboratorios propios de su carrera específica; se pretende que el alumno, en base a un cierto dominio de aspectos teóricos y prácticos, resuelva un problema a través de la obtención de datos obtenidos por él mismo en el laboratorio.

Al principio se aplica un cuestionario previo para evaluar el grado de preparación del alumno para la práctica. En seguida, se discuten los aspectos teóricos relacionados con la práctica de modo que se tengan las herramientas para resolver el problema en el tiempo de la clase para reportar en ocho días incluyendo la investigación bibliográfica necesaria.

-Aspectos de aprendizaje del área cognoscitiva:

Se trabaja en este tipo de prácticas hasta el nivel **análisis**, es decir, en cuanto a desglosar el problema y las actividades en partes. Se sigue entonces, un método sistemático para resolverlo.



#### -Aspectos de aprendizaje del área psicomotriz:

El trabajar hasta un nivel de aprendizaje de análisis del área cognoscitiva, implica un desarrollo de habilidades mentales, motoras y físicas, por lo que el esfuerzo requerido por el alumno es mayor que en el estilo anterior. El desarrollo de aprendizaje en esta área se da hasta el nivel de **hábito**.

#### -Aspectos de aprendizaje del área afectiva:

En este estilo de prácticas, se trabajará hasta el nivel de **organización**, sin olvidar que las respuestas dadas por el alumno pueden fomentarse con ayuda de los principios establecidos para esta área, pero jamás se debe forzar o condicionar para presentar las actitudes deseadas.

Algunas de las actitudes en este tipo de prácticas mas que ser aprendidas, serán reforzadas, ya que estas últimas han sido aprendidas y presentadas con anterioridad en la carrera.

En este tipo de prácticas, el alumno tiene ya una actitud crítica para relacionar aspectos teóricos con la práctica sin la ayuda del profesor así como para seleccionar la ruta adecuada para dar solución al problema planteado.

### **3.3.3. Tercer estilo.**

En este tipo de prácticas, el alumno podrá diseñar y llevar a cabo su propia práctica de tal modo que en relación a los objetivos del curso resuelva un problema planteado con la mínima asesoría del profesor. El papel del profesor, será mas bien el de ir evaluando los distintos pasos: la organización, planeación, realización y actitud a lo largo del desarrollo de la práctica. Para esto, el profesor asesorará al alumno en la forma de concebir y estructurar la práctica en cuanto a objetivos, actividades, etc., mas que en la forma de realizarla. Este tipo de

prácticas se realizarán de preferencia cuando el alumno ya ha tenido contacto con las técnicas y equipos a manejar de modo que se concrete a crear y no desviarse a conocer dichas técnicas o equipos por primera vez.

-Aspectos de aprendizaje del área cognoscitiva:

Se trabajará hasta los niveles de aprendizaje de **síntesis y evaluación**, ya que el alumno combinará elementos para la creación de algo nuevo, a la vez que seleccionará la mejor forma de llevar a cabo las actividades propuestas, es decir, en cuanto a la organización de ideas y de su mismo equipo de trabajo.

-Aspectos de aprendizaje del área psicomotriz:

Se trabajará hasta el nivel máximo de **respuesta compleja**, es decir, el alumno al final de la práctica, llegará a dominar la habilidad para manejar actividades complejas sin la ayuda del profesor.

-Aspectos de aprendizaje del área afectiva:

Deberán observarse durante el transcurso de realización de la práctica, desde su concepción, hasta su conclusión. Al igual que el estilo de prácticas anterior, se trabajará hasta un nivel de **organización**, por lo que los indicadores de los profesores consistirán en identificar conductas donde el alumno presente la actitud tal que refleje cambios en sus valores; por ejemplo, el presentar una actitud crítica para seleccionar lo más conveniente en cuanto a seguridad o ecología entre varias alternativas aparentemente ventajosas, o también en relacionar teoría con práctica y dar su lugar a cada una.

Es pertinente aclarar que el nivel de **caracterización** solo se puede evaluar a lo largo del curso o de la carrera misma, ya que

refleja el estilo de vida a través de la forma de pensar del alumno.

### 3.4. FORMATOS DE LAS PRACTICAS.

En general para todos los estilos de prácticas se proponen dos formatos: uno donde se lleve un control sobre los objetivos y actividades relacionadas con lo que se pretende enseñar. En el otro formato se da el protocolo de la práctica como tal, de acuerdo a cada estilo. A continuación se presenta en la siguiente figura la estructura de cada formato:

Formato 1: para el profesor o quien estructura el curso.

Nombre práctica	No.	Semestre	Estilo
<b>1. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE</b>			
<b>2. INDICADOR O INDICADORES</b>			
<b>3. ACTIVIDADES en base a principios metodológicos y de aprendizaje.</b>			
<b>4. PRUEBAS en relación con los indicadores. *</b>			

Formato 2: protocolo de la práctica del alumno.

Nombre de práctica	Tema general	No.
<p><b>OBJETIVO(S).</b></p> <p><b>Cuestionario previo:</b> se entrega al alumno para su resolución 8 días antes de la práctica en cuestión.</p> <p><b>Protocolo:</b> de acuerdo al estilo de práctica se indican las actividades a realizar.</p> <p><b>Cuestionario experimental:</b> se entrega al final de la práctica.</p>		

\* En cuanto a las pruebas o exámenes, estos podrán ser sencillos, en forma escrita y de rápida contestación (cuestionario previo y cuestionario experimental), lo cual, se puede combinar con exámenes de tipo práctico en periodos trimestrales de acuerdo a las prácticas vistas y de forma sorteada entre los equipos de trabajo.

El cuestionario previo se aplica con el fin de evaluar la preparación previa del alumno para la sesión de práctica. En base a los resultados de este se desarrollarán los conceptos involucrados en dicha práctica a través de la asesoría del profesor, lo cual, no significa que este ayude o haga el trabajo del alumno. Algunos aspectos generales que se cubrirán en este cuestionario son:

- Bases teóricas del experimento a realizar.
- Puntos críticos de las técnicas a manejar
- Variables principales en distintas fases del experimento.
- De las variables principales involucradas, cuáles se van a registrar o a calcular y cómo.

-Aspectos de seguridad personal y del equipo o aparato a utilizar.

El cuestionario experimental se formula a partir de lo visto durante la práctica de modo que las preguntas son hechas de acuerdo al criterio del profesor.

Los reportes en general deberán presentar:

-El objetivo.

-Los datos que se dan en el protocolo.

-Los datos obtenidos y los resultados que contestan las interrogantes planteadas.

-Observaciones a partir de la relación entre aspectos teóricos y experimentales.

-Sugerencias técnicas o metodológicas para realizar prácticas alternas o solución de los problemas experimentales con modificaciones a los métodos propuestos respectivamente.

-Bibliografía.

-Anexar gráficos y memorias de cálculo indicando en estas últimas la secuencia de dichos cálculos.

## **CAPITULO 4: EJEMPLOS DE DE PRACTICAS DE ACUERDO A CADA ESTILO**

A continuación, se presentan los formatos tipo para cada estilo de práctica, los cuales se dividen en: formato 1, para manejo del profesor y formato 2 para el manejo del alumno, es decir, lo que es el protocolo en sí.

Se proponen inicialmente tres prácticas, una para cada estilo, las cuales son: "Destilación simple de bebidas alcohólicas"(como práctica de prueba), "Cromatografía en columna" ,"Transferencia de calor a régimen transitorio" y "Obtención de Ciclohexeno".

#### **4.1 FORMATO 1.**

#### **DESTILACION SIMPLE DE PRACTICA 2 SEM 3 ESTILO 1 BEBIDAS ALCOHOLICAS**

##### **OBJETIVOS:**

1. El alumno demostrará conocimiento de un proceso de purificación de una mezcla de líquidos volátiles.
2. El alumno aplicará el concepto de punto de ebullición para llevar a cabo la destilación simple.
3. El alumno demostrará entendimiento acerca de la influencia de las variables involucradas en dicha práctica.
4. El alumno demostrará conocimiento de los riesgos de los materiales y sustancias utilizados, así como de las medidas de seguridad respectivas.

##### **INDICADORES:**

1. El alumno llevará a cabo una destilación simple utilizando una bebida alcohólica
2. El alumno identifica a través de las lecturas de temperatura la relación entre los puntos de ebullición de las sustancias
3. El alumno explica con sus propias palabras la influencia de las variables involucradas en la práctica.
4. El alumno identificará y mencionará los riesgos posibles en la práctica, tomando las medidas de seguridad respectivas.

##### **ACTIVIDADES:**

El alumno montará y desmontará el equipo con asesoría del profesor.  
El alumno verifica cuáles son las variables que influyen en el experimento.  
El alumno se organiza para trabajar en equipo a partir de un tiempo dado para montar el equipo; o en la manera para trabajar durante el desarrollo de la práctica.  
El alumno relaciona los conceptos teóricos con lo visto en la práctica.  
El alumno conoce las medidas de seguridad y las lleva a cabo a partir de la identificación de los posibles riesgos en la práctica.

## **PRUEBAS:**

### **CUESTIONARIO PREVIO.**

1. ¿Qué es y cuántos tipos de destilación existen?
2. ¿Qué es un azeótropo?
3. ¿Con qué variables vas a trabajar en tu destilación?
4. ¿Qué usos o aplicaciones tiene la destilación?
5. ¿Qué precauciones debes tomar en la realización de la práctica?

### **CUESTIONARIO EXPERIMENTAL.**

Este cuestionario se plantea al final de la práctica, en relación a los objetivos de la práctica misma, así como los aspectos de mayor atención que se manejen o surjan en el transcurso de dicha práctica.

**BIBLIOGRAFIA: (2), (14)**



#### 4.2 FORMATO 2:

#### DESTILACION SIMPLE DE PRACTICA 2 SEM 3 ESTILO 1 BEBIDAS ALCOHOLICAS

##### OBJETIVOS:

1. El alumno conocerá un proceso de purificación de una mezcla de líquidos volátiles.
2. El alumno aplicará el concepto de punto de ebullición para llevar a cabo la destilación simple.
3. El alumno comprenderá la influencia de las variables involucradas en dicha práctica.
4. El alumno conocerá los riesgos posibles de los materiales y sustancias utilizados en la práctica, así como las medidas de seguridad respectivas que se deben llevar a cabo.

##### MATERIAL:

Matraz de bola	1
Refrigerante	1
Soporte	2
Vaso de precipitados de 150 ml	1
Termómetro de -10 a 400 °C	1
Lana de vidrio	1
Recipiente baño de glicerina	1
Perlas de vidrio	1
Columna rectificadora	1
Probeta	1
Anillo de hierro	1

##### REACTIVOS:

Glicerina
Bebida alcohólica (traída por alumno)

##### METODO:

Ver anexo 2.

##### SEGURIDAD:

Se deben utilizar guantes y lentes de seguridad debido al manejo de la lana de vidrio principalmente.

##### BIBLIOGRAFIA: (2), (14)

### 4.3 FORMATO 1.

#### CROMATOGRAFIA EN COLUMNA. PRACTICA 2 SEMESTRE 7 ESTILO 1.

##### OBJETIVOS:

1. El alumno demostrará conocimiento de la técnica de cromatografía en columna, así como de las variables principales involucradas en dicha técnica.
2. El alumno demostrará entendimiento de las relaciones que guardan dichas variables.
3. El alumno demostrará entendimiento de los conceptos de: eluente (o eluyente), soporte, fase móvil y estacionaria, cromatografía, Rf.
4. El alumno demostrará entendimiento de las propiedades fisicoquímicas de las sustancias relacionadas con esta práctica, así como del manejo y utilidad de dichas propiedades.

##### INDICADORES:

1. El alumno realiza una separación cromatográfica de una muestra dada utilizando la técnica de cromatografía en columna.
2. El alumno explicará con sus propias palabras la influencia de las variables principales en la técnica a partir de lo visto en forma práctica.
3. El alumno explicará por escrito los conceptos de eluyente, soporte, fase estacionaria y móvil, cromatografía, etc.
4. El alumno explicará por escrito cuáles son las propiedades fisicoquímicas de las sustancias relacionadas con la cromatografía y cómo se manejan, a partir de lo visto en la práctica.

##### ACTIVIDADES:

El alumno monta y desmonta el equipo.

El alumno explica la secuencia de pasos de la práctica.

El alumno se organiza para trabajar en equipo a partir de un tiempo fijo para montar el equipo.

El alumno conoce la relación y diferencias en cuanto a aplicación entre la cromatografía en placa y columna.

El alumno, relaciona y visualiza los conceptos teóricos de adsorción, cromatografía, etc. con lo que hace en la práctica.

El alumno verifica y después explica cuáles son las variables y las propiedades fisicoquímicas de las sustancias relacionadas con la técnica; su influencia en dicha técnica y cómo es tal influencia.

El alumno conoce y toma las medidas de seguridad pertinentes en el seguimiento de la práctica: uso de beta.

##### PRUEBAS:

##### CUESTIONARIO PREVIO.

1. ¿Qué es y en qué principios se basa la cromatografía en columna?

2. ¿Qué es el soporte, fase móvil y fase estacionaria?

3. De la siguiente lista de sustancias, ordénalas de mayor a menor en cuanto a polaridad: etanol, acetato de etilo, metanol, benceno, hexano, ciclohexano, agua, cloroformo.

4. ¿Cómo se define el Rf?

#### **CUESTIONARIO EXPERIMENTAL.**

Este cuestionario se plantea al final de la práctica, en relación a los objetivos de esta misma, así como los aspectos de mayor atención que se manejen o surjan en el transcurso de dicha práctica.

**BIBLIOGRAFIA: (33), (12), (1)**

#### 4.4 FORMATO 2.

CROMATOGRAFIA EN PRACTICA 2 SEMESTRE 7  
COLUMNA.

#### OBJETIVOS:

El alumno demostrará conocimiento de la técnica de cromatografía en columna y de las variables que afectan en práctica.

El alumno demostrará comprensión de como afectan tales variables en la práctica y de los conceptos de cromatografía, elución, eluente y adsorción, fases, etc.

#### MATERIAL:

Columna de vidrio  
Soporte universal  
Pinzas para la columna  
Matraz Erlenmeyer 150 ml  
Algodón  
Agitador

#### SUSTANCIAS:

Sílica-gel  
Almidón  
Petalos de Bugambilia u  
Hojas verdes  
Etanol  
Benceno

#### METODO:

Ver anexo 3.

#### SEGURIDAD:

uso de bata.

**BILBLOGRAFIA: (33), (12), (1)**

#### 4.5. FORMATO 1.

### TRANSFERENCIA DE CALOR A RÉGIMEN TRANSITORIO PRACTICA 2 SEM 7 ESTILO 3

#### OBJETIVOS.

1. El alumno demuestra entendimiento y habilidad para obtener los valores de la conductividad  $k$  y el coeficiente de transferencia de película  $h$  en forma experimental en un cuerpo geométrico y su medio respectivamente.
2. El alumno demuestra entendimiento de las relaciones entre las variables que intervienen en la transferencia de calor a régimen transitorio.

#### INDICADORES.

1. El alumno plantea y lleva a cabo un método para obtener experimentalmente los valores de  $k$  y  $h$  de un cuerpo geométrico y del medio (aceite) que lo contiene respectivamente, aplicando los conocimientos de transferencia de calor a régimen transitorio y por convección.
2. El alumno analiza la funcionalidad de las variables principales involucradas ( $T, A, V, x, h, k, Bi, Fo$ ), lo cual representa en forma analítica o gráfica a partir de los datos y resultados obtenidos por el mismo.

#### ACTIVIDADES.

El alumno ve en "avance", el trabajo que se pretende llevar a cabo.

El alumno explica con sus propias palabras por escrito (y después discute) los conceptos de régimen transitorio, No. Fourier, No Biot y las aplicaciones de estos últimos.

El alumno identifica las variables principales que se manejan en la práctica, así como aquellas que se pueden considerar constantes (suposiciones iniciales).

El alumno establece como va a utilizar sus conocimientos de las ecuaciones de transferencia de calor para poder aplicarlas en el trabajo experimental.

El alumno conoce el equipo: sus partes, arranque, funcionamiento y medidas de seguridad.

El alumno propone un método para determinar sin ayuda del profesor, los coeficientes requeridos:

a) Explica qué se va a hacer y qué pasos se van a seguir.

b) Qué suposiciones y condiciones se harán en cuanto a la aplicación de las fórmulas (genera hoja de datos).

El alumno se organiza en equipo para realizar el trabajo.

El alumno realiza el trabajo experimental sin la asesoría directa del profesor.

El alumno se enfrenta a una situación en la que pone en juego su sentido de responsabilidad, su creatividad, organización, etc.

**PRUEBAS.**

**a) CUESTIONARIO PREVIO.**

1. Concepto de transferencia de calor a régimen transitorio (escriba ec. de balance).
2. ¿Cuál es la ecuación de transferencia de calor por convección?
3. ¿Qué son los factores  $h$  y  $k$ ; de qué factores dependen?
4. Defina matemáticamente los números de Biot y Fourier; qué utilidad tienen?
5. ¿Qué precauciones en cuanto seguridad se deben de tener en esta práctica?

**b) CUESTIONARIO EXPERIMENTAL.**

Este cuestionario se genera en base a los objetivos y los aspectos de atención que surjan en el transcurso de la práctica.

**BIBLIOGRAFIA: (10), (9)**

#### **4.6. FORMATO 2.**

#### **TRANSFERENCIA DE CALOR A REGIMEN TRANSITORIO PRACTICA 2 SEM 7 ESTILO 3**

##### **OBJETIVOS.**

1. El alumno obtiene respectivamente los valores de  $k$  y  $h$  en un cuerpo geométrico y su medio (aceite), a través de un método propuesto por él mismo.
2. El alumno analiza la funcionalidad de las variables principales a partir de los datos generados en la práctica.

##### **MATERIAL**

- 1 cuerpo geométrico
- aceite como medio
- equipo de transferencia (ver diagrama anexo)
- cronómetro
- termómetro

##### **PROCEDIMIENTO.**

Se requiere determinar los valores de  $h$  y  $k$  experimentalmente. Plantea el método para determinar tales valores a partir de los conceptos teóricos de transferencia de calor a régimen transitorio y por convección. Reporta de la siguiente manera:

- a) Objetivo.
- b) Desarrolla los planteamientos matemáticos para determinar los valores de  $h$  y  $k$ ; menciona qué suposiciones es necesario establecer; por ejemplo: datos iniciales, si se trabaja enfriamiento o calentamiento, sistema de unidades, etc.
- c) Plantea los pasos en general que vas a seguir para alcanzar tu objetivo.
- d) Elabora un cuadro sencillo con los datos iniciales, así como las suposiciones que fueron necesarias de establecer.
- e) Datos obtenidos, cálculos y resultados.
- f) Observaciones en cuanto a los resultados.
- g) Bibliografía: autor; título; cap.; págs; edit; año; país.
- h) Sugerencias técnicas en cuanto a la práctica.

##### **BIBLIOGRAFIA: (10), (9)**

#### 4.7. FORMATO 1

OBTENCION DE  
CICLOHEXENO

PRACTICA 7 SEM 3 ESTILO 2

#### OBJETIVOS.

1. El alumno demostrará conocimiento y entendimiento de la técnica para obtener ciclohexeno, así como de las técnicas básicas de identificación.
2. El alumno demostrará entendimiento acerca de la ubicación e importancia de:
  - a) las técnicas vistas en esta práctica dentro del tema de alquenos en química orgánica.
  - b) El trabajo en laboratorio dentro las actividades del Ingeniero Químico en la práctica profesional.

#### INDICADORES.

1. El alumno llevará a cabo la obtención de ciclohexeno, aplicando los conceptos teóricos relacionados con la obtención de alquenos: en cuanto al tipo de específico de obtención, los pasos, identificación y control de las variables involucradas, se verificará además el producto a través de las pruebas señaladas.
2. El alumno explica la utilidad e importancia tanto de la técnica dentro del tema de los alquenos, como el trabajo de laboratorio dentro las actividades del Ingeniero Químico en la práctica profesional.

#### ACTIVIDADES.

El alumno monta el equipo.

El alumno interpreta la secuencia de pasos como operaciones unitarias.

El alumno identifica las variables principales y las relaciona con la secuencia de pasos de la práctica en cuanto a influencia y control.

El alumno identifica y relaciona los conceptos teóricos de la obtención de alquenos con la secuencia de pasos de la práctica.

El alumno explica la forma de identificar el producto y calcular su rendimiento.

El alumno se organiza para trabajar en equipo.

El alumno toma las medidas de seguridad pertinentes.

El alumno observa e identifica la importancia y utilidad de la técnica dentro del tema alquenos, así como el trabajo de laboratorio dentro las actividades del Ingeniero Químico.

Los alumnos explican con sus propias palabras aspectos relacionados con la práctica y se califican entre ellos para la obtención inmediata de resultados.

El alumno aporta sugerencias de cambios técnicos, de enfoque, etc. en relación a la práctica.

#### PRUEBAS.

- a) Cuestionario previo:



1. Cita las características de los productos y los reactivos.
  2. ¿Cómo se puede identificar el compuesto final sin utilizar las técnicas del protocolo?
  3. Dada la reversibilidad de la reacción; ¿qué se hace para evitar el desplazamiento hacia los reactivos?
  5. ¿Qué riesgos puede haber en la práctica y qué precauciones se deben tener?
- b) Cuestionario experimental:
1. ¿En qué etapa del proceso la variable a controlar es el pH y en qué rango se debe mantener?
  2. En la etapa de decantación ¿cómo se identifican las fases orgánica y acuosa?
  3. ¿Cuántos pasos en general tiene la técnica; cuáles son y cuál es la variable principal a controlar en cada uno de los pasos?
  4. ¿Para qué se seca el producto?
  5. ¿Cómo se calcula el rendimiento y cuál es su valor?
  6. ¿En qué se diferencian las técnicas de destilación vistas con anterioridad y las vistas en esta práctica y por qué?
  7. Explique la manera de eliminar los desechos contaminando lo menos posible (sugerencias).
  8. ¿Cuál es la importancia y utilidad de esta práctica de laboratorio dentro de la Química Orgánica y dentro de las actividades del IQ, etc.?

**BIBLIOGRAFIA: (17), (2)**

#### 4.8. FORMATO 2.

OBTENCION DE PRACTICA 7 SEM 3 ESTILO 2  
CICLOHEXENO

#### OBJETIVOS.

1. El alumno conocerá y entenderá la técnica de obtención de ciclohexeno y su comprobación.
2. El alumno ubica la utilidad e importancia de la técnica dentro del tema de alquenos, así como la utilidad e importancia del trabajo en laboratorio dentro las actividades del Ingeniero Químico.

#### MATERIAL:

Matraz de destilación  
Refrigerante  
Columna de rectificación  
Recipiente p/baño de lugol  
Termómetro  
Perlas de vidrio  
Embudo de separación  
Tubos de ensaye  
Probeta.

#### REACTIVOS.

1	Ciclohexanol	20 ml
1	ac. fosfórico 85%	5 ml
1	sol. sat. NaCl	50 ml
1	sulfato de sodio anh.	1 g
1	sol. de Br/CCl <sub>4</sub> 1%	10 ml
	sol.de KMnO <sub>4</sub>	10 ml
	sol. de NaHCO <sub>3</sub> 5%	10 ml

#### METODO.

Ver anexo 5.

#### SEGURIDAD.

- Uso de bata, guantes, lentes.
- Tener cuidado con los materiales calientes y la lana de vidrio.

**BILBIOGRAFIA: (17), (2)**

## **CAPITULO 5: RESULTADOS Y OBSERVACIONES.**

### **5.1. TRATAMIENTO EXPERIMENTAL.**

En el tratamiento de los datos experimentales es necesario tener en cuenta los siguientes principios con el fin de que los resultados sean válidos y confiables:

1.- La definición de la variable independiente ha de ser lo más clara posible.

Debe especificarse qué se va a medir y cómo se va a realizar la medición del aspecto o variable en cuestión. En estricto sentido debe tenerse presente que la relación entre la variable independiente y la dependiente o respuesta no siempre se da de manera directa.

2.- Se deben controlar al máximo los posibles efectos de las variables extrañas.

Este control se puede lograr, confeccionando grupos lo más homogéneo posible, haciendo distribuciones aleatorias y procurando muestras grandes de modo que se garantice la **igualdad** antes de iniciar las pruebas.

3.- Se deben minimizar en lo posible las fuentes de error.

Las fuentes de error son las influencias ejercidas por variables extrañas, no identificadas o no previstas en el experimento sobre la variable dependiente. Su disminución se puede lograr:

a) controlando el mayor número posible de variables extrañas

b) aumentando el número de sujetos en el experimento, ya que así se compensan y suavizan las características individuales y sociales que son las principales fuentes de error.

Otras fuentes de error son el desempeño del investigador y colaboradores así como la aplicación de instrumentos de medición o adecuados.

A continuación se presentan las variables extrañas más típicas:

- a) Historia.
- b) Maduración.
- c) Influjos de la aplicación de pruebas.
- d) Instrumentación.
- e) Desviación en el proceso de selección.
- f) Mortandad experimental.
- g) Interacción selección maduración.

Estas variables extrañas afectan la validez interna del experimento, entendiéndose por tal, la evidencia suficiente para afirmar que es el tratamiento experimental y no otros factores lo que ha producido los efectos en la variable dependiente.

Veamos más detenidamente como afectan las variables enlistadas arriba:

- a) **HISTORIA.**- Dependiendo del tiempo que dure el experimento se pueden presentar acontecimientos imprevistos externos que afectan los resultados.
- b) **MADURACION.**- Se refiere a las modificaciones internas producidas en los sujetos de modo que puedan tener influencia en los resultados del experimento, especialmente cuando este se prolonga lo suficiente como para que los sujetos pasen de un estadio a otro en forma inevitable: cansancio, hambre, angustia, sed, etc.
- c) **INFLUJO DE LA APLICACION DE PRUEBAS.**- El simple hecho de aplicar una prueba desvía su atención hacia su contenido, lo cual, se traduce en un aprendizaje adicional. Es

por esto que en una segunda aplicación de una prueba supone generalmente una mejora.

d) INSTRUMENTACION.- Todo instrumento de medida en el campo de las ciencias humanas lleva implícito un margen de error, ya que no es posible realizar una aplicación y medición totalmente objetivas. De hecho la misma lectura de los datos se presta a matizaciones subjetivas por parte del investigador.

e) DESVIACION EN EL PROCESO DE SELECCION.- A menos que se utilice plena aleatoriedad, las diferencias existentes entre los grupos puede ser el origen de las diferencias en la variable dependiente.

f) MORTANDAD EXPERIMENTAL.- El hecho de algunos sujetos deserten de los grupos en que participan en el experimento trae consecuencias equivalentes a una desviación o desigualdad en la selección de los sujetos.

h) INTERACCION SELECCION-MADURACION.- Cualquier defecto en la selección de los sujetos interactúa con las restantes variables ocasionando perdida de validez. (26)

## 5.2. CALCULOS DE VALIDACION.

En el reporte de resultados del presente trabajo, se utilizan las pruebas de comparación de varianzas y medias con el fin de validar los resultados obtenidos.

La comparación de medias para grupos independientes, se realiza de forma tipificada de acuerdo a la expresión:

$$t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{Sp \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad \text{la cual se compara con } t(\alpha, gl)$$

donde  $gl = (n_1 - 1) + (n_2 - 1)$

$$\text{donde } Sp^2 = \frac{(n_1 - 1) s_1^2 + (n_2 - 1) s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

La prueba estadística consiste en considerar la igualdad entre las medias como hipótesis nula ( $H_0$ ) y la desigualdad como hipótesis alternativa ( $H$ ). Siempre que  $t > t$  de tablas, la hipótesis nula se rechaza.

Para que la prueba de medias sea válida, a su vez tendrá como condiciones que las varianzas de las muestras sea equivalente, también se debe cumplir que las muestras tengan un comportamiento normal, lo cual, tratándose de variables psicológicas y sociales, se da por supuesto.

Para hacer la comparación de varianzas se realiza la prueba de Snedecor:

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} \quad \text{donde } s_1^2 \text{ es la varianza mayor y } s_2^2 \text{ la menor.}$$

El valor calculado de  $F$  se compara con el de tablas, entrando con  $(\alpha, g | 1 - 1, g | 2 - 1)$ .

La prueba de equivalencia se realiza de la siguiente manera: si al comparar  $F_{cal} \leq F_{tab}$  entonces existe equivalencia, pero si  $F_{cal} > F_{tab}$  no existe equivalencia (31), (15).

En el caso en el que se comparen más de dos muestras, los análisis de varianzas y medias específicos se expondrán en el momento.

### **5.3. REPORTE DE EVALUACION DE RESULTADOS PARA LA PRACTICA DE DESTILACION SIMPLE.**

Esta práctica se realizó a modo de ensayo, con la finalidad de detectar fallas no previstas en el plan original, de esta manera los límites de aplicación estarán mejor definidos.

#### **5.3.1. VARIABLES EXTRAÑAS INVOLUCRADAS EN LA MEDICION.**

A continuación se muestran las variables que influyeron en el desarrollo de la práctica de manera imprevista:

a) DE HISTORIA:

-La sección que se desempeño convencionalmente, así como la de prueba trabajaron en el mismo laboratorio.

b) DE INSTRUMENTACION:

-Las calificaciones de los cuestionarios experimentales se hicieron sin especificar un patrón tipo de respuestas correctas.

c) DE DESVIACION EN EL PROCESO DE SELECCION.

-Las proporciones de hombres y mujeres respecto a la población en la confección de las muestras no pudo ser respetada debido a que se prefirió la selección aleatoria por equipos de trabajo.

## **5.3.2. CALIFICACIONES.**

### **5.3.2.1. Cuestionario previo.**

Este cuestionario se aplicó con la finalidad de ver el grado de preparación en los alumnos anterior a la práctica. El cuestionario fue contestado por un total de 15 estudiantes, organizados en 4 equipos en lo que corresponde a la sección de prueba. Los resultados fueron los siguientes:

El promedio de las calificaciones fue de 63.33, las calificaciones más bajas fueron de 50 (3 alumnos), mientras que las calificaciones más altas fueron de 75 (6 alumnos). Cabe señalar que ningún alumno demostró comprensión del concepto de "azeótropo".

### **5.3.2.2. Cuestionario experimental.**

Al final de la realización de la práctica, se aplicó el cuestionario experimental. Las preguntas de este cuestionario que se muestra a continuación, se formularon en base a lo visto y hecho durante la práctica por el alumno:

1. ¿Qué se entiende por destilación?
2. ¿Qué se va recibiendo en el destilado?
3. ¿Qué puede hacer variar la temperatura del destilado?
4. ¿Para qué se usan lentes y guantes?
5. ¿Para qué sirve la lana de vidrio?
6. ¿Por qué no se mide la temperatura directamente en el matraz?

Los resultados del cuestionario experimental se muestran a continuación; los primeros 17 alumnos pertenecen a la sección



que trabajó de manera convencional, los restantes 15 pertenecen a la sección de prueba:

Primera Sección:

Nombre: Calificación:

Alumno 1 83

Alumno 2 42

Alumno 3 58

Alumno 4 75

Alumno 5 83

Alumno 6 58

Alumno 7 92

Alumno 8 67

Alumno 9 100

Alumno 10 83

Alumno 11 83

Alumno 12 67

Alumno 13 83

Alumno 14 100

Alumno 16 92

Alumno 16 100

Alumno 17 100

Promedio = 80.35

Moda = 83 (5 veces)

Más alta = 100 (4 veces)

Más baja = 42 (1 vez)

Desv. std. = 17.15

Varianza = 294.12

% reprobados = 17.65

Segunda Sección:

Nombre:	Calificación:
Alumno 1	83
Alumno 2	100
Alumno 3	67
Alumno 4	58
Alumno 5	67
Alumno 6	75
Alumno 7	42
Alumno 8	67
Alumno 9	83
Alumno 10	42
Alumno 11	58
Alumno 12	83
Alumno 13	75
Alumno 14	50
Alumno 15	75

Promedio = 68.33

Moda = 83,75,67 (3veces)

Más alta = 100 (1 vez)

Más baja = 42 (2 veces)

Desv. std. = 16.308

Varianza = 265.95

% reprobados = 33.33%

### 5.3.2.3. Pruebas estadísticas.

a) Prueba de varianzas.  $H_0: s_1 = s_2$   $H: s_1 \neq s_2$

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} = \frac{294.12}{265.95} = 1.1059 \text{ vs } F_{tab} = 2.923 (16, 14, \alpha = 5\%)$$

Por tanto las varianzas se consideran equivalentes.

b) Prueba de medias.  $H_0: x_1 = x_2$   $H: \bar{x}_1 \neq \bar{x}_2$

$$Sp^2 = \frac{16 * 294.12 + 14 * 265.95}{17 + 15 - 2} = 280.97$$

$$t_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \frac{|80.35 - 68.33|}{16.76 \left[ \frac{1}{17} + \frac{1}{15} \right]^{1/2}} = 2.024 \text{ vs } t(\alpha, gl) = 2.042$$

Como la hipótesis nula no se rechaza entonces se puede decir que las medias no presentan diferencias significativas.

### 5.3.3. OBSERVACIONES.

1. Se observó en la sección de prueba un alto grado de interés por parte del alumno en entender e interpretar lo que pasaba experimentalmente. Esto gracias a que el maestro mismo mostró interés en el alumno, es decir, cuestionándolo, aclarando sus dudas y ayudándolos a descubrir las cosas por ellos mismos.

2. De igual manera, el mantenerlos ocupados con diversas actividades donde llegan a utilizar todos sus sentidos, los involucró más en el desarrollo de la práctica.

3. Se observó también que el alumno de por sí es inquisitivo, pero de la misma manera como este se puede desmotivar al ver que el profesor no lo asesora ni se interesa en lo que hace,

también se involucra más cuando el profesor lo estimula a descubrir, a analizar e interpretar todo lo relacionado con la práctica.

4. Todos los alumnos de la sección de prueba llevaron a cabo las medidas de seguridad pertinentes, mientras que en la otra sección no todos tomaban en serio dichas medidas, lo cuál, repercutió en pequeñas heridas en uno de los alumnos de esa sección.

5. Por último, el profesor de la otra sección, al ver el desempeño de los alumnos de la sección de prueba, incrementó su actividad en cuanto a explicaciones, medidas de seguridad y asesoría en general durante el transcurso de la práctica.

6. En cuanto a las calificaciones, se puede observar claramente que en general, el rendimiento de la sección que trabajó de manera convencional obtuvo mejores resultados que la sección de prueba, lo cual se debió al error en la respuesta de las preguntas: "¿ qué hace variar la temperatura del destilado? y ¿para qué se utiliza la lana de vidrio? Sin embargo, el error era similar en las respuestas de los estudiantes. Esto se puede atribuir a fallas en la asesoría del profesor en cuestión. Nótese la importancia en cuanto a la asesoría del profesor.

7. La evaluación de los cuestionarios experimentales no es posible hacerse en el mismo laboratorio al final de la práctica, debido a que se necesita tiempo para juzgar el criterio y conocimientos de cada alumno, lo cual, es difícil si un solo profesor tiene que verselas con grupos tan grandes alumnos tratándose de materias de laboratorio.

8. Es difícil trabajar sin dividir apropiadamente a las secciones, ya que los alumnos empiezan a interactuar entre las secciones e incluso con los maestros mismos.

### **5.3.4. CONCLUSIONES.**

1. La participación del profesor debe darse hasta el final de la práctica misma, es decir, hasta que los alumnos desmontan el equipo, ya que pueden ocurrir incidentes o alguna situación imprevista que solo el profesor puede manejar adecuadamente.

2. El trabajar en forma segura, obliga en cierta manera a trabajar mejor. Esto también fomenta un cambio de actitud en el alumno. El indicador de esto fue el hecho de que los alumnos cuestionaran acerca de las medidas de seguridad, se interesaron en estas e incluso verificaron su importancia, lo cual, implica un cambio de actitud hasta el nivel de valoración.

3. Para llegar a mayores niveles en cuanto al aprendizaje de actitudes positivas, es necesario reforzar lo adquirido, es decir, insistiendo en subsecuentes prácticas acerca de los aspectos de seguridad, creatividad, etc., que curricularmente se consideren importantes.

4. Esta primera evaluación en cuanto a la aplicación de los principios metodológicos propuestos en esta tesis, se hizo con la finalidad de detectar posibles fallas que no es posible visualizar desde su planteamiento en el papel. A su vez esto se hace para corregir a tiempo esas posibles fallas y así llevar a cabo la aplicación de los principios de manera más eficiente.

## **5.4. REPORTE DE EVALUACION DE RESULTADOS PARA LA PRACTICA DE CROMATOGRAFIA EN COLUMNA.**

### **5.4.1. VARIABLES EXTRAÑAS INVOLUCRADAS EN LA MEDICION.**

A continuación se muestran las variables no previstas durante la corrida de validación de la práctica, las cuales, han sido consideradas en cuanto al obstáculo que representan durante la realización de la corrida. En todo caso el efecto de estas variables acentuó en cierta forma el malestar de los alumnos hacia aquellos aspectos de laboratorio que no se dan de manera satisfactoria:

#### **a) DE HISTORIA:**

-Disfunción del sistema de vacío en el momento requerido.

-Falta de material y sustancias.

-Falta de espacio para trabajar con comodidad.

-No poder dividir al grupo en laboratorios separados para su estudio.

-Se trabajó con dos maestros del lado de prueba del método por uno del lado donde se trabajó convencionalmente.

#### **b) DE MORTANDAD EXPERIMENTAL:**

-No todos los alumnos que iniciaron la práctica contestaron el cuestionario experimental (para las dos secciones). Esto fue debido a las actividades del Consejo de alumnos en la semana de Química.

### **C) DE DESVIACION EN EL PROCESO DE SELECCION:**

-Las proporciones de hombres y mujeres respecto a la población en la confección de las muestras no pudo ser respetada debido a que se prefirió la selección aleatoria por equipos de trabajo.

#### **5.4.2. CALIFICACIONES.**

##### **5.4.2.1. Cuestionario previo.**

Este cuestionario se aplicó en poco más de 10 min y tiene la finalidad de ver cuál es el nivel general de preparación del alumno para así saber de donde se va a partir.

Se inició la clase con un total de 12 alumnos en la sección de prueba de los cuales, solo dos contestaron bien 3 de 4 preguntas hechas en relación a la práctica, los demás solo contestaron una pregunta bien: la de definición de cromatografía o la de conceptos como fase móvil, estacionaria, etc. Ninguno pudo ordenar de manera correcta la lista de solventes en cuanto a polaridad. De hecho el promedio fue reprobatorio.

##### **5.4.2.2. Cuestionario experimental.**

Las preguntas hechas en el cuestionario experimental fueron elaboradas en función de lo visto en la práctica y de los objetivos planteados para esta:

1. ¿Qué componentes salen primero en la parte inferior de la columna: los polares o no polares y por qué?
2. ¿Qué pasa si elevo la polaridad del eluyente?
3. ¿Cómo influye la velocidad de elución en la resolución?
4. ¿Cómo influye el tamaño de partícula en la elución?

5. ¿Qué relación hay entre una placa y una columna que son corridas con una muestra que contiene una mezcla de componentes en cuanto al orden desplazamiento de cada fracción?

Resultados del cuestionario experimental para cada sección:

Los primeros 14 alumnos pertenecen a la sección que desarrolló la práctica de manera convencional, los 9 restantes pertenecen al grupo de estudio:

Primera Sección:

Nombre:                      Calificación:

Alumno 1                      25

Alumno 2                      75

Alumno 3                      75

Alumno 4                      50

Alumno 5                      58

Alumno 6                      58

Alumno 7                      50

Alumno 8                      50

Alumno 9                      25

Alumno 10                      83

Alumno 11                      50

Alumno 12                      42

Alumno 13                      75

Alumno 14                      58

Promedio = 55.3
Moda = 50 (4 veces)
Más alta = 83 (1 vez)
Más baja = 25 (2 veces)
Desv. std. = 17.713
Varianza = 313.76
% reprobados = 64.4%





Por tanto las varianzas son equivalentes.

b) Prueba de medias.  $H_0: x_1 = x_2$   $H_1: x_1 \neq x_2$

Prueba: si  $t_{cal} \leq t_{tab}$   $H_0$  no se rechaza.

$$Sp^2 = \frac{13 * 313.73 + 8 * 257.36}{14 + 9 - 2} = 292.275$$

$$t\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = \frac{|55.3 - 71.1|}{17.1 \sqrt{\frac{1}{14} + \frac{1}{9}}} = 2.1631$$

vs  $t(\alpha = 5\%, gl = 21) = 2.08$

Como la hipótesis nula se rechaza por tanto ambas medias se consideran realmente distintas, es decir, no se puede afirmar que el rendimiento de ambos grupos sea similar.

#### 5.4.3. OBSERVACIONES.

1. La atención casi por equipo que se dio en la sección de prueba repercutió en un mayor interés por parte de los alumnos, ya que no abandonaron la práctica y llegaron a la obtención de las fracciones dadas.

2. De la misma manera, el hecho de realizar diversas actividades, los involucró más en el desarrollo de la práctica misma.

3. Las tres columnas de esta sección corrieron bien debido a la correcta asesoría de los profesores y al buen trabajo de los mismos alumnos.

4. Las otras columnas no corrieron en forma adecuada debido a la falta de cuidado de los alumnos, a la pobre asesoría del profesor, así como a su falta de conocimiento de la técnica.

5. La asesoría deficiente por parte del profesor de la sección que trabajó de manera convencional, se debió a que tenía un mayor número de alumnos y a salidas del laboratorio que tuvo que hacer para resolver asuntos administrativos.

6. En la sección de prueba no influyó mucho el número de alumnos por equipo, ya que todos participaban de manera activa con el profesor al relacionar teoría con práctica.

7. De esta manera, el equipo que trabajó con solo dos elementos lo hizo casi al parejo de los que trabajaron con cinco o seis elementos.

8. Es difícil trabajar sin dividir apropiadamente a las secciones, ya que los alumnos empiezan a interactuar entre las secciones e incluso con los maestros mismos.

#### **5.4.4. SUGERENCIAS.**

1. Al final de la práctica los maestros y alumnos aportaron algunas sugerencias en relación a la práctica misma y otros aspectos relacionados lo cual repercutió en una ubicación más adecuada dentro del tema:

2. Tener más maestros por laboratorio de modo que la atención a los alumnos pueda ser más eficiente.

3. Correr los dos tipos de columnas vistas por cada equipo, con la finalidad de apreciar la diferencia en operación.

4. Correr la práctica desde el análisis de placa para la selección del diluyente adecuado, con el fin de tener una visión más amplia en cuanto a este tipo de análisis.

#### **5.4.5. CONCLUSIONES.**

1. Al involucrar al alumno en un mayor número de actividades, este se organiza mejor y se interesa más en realizar

su trabajo, ya que a su vez comprende y se ubica con un enfoque más amplio acerca de las relaciones entre los aspectos teóricos y prácticos.

2. Cuando el alumno está conociendo apenas una técnica o proceso tiene muchas dudas, las cuales, si son despejadas por ellos mismos bajo la guía del profesor, se motivan. Si ellos sienten el interés del profesor, ellos a su vez se interesan. En este punto su actitud a su vez está cambiando hasta un nivel de valoración.

3. Un aspecto más importante que el exceso de alumnos por equipo es el hecho de tener más de 20 alumnos en el laboratorio, ya que el maestro no puede asesorar igual a todos; tampoco el material y el espacio son suficientes.

4. El conocer la técnica más allá de lo que ve el alumno es indispensable para aclarar las dudas de estos últimos y asegurar que la práctica salga bien y con seguridad.

5. Las prácticas deberían tener más hilación o aplicar los conocimientos de manera acumulativa de modo que al final del curso se tenga un nivel de comprensión y ubicación global del tema y no impartir conocimientos aislados sin relación aparente.

6. Existen otros puntos que no entran directamente dentro del enfoque de este trabajo de tesis, sin embargo, deben tenerse en cuenta si realmente se quieren mejoras. Así pues, en el ámbito administrativo, se requiere de una mayor coordinación y esfuerzo para poder dividir a los grupos o bien, poner dos profesores por laboratorio, se requiere la adquisición de equipo más moderno, tener completos los botiquines, capacitar más a los maestros, pedir la opinión a los alumnos para implementar mejoras académicas y técnicas, organizar conferencias, etc.

7. Por último, es necesario que el alumno detecte la importancia y utilidad del trabajo de laboratorio que esta realizando, dentro de las actividades de su carrera en sí. De igual manera, es importante que el alumno sepa si está estudiando la

realidad para entenderla y representarla o si la está estudiando para resolver un problema teniendo una sustentación teórica como referencia.

Con lo anterior, el alumno podrá ubicarse en cuanto al tipo y finalidad de las actividades que realiza. Así mismo podrá orientar mejor su capacidad hacia las actividades que realice.

## **5.5. REPORTE DE EVALUACION DE RESULTADOS DE LA PRACTICA DE TRANSFERENCIA DE CALOR A REGIMEN TRANSITORIO.**

### **5.5.1. VARIABLES EXTRAÑAS INVOLUCRADAS.**

#### **a) DE HISTORIA:**

-La práctica se aplicó a 7 alumnos divididos en dos grupos: 5 en la primera fase y 2 en la segunda. Esto se debió a que solo existe un equipo de transferencia a regimen transitorio para trabajar.

-Los primeros 5 trabajaron con el profesor titular del laboratorio y los restantes con el presente autor.

-El reporte experimental de la práctica con dos alumnos tuvo que ser entregado después, debido a que no se pudo terminar por traslape de horarios entre tiempo de tesis tiempo de práctica normal.

#### **b) DE MADURACION:**

-Con los cinco primeros alumnos que se trabajó, se presentaron síntomas de cansancio y hambre por la hora a la que se tuvo que trabajar. También se detectó cierta indisposición al trabajo debido al rechazo a este laboratorio.

### 5.5.2. CALIFICACIONES.

Como se recordará, se trabajó con un número reducido de alumnos debido a que solo existía un aparato para trabajar.

Aunque los primeros cinco alumnos trabajaron de manera coordinada, reportaron por separado, las calificaciones se muestran a continuación. También lo hizo así el equipo formado por dos alumnos:

Nombre:	Calificación:
Alumno 1	80
Alumno 2	70
Alumno 3	60
Alumno 4	70
Alumno 5	60
Alumno 6	95
Alumno 7	60

### 5.5.3. OBSERVACIONES.

-Los alumnos traen fuertes vicios: desinterés, desorden, no vienen preparados, no traen bata, etc.

-Sin embargo, se observó que cuando el alumno empieza a entender lo que hace, su interés aumenta, su actitud también cambia. En este punto, la asesoría del profesor es fundamental.

-Se insistió en ambos grupos en que el alumno comprendiera que los modelos que representan la realidad, se deben adaptar a esta y no al revés. Si no se adaptan los modelos se deben buscar nuevos caminos, pero no se renuncia, ni se "cucharean datos". Comprendieron que los experimentos de laboratorio no

necesariamente deben salir como se espera, ya que la influencia de variables es diferente en cada caso, de ahí la importancia de hacer suposiciones y consideraciones previas. Parte del problema es que estos alumnos han sido condicionados por los maestros a obtener resultados prácticamente idénticos a aquellos de los autores en sus libros.

-Con el grupo de dos alumnos no se hizo identificación en diagrama de las partes del equipo y aun así aprendieron a manejarlo. (opcional)

-Aunque la comparación estadística entre los dos grupos no se realiza debido al número de elementos seleccionados, se recalcan algunos aspectos:

a) El grupo de alumnos formado por dos integrantes manejó las ecuaciones con mayor facilidad e incluso pudieron buscar otras formas para dar solución a los problemas, ya que tenían perfecta idea de lo que estaban haciendo y se sentían más estimulados a trabajar. Incluso seguían trabajando aun cuando su hora de clases normales ya había empezado.

b) Los integrantes del otro equipo solo llegaban a plantear posibles formas alternas de resolver el problema pero no trabajaron en ello, lo cual se atribuye en parte a la indisposición mencionada para trabajar. Nótese el cambio de actitud respecto al otro grupo.

#### **5.5.4. SUGERENCIAS.**

Las siguientes sugerencias técnicas y no técnicas fueron hechas por el maestro titular y los alumnos durante el desarrollo y al final de la práctica.

##### **a) Técnicas:**

-Identificación de las partes principales del equipo en diagrama.

-Establecer antes de la realización de la práctica, las suposiciones y consideraciones necesarias en hoja de datos.

-Tener tapado el equipo para evitar pérdida de calor hacia el ambiente, además de buscar la forma de adaptar el cuerpo y el termómetro de modo que no se caigan, choquen o se rompan.

b) No técnicas:

-Trabajar en el laboratorio con menos gente, ya que de cualquier forma no todos los equipos de trabajo pueden realizar la práctica si solo existe un aparato.

-Respetar en la medida de lo posible el orden de las prácticas.

-Tanto maestros como alumnos deben de ser más puntuales.

-Ubicar el trabajo de práctica dentro del contexto de la Ingeniería Química.

#### 5.5.4. CONCLUSIONES.

- Si el alumno no prepara el tema que se verá en clase, mas que el regaño, su actitud debe verse reflejada en sus calificaciones.

- Para despertar el interés del alumno, este debe sentir la seriedad del trabajo del profesor en cuanto al nivel de exigencia y en el asesoramiento. Sin embargo, no deben esperarse cambios de actitud en el alumno de la noche a la mañana. Es por esto que los resultados de esta práctica no fueron los esperados, ya que para ser exitosa, la actitud del alumno hacia el trabajo individual, de responsabilidad y creatividad personal dentro del laboratorio debe de ir cambiando, lo cual es muy importante. Estos cambios deben



reforzarse poco a poco. Peor aun cuando se traen vicios o mañas que se deben romper primero.

-Es importante que el alumno ubique el tipo de actividad a realizar como científica, metodológica o especulativa, además de que verifique la importancia y utilidad de su trabajo en laboratorio dentro de las actividades que realiza el I.Q. en la práctica profesional.

-Para poder lograr esta ubicación, se necesita que el alumno tenga en cuenta el objetivo de su trabajo, identifique la secuencia de pasos a seguir, detecte las variables principales así como su influencia, el modo como han de medirse y el dominio teórico para realizar los cálculos pertinentes para obtener respuestas a los problemas planteados. A su vez, se debe iniciar un cambio de actitud en cuanto a no copiar ni inventar datos. De esta forma el alumno detecta la importancia no solo del fenómeno estudiado en la práctica, sino de las actividades que ya realiza tal y como lo haría en el ejercicio profesional.

## **5.6. REPORTE DE EVALUACION DE LA PRACTICA DE OBTENCION DEL CICLOHEXENO.**

Esta práctica fue realizada por tres grupos de 3er semestre, los cuales son: 321 QFB, 331 de LQ y 351 de IQ.

Se trabajó con muestras de alumnos de estos grupos como se ve más adelante.

El objeto de trabajar de esta manera es el de ubicar la metodología propuesta dentro del contexto real de formas de impartir prácticas de modo que al comparar los resultados obtenidos se establezcan las ventajas y limitantes de dicha metodología. De esta manera, la metodología propuesta se prueba con la mitad del grupo de IQ, la otra mitad, así como los grupos de LQ y QFB, trabajaron de manera convencional con sus respectivos profesores.

### **5.6.1. VARIABLES EXTRAÑAS INVOLUCRADAS EN LA MEDICION.**

#### **1.- Variables en el grupo. de IQ.**

##### **a) DE HISTORIA:**

-Los profesores salieron del laboratorio antes de terminar la práctica.

-Las dos secciones trabajaron en el mismo laboratorio.

##### **b) DE MADURACION:**

-La calificación de los exámenes por los mismos alumnos no se pudo hacer, debido a falta de honestidad y cansancio en los alumnos.

##### **c) DE DESVIACION EN EL PROCESO DE SELECCION:**

-La distribución proporcional respecto a la población de hombres y mujeres en las muestras, no se hizo, puesto que se prefirió hacer selección aleatoria de los grupos de trabajo.

#### **2.- Variables en el grupo de QFB.**

##### **a) DE MADURACION:**

-El examen, por razones de tiempo fue aplicado ocho días después de la práctica.

-Este grupo no pudo ser observado totalmente en todo el tiempo de la realización de la práctica.

-La calificación de los exámenes por los mismos alumnos tampoco pudo ser llevada a cabo.

### c) DE DESVIACION EN EL PROCESO DE SELECCION:

-La distribución proporcional respecto a la población de hombres y mujeres en las muestras, no se hizo, puesto que se prefirió hacer selección aleatoria de los grupos de trabajo.

### 3.- Variables en el grupo de LQ.

#### a) DE HISTORIA:

-El examen solo pudo ser aplicado a una muestra reducida de alumnos debido a que los alumnos tenían examen de teoría intercalado con el horario de laboratorio.

-Por la misma razón, la muestra de alumnos examinados fue reducida, además

-Los alumnos no habían terminado la práctica ni a las tres cuartas partes, posponiéndose para 15 días después.

### c) DE DESVIACION EN EL PROCESO DE SELECCION:

-La distribución proporcional respecto a la población de hombres y mujeres en las muestras, no se hizo, puesto que se prefirió hacer selección aleatoria de los grupos de trabajo.

Cabe aclarar que ninguna de estas variables tuvo una repercusión considerable en el desarrollo de las actividades dadas, excepto en el caso del grupo de LQ donde una muestra más grande hubiera sido mejor.

## 5.6.2. CALIFICACIONES.

### a) Grupo 351 de IQ.

Se trabajó con un total de 32 alumnos divididos en dos subgrupos: 18 conformaban la sección de prueba y los otros 15

trabajaron de manera convencional. La práctica se aplicó el día 5 de Octubre.

#### **5.6.2.1. Cuestionario previo.**

Un total de 17 alumnos de la sección de prueba contestaron el cuestionario previo de los cuales 9 reprobaron y sólo 3 obtuvieron calificaciones entre 7 y 8\* como máximo. El promedio del grupo fue reprobatorio 5.23 con una desv. std. de 3.88, la calificación más alta fue de 8.75\* y la más baja de 1.25.

De las preguntas planteadas uno identifica la falta de preparación al no ponerle atención a los protocolos cuando los leen o a veces ni siquiera esto.

#### **5.6.2.2. Cuestionario experimental.**

Este cuestionario fue contestado por la totalidad del grupo, los primeros 15 pertenecen a la sección que trabajó de manera convencional y los 17 restantes pertenecen a la sección de prueba; las calificaciones se presentan a continuación:

**Primera Sección:**

<b>Nombre:</b>	<b>Calificación:</b>
Alumno 1	3.41
Alumno 2	3.38
Alumno 3	8.13
Alumno 4	6.13
Alumno 5	4.50
Alumno 6	4.19
Alumno 7	7.00
Alumno 8	7.00
Alumno 9	5.75
Alumno 10	7.63
Alumno 11	6.13
Alumno 12	8.81
Alumno 13	2.13
Alumno 14	5.63
Alumno 15	4.54

Promedio = 5.62

Más alta = 8.13

Más baja = 2.13

Desv. std. = 1.85

Varianza = 3.42

% reprobados = 46.67

## Segunda Sección:

Nombre:	Calificación:
Alumno 1	7.75
Alumno 2	3.78
Alumno 3	7.00
Alumno 4	7.25
Alumno 5	7.38
Alumno 6	8.44
Alumno 7	9.25
Alumno 8	5.13
Alumno 9	6.75
Alumno 10	4.50
Alumno 11	7.25
Alumno 12	6.88
Alumno 13	4.75
Alumno 14	9.13
Alumno 16	9.38
Alumno 16	8.25
Alumno 17	6.88

Promedio = 7.044

Más alta = 9.38

Más baja = 3.78

Desv. std. = 1.62

Varianza = 2.65

% reprobados = 23.5%

### b) Grupo 321 de QFB.

Se evaluó a una muestra de 18 alumnos (poco mas de la mitad del grupo) el día 14 de Octubre (8 días después de la práctica).

### 5.6.2.3. Cuestionario previo.

El promedio del grupo también fue reprobatorio (4.5) con una desv. std. de 2.85, sólo se dio una calificación de 8.75, la más baja fue de 2.25

#### 5.6.2.4. Cuestionario experimental.

Este cuestionario fue presentado por los 18 alumnos. Las calificaciones se muestran a continuación:

Nombre:	Calificación:
Alumno 1	7.04
Alumno 2	4.29
Alumno 3	7.88
Alumno 4	7.67
Alumno 5	7.25
Alumno 6	7.88
Alumno 7	6.63
Alumno 8	6.38
Alumno 9	7.25
Alumno 10	7.88
Alumno 11	6.41
Alumno 12	5.80
Alumno 13	7.25
Alumno 14	7.13
Alumno 15	5.13
Alumno 17	5.19
Alumno 18	6.38

Promedio = 6.52

Más alta = 7.88

Más baja = 4.29

Desv. std. = 0.9806

Varianza = 0.961522

% reprobados = 27.8%

c) Grupo 331 de LQ.

Se evaluó una muestra de 5 alumnos escogidos aleatoriamente el día 15 de Octubre al finalizar lo que llevaban de la práctica, ya que no la terminaron.

### 5.6.2.5. Cuestionario previo.

Aunque en esta prueba se evaluaron 15 alumnos, el promedio fué reprobatorio ( 5.0 ). Lo anterior confirma la poca preparación con la que los alumnos llegan en general al laboratorio. Obsérvese que en todos los grupos el cuestionario previo tuvo un promedio de calificación reprobatoria.

### 5.6.2.6. Cuestionario experimental.

Las calificaciones de los 5 alumnos evaluados se muestran a continuación:

Nombre:	Calificación:	
Alumno 1	5.13	Promedio = 4.99
Alumno 2	4.79	Más alta = 5.98
Alumno 3	3.93	Más baja = 3.93
Alumno 4	5.13	Desv. std. = 0.6607
Alumno 5	5.98	Varianza = 0.4366

### 5.6.2.7. Pruebas estadísticas:

a) Prueba de igualdad de varianzas muestrales.

Esta prueba se realiza con el objeto de ver si las varianzas son equivalentes, lo cual, es condición para comparar las medias de las muestras.

El análisis se realiza a través de la prueba de Bartlett, ya que se aplica para tamaños de muestra desiguales o si una varianza es más grande que las otras. La prueba se realiza de la siguiente manera: (31)



$$Sp^2 = \frac{\sum (n_i - 1) \cdot si^2}{N - K}$$

$$q = (N - K) \log Sp^2 - \sum (n_i - 1) \log si^2$$

$$h = 1 + \frac{1}{3(k-1)} \left[ \sum \frac{1}{n_i - 1} - \frac{1}{n - k} \right]$$

$$b = 2.3026 * q / h$$

Si el valor de b es mayor que  $X^2(k - 1, \alpha)$  entonces la hipótesis nula se rechaza.

	gpo 1	gpo 2	gpo 3	gpo 4	total
n	15	17	18	5	55
si <sup>2</sup>	3.6721	2.8015	1.081	0.54572	

$$Sp^2 = \frac{(14 * 3.67 + 16 * 2.81 + 17 * 1.02 + 4 * 0.546)}{55 - 4} = 2.2719$$

$$q = (51 \log 2.2719) - (14 \log 3.67 + 16 \log 2.81 + 17 \log 1.02 + 4 \log 0.546)$$

$$q = 4.0062$$

$$h = 1 + \frac{1}{3 * 3} \left[ \frac{1}{14} + \frac{1}{16} + \frac{1}{17} + \frac{1}{4} + \frac{1}{51} \right]$$

$$h = 1.0514$$

$$b = \frac{2.3026 * 4.0062}{1.0514} = 8.774 \text{ vs } X^2(3,5\%) = 7.815$$

Como la hipótesis nula se rechaza, entonces al menos una varianza no es equivalente. Para hallar cuáles son las varianzas no equivalentes las analizaremos mediante la prueba de Snedecor.

Ho:  $S_1 = S_2$  H:  $S_1 \neq S_2$  si  $F_{cal} > F_{tab}(g_{11-1}, g_{12-1}, \alpha = 5\%)$   
la hipótesis nula se rechaza

donde:

$S_1^2$  es varianza mayor y  $S_2^2$  es varianza menor.

$$a) F(1,2) = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{3.6721}{2.8105} = 1.307 \text{ vs } (14, 16, 0.05) = 2.817$$

Por tanto, las varianzas son equivalentes.

$$b) F(1,3) = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{3.6721}{1.0181} = 3.607 \text{ vs } (14, 17, 0.05) = 2.753$$

Por tanto, las varianzas son equivalentes.

$$c) F(2,3) = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{3.6721}{0.5457} = 6.729 \text{ vs } (14, 4, 0.05) = 8.684$$

Por tanto, las varianzas son equivalentes.

$$d) F(2,3) = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{2.8105}{1.0181} = 2.761 \text{ vs } (16, 17, 0.05) = 2.697$$

Por tanto, las varianzas no son equivalentes.

$$e) F(2,4) = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{2.8105}{0.5457} = 5.151 \text{ vs } (16, 4, 0.05) = 8.633$$

Por tanto, las varianzas son equivalentes.

$$f) F(3,4) = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{1.0181}{0.5457} = 1.866 \text{ vs } (16, 4, 0.05) = 8.611$$

Por tanto, las varianzas son equivalentes.

La prueba de medias se realiza con la finalidad de comprobar si la diferencia entre estas se debe a la variación sistemática en la experimentación o variaciones de tipo aleatorio.

La prueba se realiza por pasos de modo que primero mediante un análisis global de las medias muestrales se detecta si al menos una de ellas no es similar al resto y posteriormente se especifican aquellas que no los sean de por pares.

Para la primera parte del análisis se plantean las hipótesis de manera similar al análisis de varianzas: (15)

$$H_0: \bar{x}_1 = \bar{x}_2 = \bar{x}_3 = \bar{x}_4 \quad H_1: \bar{x}_1 \neq \bar{x}_2 \neq \bar{x}_3 \neq \bar{x}_4$$

Si el valor de  $F_{\text{calc}} > F_{\text{tab}}$ ,  $H_0$  se rechaza.

	grupo 1	grupo 2	grupo 3	grupo 4	totales
n	15	17	18	5	55
$\sum \bar{x}$	84.36	119.75	117.36	24.96	346.43
$\sum \bar{x}^2$	525.85	888.50	782.49	126.78	2323.63
$\bar{x}$	5.624	7.044	6.52	4.992	

$$SCT = \frac{(\sum \sum \bar{x})^2}{N}$$

$$SCT = 525.86 + 888.5 + 782.49 + 126.78 - \frac{(84 + 120 + 117 + 25)^2}{55}$$

$$SCT = 141.561$$

$$SCE = \sum \frac{(\sum \bar{x}^2)}{n_j} - \frac{(\sum \sum \bar{x})^2}{N}$$

$$SCE = \frac{(84)^2}{15} + \frac{(120)^2}{17} + \frac{(117)^2}{18} + \frac{(25)^2}{5} - \frac{(84 + 120 + 117 + 25)^2}{55}$$

$$SCE = 25.69$$

tipo de variación	SC	gl.	V	F
entre grupos	25.96	(K-1) 4-1=3	SCE/(K-1) 25.69/3	$F = \frac{V_{\text{entre}}}{V_{\text{intra}}}$
intra grupos	115.868	(N-K) 55-4=51	SCI/(N-K) 115.868/51	$F = \frac{8.564}{2.272}$

tipo de variación	SC	gl.	V	F
total	141.561	(N-1) 55-1=54		F=3.77

$$F_{tab}(51,3, \alpha=5\%) = 2.79$$

Por tanto, al menos una de las medias no es similar.

Para ver cuáles son las medias no similares procederemos a la comparación entre estas a través de la prueba para dos medias.

$$H_0: \bar{x}_i = \bar{x}_i' \quad H: \bar{x}_i \neq \bar{x}_i'$$

$$a) \begin{matrix} \bar{x}_1 = 5.624 \\ \bar{x}_2 = 7.044 \end{matrix} \quad t_{calc} = 0.7093 \quad \text{vs} \quad t(14+17, 0.05) = 2.04$$

Por tanto, como  $H_0$  se rechaza, las medias son significativamente diferentes.

$$b) \begin{matrix} \bar{x}_1 = 5.624 \\ \bar{x}_2 = 6.52 \end{matrix} \quad t_{calc} = 1.721 \quad \text{vs} \quad t(14 + 17, 0.05) = 2.04$$

Por tanto, como no  $H_0$  se rechaza, las medias no son significativamente diferentes.

$$c) \begin{matrix} \bar{x}_1 = 5.624 \\ \bar{x}_4 = 4.992 \end{matrix} \quad t_{calc} = 0.7093 \quad \text{vs} \quad t(14 + 4, 0.05) = 2.101$$

Por tanto, como no  $H_0$  se rechaza, las medias no son significativamente diferentes.

$$d) \begin{matrix} \bar{x}_2 = 7.044 \\ \bar{x}_3 = 6.52 \end{matrix} \quad t_{calc} = 1.128 \quad \text{vs} \quad t(16 + 17, 0.05) = 2.035$$

Por tanto, como no  $H_0$  se rechaza, las medias no son significativamente diferentes.

$$e) \begin{matrix} \bar{x}_2 = 7.044 \\ \bar{x}_4 = 4.992 \end{matrix} \quad t_{calc} = 2.627 \quad \text{vs} \quad t(16 + 4, 0.05) = 2.086$$

Por tanto, como  $H_0$  se rechaza, las medias son significativamente diferentes.

$$f) \begin{array}{l} \bar{x}_3 = 6.52 \\ \bar{x}_4 = 4.992 \end{array} \quad t_{\text{calc}} = 3.137 \text{ vs } t(17 + 4, 0.05) = 2.08$$

Por tanto, como  $H_0$  se rechaza, las medias son significativamente diferentes.

### 5.6.3. OBSERVACIONES.

#### a) Primera sección del grupo 351 I.Q.

-En esta sección se observó que no conocían bien la secuencia de pasos de la práctica, así como la variable principal a controlar en cada paso.

-No sabían en general para qué se seca el producto y por tanto este paso lo omitían de la secuencia.

-No podían ubicar su trabajo de laboratorio dentro de las actividades del I.Q. en la práctica profesional.

#### b) Segunda sección I.Q.

-En esta sección, se tomó más conciencia en seguridad al trabajar con goggles para proteger los ojos.

-Tampoco se utilizaron mecheros, solo nidos para calentamiento.

-Demostraron definitivamente un mejor conocimiento de los pasos y las variables a controlar en cada uno de ellos, sin embargo aunque saben como identificar la fase acuosa de la orgánica, no todos tenían idea del uso de la sal para saturar la solución y separar las fases.

-La organización en esta sección fue mejor que en la otra, ya que aunque tuvieron más actividades por hacer, terminaron a la par respecto a la otra sección.

-Se observó en general un cambio de actitud en esta sección hasta el nivel de valoración, ya que surgieron muchas dudas,

inquietudes y comentarios, acerca de la relación entre su trabajo y las actividades reales del I.Q., así como de aspectos de seguridad.

c) Grupo 321 de Q.F.B.

-Tenían claro la secuencia de pasos de la práctica y las variables a controlar en cada uno de estos, excepto en el secado con sulfato anhidro. Esto se confirmó al no saber para qué se secaba el producto.

-No se vieron aspectos de seguridad, ya que trajeron sin goggles y el calentamiento lo hicieron con mechero, sin embargo, no calentaron glicerina, sino que calentaron con baño de aire.

-En cuanto a la importancia de su trabajo en laboratorio, respecto a su carrera, no estaban muy bien ubicados, ya que no sabían de que les podía servir lo que hacían, ni hablaban siquiera de desarrollar habilidades, conocer problemas relacionados al proceso, control de variables para variar rendimiento, etc.

- Este grupo de alumnos demostró tener el conocimiento de cómo calcular el rendimiento de los productos de mejor forma que los otros al especificar los cálculos a realizar claramente en cuanto al rendimiento de la práctica y este respecto al teórico.

d) Grupo 331 de L.Q.

-El conocimiento de la secuencia de pasos de la práctica y sus variables principales a controlar era muy confuso.

-No manejaron aspectos de seguridad, excepto el uso de bata.

-Desconocían la diferencia y finalidad de la destilación practicada, respecto de las anteriores vistas.

-En cuanto al cálculo del rendimiento, solo sabían bien, cómo calcular el rendimiento práctico, pero no sabían relacionarlo al teórico.

-Un aspecto de actitud que no se observó en los otros grupos, es el aparente rechazo de los alumnos hacia su profesor.

#### 5.6.4. CONCLUSIONES.

-Un hecho claro que reflejaron las evaluaciones es el que tras tener un promedio reprobatorio en los cuestionarios previos, en el cuestionario experimental los resultados cambiaron mucho. Esta mejora en el rendimiento es proporcional a la metodología empleada por el profesor.

-Los alumnos no son correctamente asesorados en cuanto al desecho de las sustancias. Es indispensable que los profesores señalen la forma de neutralizarlos y desecharlos en los lugares específicos (pero bien acondicionados, no simples botellones imprácticos y peligrosos). También se debe buscar la forma de utilizar los productos en otras prácticas o si las reacciones son reversibles, obtener nuevamente los reactivos para reutilizarlos una o varias veces más antes de desecharlos.

-De esta manera la participación del profesor debe traducirse en una asesoría activa por la cual, el alumno descubra el por qué es bueno conocer las operaciones y variables de los procesos, así como aspectos de seguridad y desecho de sustancias de manera menos contaminante. También es necesario que el maestro despierte el interés, creatividad y gusto por el laboratorio a través de ejercicios mentales durante la práctica para **entender** los pormenores de las técnicas vistas, su aplicación y utilidad dentro de su desarrollo como químico en la rama correspondiente.

## CONCLUSIONES GENERALES.

Como en todo trabajo de investigación, los resultados obtenidos, buenos o malos nos sirven como una pauta o punto de partida para una investigación más ambiciosa que por cierto, nunca termina, debido a que las necesidades de la sociedad, la universidad y los mismos alumnos está en constante evolución.

En primer lugar, respecto a las encuestas, la gente se mostró entusiasta en participar en cuanto ideas, sugerencias, quejas y aportaciones. En general todos se mostraron interesados en que se hiciera algo en relación a los aspectos que no marchaban bien dentro de la enseñanza experimental en la Escuela de Química.

En cuanto a las prácticas, realizadas con el objeto de ubicar y validar los modelos metodológicos propuestos, se tiene en general un balance positivo. En general los alumnos se involucraron más en las prácticas y su rendimiento fue mejor. Para lograr esto se les estimuló de modo que principalmente sintieran el interés del profesor pero sin andar detrás de ellos. También se llevaron a cabo diversas actividades encaminadas al mismo objetivo en cada práctica, de modo que se reforzaba el aprendizaje en sus distintas áreas y niveles.

Sin embargo, se presentaron ciertas variables no previstas que influyeron en distinta medida en cada práctica al grado de que algunas de estas se repitieron con el fin de eliminar los aspectos negativos. No es lo mismo la planeación en el papel que el llevar a cabo las cosas en forma práctica.

En cuanto al primer estilo de prácticas, se observa que no tiene problemas de aplicación, no obstante, podría reforzarse con la elaboración de un reporte sencillo donde se especificaran los objetivos, se explicara la técnica de trabajo explicando los aspectos de mayor cuidado o delicadeza, así como del por qué



del arreglo y características del equipo. Esto se puede auxiliar de un esquema del sistema.

El segundo y tercer estilo de prácticas, presentan algunas limitantes en cuanto a eficiencia si el alumno no llega preparado a clase, ya que entonces se debe tomar un tiempo extra para tener una discusión del trabajo a realizar. Esto trae otro problema, y es que la entrega de resultados inmediatos del cuestionario experimental para reforzar el aprendizaje no da tiempo, para esto se propone el calificar entre los mismos alumnos en forma "cruzada".

Por otro lado, debe respetarse en lo posible el orden secuencial de las prácticas para que los alumnos no tengan problemas en cuanto a la preparación previa. Sin embargo, lo más importante de todo es que el alumno sienta el interés del profesor, es decir, en cuanto a su profesionalismo. Esto es porque si bien es cierto que el alumno tiene la obligación de prepararse, en realidad son personas en proceso educativo, las cuales todavía tienen que aprender o reforzar actitudes, en otras palabras, sus esquemas de la realidad al igual que sus metas no están todavía definidos, esto a su vez repercute en su actitud y motivación hacia el trabajo. De esta manera, el profesor tiene la facultad de moldear esas actitudes y así romper el círculo vicioso de desinterés entre alumnos, maestros y materias.

Trabajar con gente no es tarea fácil, ya que a veces la comunicación no es como se quisiera, esto causa problemas en cuanto al entendimiento y coordinación para trabajar.

Esta fue de hecho una de las razones más importantes para validar los principios metodológicos propuestos, es decir, todo lo teórico se trató de estructurar lo mejor posible, se estudió y se propusieron muchas cosas, pero el aspecto humano, es el que le acaba de dar la dimensión exacta a las cosas, la gente se resiste al cambio y más si implica esfuerzo aunque sea para su propio beneficio. Es aquí donde se nota la importancia de saber estimular a la gente y la actitud que tienen para trabajar.

No obstante, lo anterior era algo que no podía dejar de hacerse, ya que el dejar la aplicación práctica de lado significa caer en aquello que en su momento se criticó en relación al sistema actual en la Escuela de Química, es decir, darle más importancia a los aspectos teóricos de las materias que a los aspectos prácticos. De hecho no tiene validez un trabajo de tipo metodológico, científico o especulativo, si no se contrasta con la realidad y se ubica dentro de esta en cuanto al grado de aplicación.

En este punto, puedo decir que la experiencia ha sido enriquecedora, ya que se aprendió más acerca de cómo planear, estructurar y llevar a cabo un proyecto de investigación. A través de este trabajo se conocieron aspectos acerca de la manera en que aprendemos, acerca de nuestras habilidades, actitudes y motivación. Este trabajo es a la vez una oportunidad para conocerse más a uno mismo y para aportar algo a la sociedad, además de que se complementa la formación propia como profesionista, tanto en el sentido técnico, como en el sentido humano.

Como se establece desde la introducción, esta tesis es apenas el inicio de una labor que no puede dejarse de lado, ya que el cambio de los planes de estudio debe darse en forma paralela a la actualización del profesorado tanto en conocimientos técnicos como didácticos de acuerdo a las necesidades cambiantes de la sociedad en que vivimos. Por esta razón, una vez iniciado el proceso de readaptación de las metodologías de trabajo para incrementar o mantener un nivel de rendimiento dado, no se puede parar, ya que de lo contrario, el precio a pagar es el atraso, la desorganización, la incompetencia y desprestigio tanto de la Escuela de Química como de sus alumnos. Aun somos libres para elegir que futuro queremos.

Para lograr lo anterior a continuación hago un resumen de las medidas que se propusieron a lo largo de este trabajo, así como sugerencias en base a la investigación misma:

a) Continuar con el proceso de ciclos-prueba de prácticas, ahora para un paquete (en cada materia) que abarque un tema, por decir: transferencia de calor o transferencia de masa. En este ciclo se analizan los objetivos, los prerrequisitos, se llevan a cabo las pruebas, se hace un balance de los aspectos positivos y negativos, también se deben tomar en cuenta sugerencias y nuevas ideas de los alumnos y maestros para reiniciar el ciclo.

De hecho actualmente, durante el tiempo de realización de este trabajo de tesis, se verificaron ya algunas acciones en cuanto a lo anterior. Concretamente en el laboratorio de Ingeniería Química, se revisan prácticas para su reestructuración, esto es, los objetivos se replantean, la secuencia de la práctica y los conceptos teóricos a aplicar se relacionan con los objetivos e incluso se reparan y se checa el funcionamiento de equipos inoperantes. También se formulan cuestionarios donde los alumnos aportan sugerencias y opiniones en relación a las prácticas o fallas que identifiquen etc. (ver ejemplos de innovaciones, cuestionario tipo y propuesta de metodología de trabajo en laboratorio de I.Q. en anexo 8).

Quizá estas acciones todavía no siguen un método sistemático del todo, pero ya se dan. Lo que se necesita es la cooperación de todos los alumnos y maestros no solo de los laboratorios, sino de teoría también, teniendo a alguien que coordine las acciones y solo se dedique a esto. Los alumnos pueden cooperar a través de su servicio social o con trabajos de tesis que le den continuidad a labor iniciada tanto en esta tesis como por algunos profesores.

b) Impartir cursos de capacitación para maestros en cuestiones pedagógicas, didácticas y metodológicas en general, así como de seguridad, ecología, etc.

c) Dividir a los grupos de laboratorio en no mas de 25 alumnos por maestro y equipos de no mas de 4 integrantes.

d) Un cambio de conciencia y actitud desde la administración, hacia todas las ramas de la Escuela de Química. Los alumnos seguirán el ejemplo.

e) Una manera de estimular y orientar al alumno es hacer que este pueda ubicar desde una altura temprana en la carrera su trabajo dentro las actividades de la misma carrera ya ejercidas de modo profesional. De esta manera el alumno tendrá una visión comprensiva de la utilidad e importancia de los aspectos vistos en el aula o el laboratorio, lo cual, es una herramienta muy útil dentro de su desarrollo profesional.

## **ANEXO 1.**

### **ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACION DE METODOLOGIA POR CICLOS.**

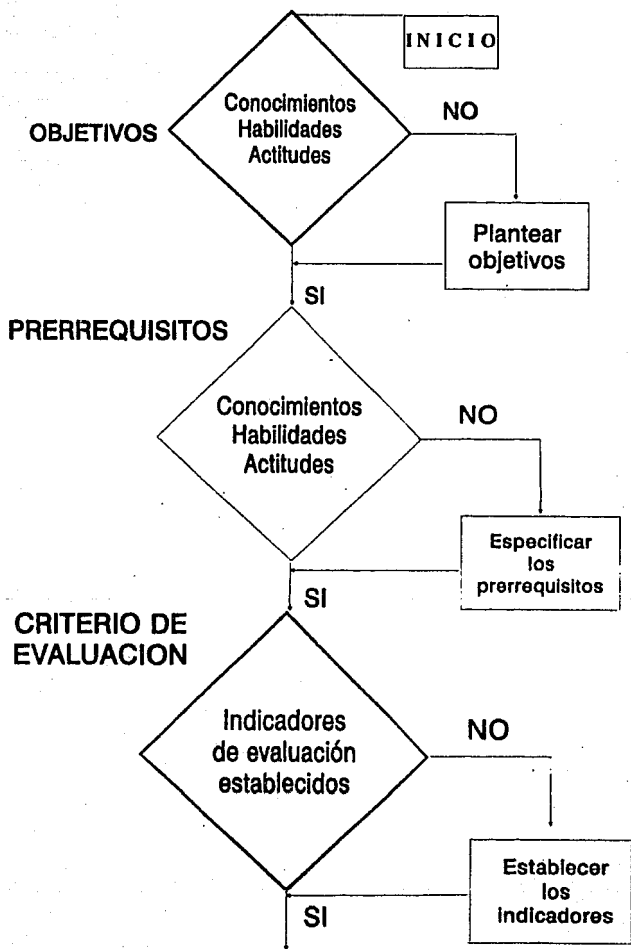
## **MODELO DETALLADO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE INSTRUCCIÓN DEL CURSO**

Como se puede ver en el siguiente diagrama, la estrategia para implementar una nueva metodología y así elevar el rendimiento de alumnos y profesores en la realización de prácticas de laboratorio involucra no solo a ambas partes, sino a la administración de la Escuela de Química en un proceso continuo que debe darse por pasos.

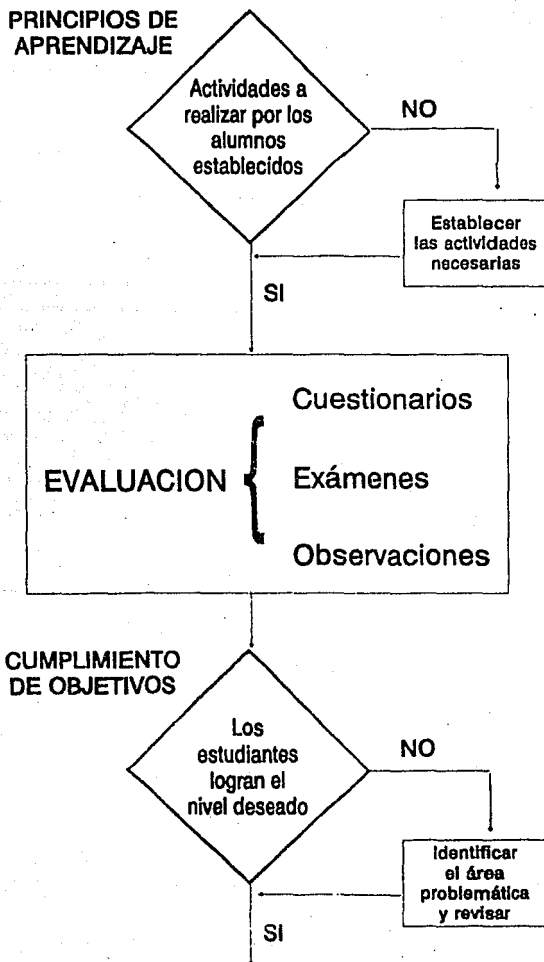
Se debe iniciar con la capacitación de un número reducido de profesores interesados en participar. Estos empezarán haciendo pruebas con un grupo chico de alumnos de un semestre y para un paquete de prácticas. Posteriormente en un siguiente ciclo se debe probar para un grupo más grande de alumnos y a lo largo de un curso entero. Esto debe seguir hasta la implementación total.

Como se puede ver, esto toma algo de tiempo, ya que cualquier innovación por buena que sea necesita ser experimentada e incluso dominada antes de ser implementada en forma global. La razón de esto es que a lo largo de dicha implementación será necesario hacer los ajustes necesarios en base a las aportaciones de maestros y alumnos. De hecho la aplicación de la metodología presentará variantes de acuerdo al semestre y carrera.

La secuencia de pasos es una ampliación de lo visto en el capítulo 3 en cuanto a la estrategia de la implementación de la tecnología.

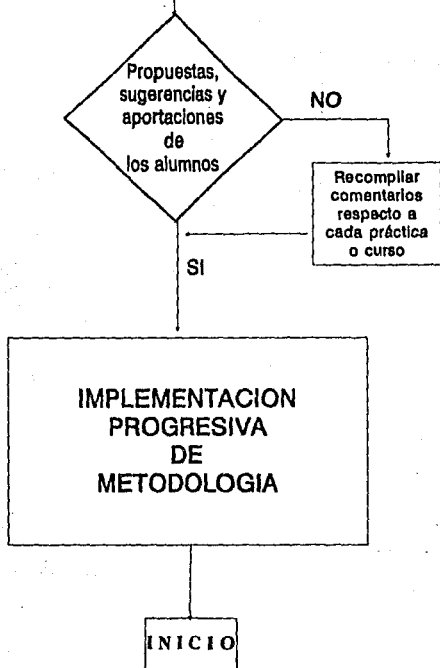


**PRINCIPIOS DE APRENDIZAJE**





RETROALIMENTACION



**ANEXO 2.**

**PROTOCOLO DE LA PRACTICA DESTILACION  
DE BEBIDAS ALCOHOLICAS (en su versión  
original)**

## LABORATORIO DE QUIMICA ORGANICA

### PRACTICA No. 2

#### DESTILACION FRACCIONADA DE BEBIDAS ALCOHOLICAS, DESTILACION SIMPLE DE BEBIDAS ALCOHOLICAS.

##### OBJETIVOS:

Que el alumno conozca mediante la técnica de destilación fraccionada, un proceso de purificación de mezclas de líquidos volátiles.

Utilizar la destilación simple como método de purificación de un líquido aplicando el concepto de punto de ebullición como constante física y elegir la técnica más adecuada.

##### MATERIAL

- 1 Matraz de bola.
- 1 Refrigerante.
- 2 Soportes.
- 1 vaso de pp de 150 ml.
- Lana de vidrio.
- 1 Baño de glicerina.
- Perlas de vidrio.
- 1 Columna rectificadora.
- 1 Probeta.
- 1 Anillo de hierro.

##### REACTIVOS

- Glicerina.
- Bebida alcoholica ( lo trae el alumno)

##### METODO

Se monta el aparato como en la figura 1, uniendo el matraz a la columna rectificadora empacada con lana de vidrio o fibra de cocina y ésta a su vez a un refrigerante.

Coloque 30 ml de la bebida alcoholica en el matraz de destilación y aregue piedras para regular la ebullición.

Haga circular el agua a contracorriente en el refrigerante en el momento de iniciar el calentamiento. Caliente lentamente en baño de glicerina, regulando el calor y sin interrupciones.

Observe la temperatura cuando empiece a destilar el líquido y elimine los dos primeros ml (cabeza). Observe y anote la temperatura cada dos ml de destilado para trazar una gráfica.

Detenga la destilación cuando quede un residuo de 3 ml en el matraz. En el curso de la destilación se mide cada fracción que destile a la misma temperatura, anotándose esta.

Terminada la destilación entregue el líquido que separó.

### **ANEXO 3.**

### **PROTOCOLO DE LA PRACTICA CROMATOGRAFIA EN COLUMNA (en su versión original)**

## PRACTICA No. 2

### EXPERIMENTOS SOBRE CROMATOGRAFIA EN COLUMNA

#### Experimento 1. Preparación de una columna para cromatografía.

Si no se dispone de una columna de las que proporciona el comercio, se seleccionará un tubo de vidrio de 20 cm de longitud y 2 cm de diámetro. Se toma un tapón de vidrio que se adapte al tubo y se perfora para introducir un trozo de varilla hueca. Por uno de los extremos se coloca otro tubo de goma unido a otra varilla, tal y como indica la figura 25, a. El tubo de goma se cierra con una pinza de Mohr.

En el fondo del tubo se coloca un disco filtrante ( si es posible ) y encima un poco de lana de vidrio. Se echa agua destilada y se eliminan las burbujas de aire que quedan pegadas a la pared con una varilla de vidrio, tal y como indica la figura 25, b.

Se pesan 12g aproximadamente de yeso finamente pulverizado y se hace papilla con agua destilada ( unos 50 ml ) en un vaso de precipitados. Se agrega la papilla a la columna hasta que se llenan las dos terceras partes. Se deja 1 cm de agua por encima de la superficie de yeso hasta la operación siguiente. La columna ya está lista para el procedimiento descrito en el experimento 2.

#### Experimento 2. Separación de dos colorantes por cromatografía de columnas sobre alúmina.

##### Preparación de la columna.

Se prepara una columna de idéntica manera que en el experimento 1, excepto en que el yeso se sustituye por alúmina.

##### Aplicación de la muestra.

Se agregan por lo alto de la columna unos 5 ml de una solución acuosa que contiene partes iguales en peso de azul de metileno y verde malaquita. Se observa que el tinte azul se adsorbe cerca de lo alto de la columna, mientras que el tinte verde no se adsorbe tan fuertemente.

##### Desarrollo

Se eluye la columna con agua destilada ( con la columna abierta ). El tinte verde recorre al adsorbente y puede colectarse.

A continuación se cambia el colector y se eluye el tinte azul con alcohol etílico. Este es un ejemplo sencillo de elución fraccionada.

Experimento Separación de pigmentos naturales ( clorofilas, xantofilas y carotenos ) por cromatografía de columna sobre magnesio.

#### **Preparación de la columna.**

Se llena la columna ( experimento 1 ), con una papilla de óxido magnésico, finamente pulverizado ( magnesio ) en ciclohexano.

#### **Preparación de la Solución para análisis.**

Se toma 1 g de hierba fresca ( u otra planta verde ), se corta en trozos finos sobre un mortero, se echa un poco de arena y se muele durante veinte segundos. Se coloca el material en bruto en un matraz de boca esmerilada de 50 ml, se agregan 5 ml de ciclohexano caliente, se tapa y se agita vigorosamente durante veinte o treinta segundos. Se deja el matraz en reposo durante diez minutos. Se saca la solución verde por medio de una pipeta y se echa en la columna (preparada como se indicó anteriormente ). Se observa que se han separado las bandas coloreadas de los diversos compuestos.

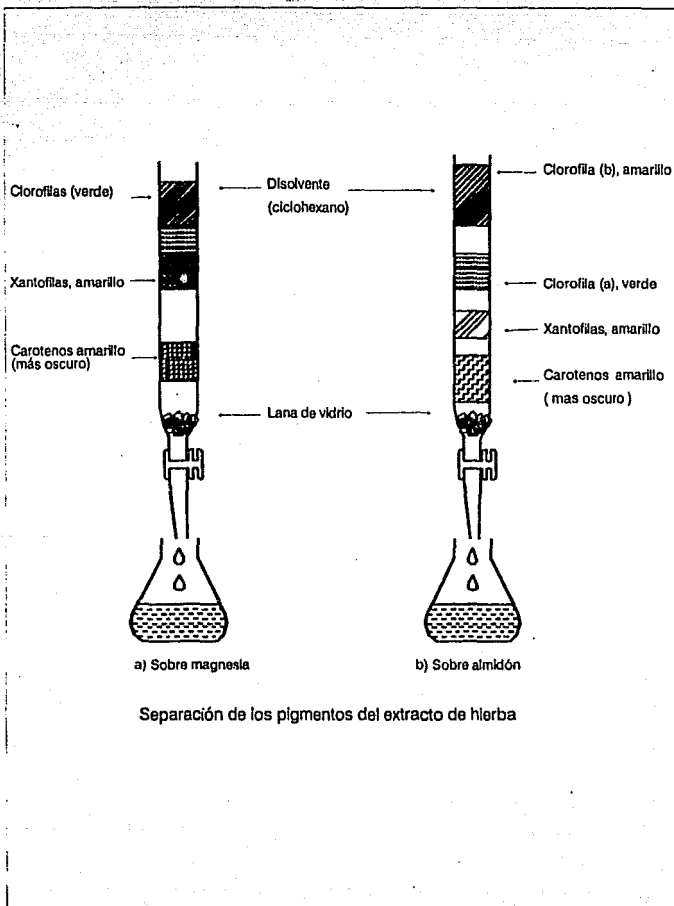
#### **Desarrollo.**

Se agrega más disolvente puro por lo alto de la columna, se abre la llave y se desarrolla el cromatograma. Se observa la separación de las bandas que contienen clorofilas ( fuertemente adsorbidas ), xantofilas y carotenos.

Se repetirá el experimento usando almidón como adsorbente.

¿ Hay alguna diferencia en el área de adsorción de la clorofila?

Eluidas las distintas bandas coloreadas, se agrega un poco más de ciclohexano de eluato y se refracciona la mezcla sobre una nueva columna de almidón, desarrollándose el cromatograma con ciclohexano. Se observa la separación de dos clorofilas: a y b.





**ANEXO 4.**

**PROTOCOLO DE LA PRACTICA  
TRANSFERENCIA A DE CALOR A REGIMEN  
TRANSITORIO (en su version original).**

## LABORATORIO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO EN INGENIERIA QUIMICA.

### TRANSFERENCIA DE CALOR A REGIMEN TRANSITORIO.

Para la siguiente práctica usted necesita un libro de transferencia de calor, así como una calculadora.

Podría usted indicar algunas características de la transferencia de calor a régimen transitorio.

Recuerde usted cuál es la ecuación que rige la transferencia de calor por convección.

En la ecuación anterior que recibe el nombre de ecuación de calentamiento de Newton, aparece un coeficiente de transferencia de calor por convección ¿De qué es función dicho coeficiente?.

La ecuación general de transferencia de calor a régimen transitorio es:

$$\text{Entradas} = \text{Salidas} + \text{Acumulación.} \quad \dots (1)$$

En la práctica siguiente se va a introducir un objeto dentro de un baño caliente. El objeto que tiene una temperatura inicial  $T_0$  se sumerge en el fluido que tiene la temperatura  $T_f$  en donde  $T_f > T_0$ .

La energía ganada para un tiempo  $\theta > 0$  es

$$Q = hA (T_f - T)$$

En donde  $T$  es la temperatura del objeto al tiempo  $\theta$ . Si el cuerpo tiene una alta conductividad térmica no habrá resistencia interna apreciable, y esta temperatura será uniforme en todo el equipo. La acumulación de la energía dentro del cuerpo de densidad  $\rho$  calor específico  $C_p$  y el volumen  $V$  es:

$$Q = \rho C_p V \frac{dT}{d\theta} \quad \dots (3)$$

Las ecuaciones 2 y 3 se pueden igualar para dar la ecuación general para calentamiento o enfriamiento newtoniano.

$$\frac{dT}{d\theta} = \frac{hA (T_f - T)}{\rho C_p V}$$

$$\text{Si a } T = T_0 \text{ a } \theta = 0$$

$$\frac{T_f - T}{T_f - T_0} = e^{-\frac{h A \theta}{\rho C_p V}} \dots (4)$$

Si se graficara temperatura del cuerpo contra el tiempo.

¿Cómo sería esa gráfica?

¿Qué información podría obtener de dicha gráfica?

Un número muy utilizado en régimen transitorio es el número de Biot.

$$Bi = \frac{h x_l}{k}$$

¿Qué representará este número?

Otra relación útil es la del número de Fourier.

$$Fo = \frac{\alpha \theta}{x_l^2}$$

¿Qué representa ese número?

¿Qué es  $\alpha$ ?

Utilizando los números anteriores la ecuación 4 quedaría:

$$\frac{T_f - T}{T_f - T_0} = e^{-Bi Fo} = e^{-Bi Fo \frac{A X_l}{V}}$$

En donde  $\frac{A X_l}{V}$  es el factor geométrico.

En la práctica que va a hacer utilizará diversas figuras geométricas.

Obtenga los factores geométricos de las mismas.

Dibuje en el papel isométrico adjunto al diagrama del aparato que va a utilizar.

Pongase de acuerdo con sus compañeros para decidir como llevarán a cabo la experiencia de calentamiento a régimen permanente.

Consulte a su maestro si tiene dudas.

En la hoja adjunta vacíe los valores de temperatura vs tiempo, para las diferentes geometrías.

Geometría			
FACTOR GEOMETRICO			
TEMPERATURA INICIAL DEL CUERPO			
DENSIDAD DEL CUERPO			
TIEMPO	TEMPERATURA $\theta$ T °C	TEMPERATURA $\theta$ T °C	TEMPERATURA $\theta$ T °C

Dibuje en las hojas milimétricas que se anexan los datos de temperatura vs tiempo.

¿Tienen la forma esperada?

¿Cómo obtendría el valor de  $h$  a partir de esos datos?

¿Cuáles son los materiales utilizados los valores de  $h$ ?

Esfera Cilindro Placa

¿Cómo obtendría los valores de  $k$ ?

Esfera Cilindro Placa

¿Cuáles son los números de Biot y Fourier para los diferentes casos?

¿Qué aplicaciones tiene a su juicio el conocimiento utilizado en esta práctica?

Si el valor de  $k$  fuera grande la ecuación anterior no podría utilizarse.

¿Qué ecuaciones se podrían utilizar para predecir la temperatura contra tiempo?

Unas gráficas muy empleadas en régimen transitorio son las de GUURNEY - LURIE.

Consulte su libro y dibújelos.

¿Cómo podría utilizar la gráfica de la esfera para encontrar  $k$  a partir del experimento?

¿Cuánto le da el valor de  $k$ ?

¿Cómo se utilizan las prácticas para el cilindro y el paralelepípedo?

¿Qué otro experimento podría efectuarse con el equipo presentado?

¿Podría hacer un programa de computadora que simulara el experimento?

## **BIBLIOGRAFIA**

Tesis Juana Carlota Pulido 1982. Determinación de conductividad Térmica a Régimen No Permanente.

Propiedades de transferencia de calor. Antonio Valiente Barderas. Edit. Limusa. Capítulo 3.

## **ANEXO 5.**

### **PROTOCOLO DE LA PRACTICA OBTENCION DE CICLOHEXENO (en su versión original)**

## LABORATORIO DE QUIMICA ORGANICA

### PRACTICA 7.

#### OBTENCION DE CICLOHEXENO.

##### OBJETIVO:

Aprender un método de preparación de alquenos, específicamente por destilación catalítica de un alcohol y pruebas de insaturación que servirán para detectar la presencia de centros de insaturación: así como controlar los factores experimentales que modifiquen una reacción reversible.

##### MATERIAL

1 Matraz de destilación.  
1 Refrigerante.  
1 Columna rectificadora.  
1 Recipiente p/baño de lugol.  
1 Termómetro.  
Perlas de vidrio.  
1 Embudo de separación.  
Tubos de ensayo.  
Probeta.

##### REACTIVOS

20 ml de Ciclohexanol.  
5 ml de Acido fosfórico al 85% ( E.Q.1 ).  
50 ml de NaCl saturada (E.Q.2).  
1 gr Sulfato de sodio anhidro.  
10 ml Sol de Br en  $\text{CCl}_4$  1%.  
10 ml Sol dil. de  $\text{KMnO}_4$  (E.Q.3 ).  
10 ml Sol de  $\text{NaHCO}_3$  (E.Q.4).

##### METODO

En el matraz de destilación colocar el ciclohexano y agregar gota a gota el ácido fosfórico, añadir las perlas de vidrio, lentamente y agitando para incorporar las capas.

Enseguida conectar al matraz los aditamentos necesarios para tener un sistema de destilación fraccionada ( con la columna de fraccionamiento sin empaque. Para aumentar el gradiente de temperatura en la columna, cubrirla exteriormente con fibra de vidrio ), calentando en baño de lugol en tal forma que la temperatura del destilado oscile entre 90 - 95 C. Interumpir la destilación cuando quede un pequeño residuo ( 3 ml ) y aparezcan vapores blancos. El destilado se recibe en baño de hielo.

Sature el destilado con cloruro de sodio: decante al embudo de separación y lave con 5 ml de solución de  $\text{NaHCO}_3$  al 5% (dos lavados será suficiente para tener pH neutro).

Eliminar la capa acuosa inferior y vaciar la capa superior de ciclohexano a un vaso de precipitados para secar con sulfato de sodio anhidro.

Decantar el producto a un matraz de fondo redondo de 25 ml (seco) y destilarlo nuevamente (destilación sencilla), recogiendo la fracción que se obtiene entre 80 - 83 °C. Anotar el volumen obtenido para calcular el rendimiento.

Realizar las siguientes pruebas de insaturación:

1) Reacción de bromo: Agregar 1 ml de solución de bromo en  $\text{CCl}_4$  a 1 ml de ciclohexano. Observar e interpretar los resultados. Escribir la reacción.

2) Reacción de bromo en agua: Agregue 1 ml de solución de Br en agua a 1 ml de ciclohexeno. Observe e interprete los resultados.

3) Reacción de  $\text{KMnO}_4$ : Agregue 1 ml de solución de  $\text{KMnO}_4$  (acidulada a un pH igual a 3) a 1 ml de ciclohexeno y agitar.

Observar e interpretar los resultados. Escriba la reacción.

## **A N E X O 6.**

### **DETERMINACION DE CONSTANTE CINETICA Y ORDEN DE REACCION (protocolo original y propuesta)**



## VERSION ORIGINAL

### 4.- CONSTANTE CINETICA Y ORDEN DE UNA REACCION

#### MATERIAL UTILIZADO

- 2 pipetas volumétricas de 50 ml.
- 1 Erlenmeyer de 50 ml.
- 1 agitador.
- 9 erlenmeyer de 150 ml.
- 1 bureta de 50 ml.
- Frasco gotero.
- 1 cronómetro.
- 1 soporte.
- pinzas de bureta.
- termómetro de 0 a 110 °C.

#### PROCEDIMIENTO

Con una pipeta volumétrica se toman 50 ml. de KI 0.20 M y se ponen en un Erlenmeyer de 50 ml., se pone el mismo volumen de persulfato de potasio 0.10 M en un Erlenmeyer de 125 ml. Se agrega el yoduro en el persulfato y se empieza a medir el tiempo.

Mezclar muy bien las soluciones con un agitador. Se toma una muestra de 10 ml. y se agregan en un Erlenmeyer de 125 ml el que contiene hielo y agua ( para detener la reacción ). El yodo liberado se titula rápidamente con un tiosulfato 0.10 M agregando almidón cerca del punto final. Tomar cinco muestras a intervalos de cinco minutos cada una.

Repetir el experimento utilizando soluciones 0.10 M de yoduro y 0.05 M de persulfato preparados por dilución de las soluciones originales. Toman siete muestras a intervalos de 10 minutos cada una.

Anotar la temperatura ambiente.

#### Cuestionario Experimental.

- 1.- Graficar  $1/(a-x)$  contra tiempo en segundos.
- 2.- Determinar la constante cinética en cada caso.
- 3.- Diferencia entre orden y molecularidad de una reacción.
- 4.- Reacciones que se llevan a cabo.
- 5.- Conclusiones.
- 6.- Bibliografía.

## VERSION PROPUESTA

### FORMATO 1.

DETERMINACION DE CONSTANTE  
CINETICA Y ORDEN DE REACCION.

PRACTICA 2 SEM. 7 EST.2

### OBJETIVOS.

1. El alumno demostrará entendimiento y habilidad para determinar la constante cinética y el orden de una reacción dada.
2. El alumno demostrará entendimiento de la influencia de la concentración en la velocidad y orden de reacción.

### INDICADORES.

1. El alumno analizará y resolverá un problema experimental dado por pasos en el que se requiere determinar la constante cinética y el orden de reacción.
2. El alumno (por equipo y dividido en dos grupos para cada corrida) correrá la reacción con dos valores de concentración distintas comparará el efecto de estas en la velocidad de reacción y concluirá respecto a la influencia de la concentración en la velocidad de reacción.

### ACTIVIDADES.

El alumno observa un "avance" del trabajo que se va a realizar en la práctica.

El alumno explica con sus propias palabras por escrito (y después discute con el profesor) los conceptos teóricos involucrados en la práctica: velocidad y orden de reacción, molecularidad, constante cinética, etc.

El alumno explica con sus propias palabras por escrito (y después discute con el profesor) la influencia de la concentración en la velocidad y orden de reacción.

El alumno (por equipo) establece la secuencia de pasos para resolver el problema experimental teniendo en cuenta las suposiciones pertinentes, así como las condiciones de experimentación.

El alumno por equipo divide el trabajo por partes entre los integrantes del equipo.

El alumno es guiado en las primeras titulaciones por el profesor para así trabajar de manera correcta.

El alumno relaciona y verifica los conceptos teóricos con lo que ve en práctica.

El alumno reporta en base al trabajo propio y de sus compañeros, por lo que debe reforzar su sentido de responsabilidad.

#### **PRUEBAS.**

##### **CUESTIONARIO PREVIO:**

1. ¿Qué es velocidad de reacción y cómo se representa matemáticamente en forma general en función de la concentración de  $n$  reactivos?
2. ¿Qué es orden de reacción y de qué factores depende?
3. ¿Cómo afectan las concentraciones iniciales de los reactivos en la velocidad de reacción?
4. ¿Qué utilidad tienen la constante cinética y el orden de reacción?
5. Escribe la reacción balanceada en el programa.

##### **RESOLUCION AL PROBLEMA:**

En esta parte, el alumno contestará y justificará con datos la respuesta al problema planteado al inicio de la práctica utilizando las herramientas necesarias tales como métodos numéricos, gráficas, etc. El reporte experimental se entrega al final de la misma práctica con la estructura siguiente:

1. Objetivo.
2. Respuestas al problema.
3. Justificación.
  - a) Condiciones y suposiciones para la experimentación, escribir reacciones: enlistar las variables principales
  - b) Descripción detallada y por pasos los cálculos a realizar para obtener resultados.
  - c) Datos obtenidos, cálculos y resultados analíticos y gráficos.
4. Observaciones.

##### **CUESTIONARIO EXPERIMENTAL:**

La aplicación de este cuestionario se realizará al final de la práctica en base a los aspectos de mayor atención en el desarrollo de esta, así como a los objetivos de aprendizaje planteados de antemano.

##### **BIBLIOGRAFIA: (7), (28)**

## **FORMATO 2.**

**DETERMINACION DE PRACTICA 2 SEM. 7 ESTILO 2  
CONSTANTE CINETICA Y  
ORDEN DE REACCION.**

### **OBJETIVOS.**

1. El alumno resolverá un problema experimental con el fin de determinar el la constante cinética y el orden de una reacción dada.
2. El alumno comprenderá la influencia de la concentración en la velocidad y orden de reacción.

### **PROBLEMA.**

En un cuestionario experimental de cinética química se preguntó cuál era el orden de la reacción de persulfato de potasio con yoduro de potasio, también se preguntó la manera en que las concentraciones iniciales afectaban el orden de reacción. Después de entregar su reporte, dos alumnos discutían los resultados: uno decía que la reacción era de segundo orden, también decía que si las concentraciones iniciales de los reactivos aumentaban, el orden y por tanto la velocidad de la reacción también aumentaban. El otro alumno decía que la reacción era de primer orden y que las concentraciones iniciales en nada afectaban el orden.

1. ¿Cuál de los dos alumnos estaba en lo correcto, demuestre con datos?
2. ¿Cuál es el valor de la constante cinética  $k$  que debieron obtener?

### **PROCEDIMIENTO.**

1. Se divide al grupo en dos secciones: una trabaja con concentraciones altas de los reactivos y la otra con concentraciones bajas.
2. Dentro de cada sección se ponderarán los resultados de los equipos que trabajen en las mismas condiciones para utilizar de manera más provechosa la información generada.
3. Sigue la descripción del método de experimentación en el manual de cinética que ya tienes (ver en el complemento de este anexo).

### **REPORTE.**

1. Objetivos.
2. Respuestas correctas:
3. Justificación
  - a) Condiciones y suposiciones para realizar la experimentación, escribir las reacciones: enlista las variables que vas a controlar y cómo lo harás.
  - b) Descripción detallada y por pasos para obtener resultados.
  - c) Datos obtenidos, ecuaciones y cálculos, resultados, gráficas, etc.
4. Observaciones y comentarios de los resultados.

**BIBLIOGRAFIA: (7), (28)**

## **ANEXO 7.**

### **CROMATOGRAFIA EN CAPA FINA Y COLUMNA (protocolo original y propuesta)**

## VERSION ORIGINAL

### LABORATORIO DE QUIMICA ORGANICA

#### PRACTICA No. 6.

#### CROMATOGRAFIA EN CAPA FINA Y EN COLUMNA

##### OBJETIVO:

Conocer la cromatografía como una técnica valiosa para separar mezclas de compuestos.

Determinar pureza e identificar sustancias químicas.

##### MATERIAL

1 Bureta de 50 ml.  
3 Vasos de pp 100 ml.  
Portaobjetos.  
Capilares.  
1 Embudo.  
2 Matraz Erlenmeyer.  
Frascos de Gerber con tapa  
Papel filtro.  
Trozo de algodón.

##### REACTIVOS.

Gel de sílice para columna.  
Gel de sílice para placa.  
Hexano.  
Acetona.  
Metanol.  
Acetato de etilo.  
Cloroformo.  
Benceno.  
Etanol del 96%.  
Esopropanol.

##### METODO

**FORMACION DE PLACAS CROMATOGRAFICAS:** Tome por los cantos, con el dedo pulgar e índice, dos portaobjetos limpios, exentos de grasa y unidos por una de sus caras ( para limpiar los portaobjetos, sumerjalos previamente en mezcla crómica, y después enjuaguelos con agua destilada); sumerjalos en cuestión de segundos en una suspensión de gel de sílice en acetato de etilo. Seque la película de gel de sílice de aproximadamente 0.3 mm de espesor al aire y separe los portaobjetos.

Con ayuda de un capilar, aplique una gota fina de la mezcla de sustancias por separar a un cm del extremo interior de la placa y sin tocar la película del adsorbente para no estrellarla ( para lograr una separación más eficaz, se tiene que activar la placa, colocandola en la estufa 1 hr lo ideal es de 2 hrs a 60 °C).

Coloque dentro de un frasco de boca ancha una tira de papel filtro previamente humedecida con el eluyente, y agregue al frasco una cantidad de eluyente tal, que

al introducir la placa, el líquido toque al adsorbente, pero no a la muestra problema.

Cierre el frasco y sin moverlo observe en el papel filtro la ascensión del eluyente, al llegar este a 0.5 cm del extremo superior del adsorbente, retire la placa del frasco, y con la punta de un lápiz, marque la altura alcanzada por el eluyente y delinie las manchas que aparezcan en el adsorbente, en caso de no observar manchas a simple vista, use un revelador.

Mida la distancia del punto de aplicación de la muestra problema al centro de la mancha y divida este entre la distancia del punto de origen de la muestra al nivel que haya alcanzado el eluyente, para calcular así el RF correspondiente.

Para seleccionar el eluyente ideal es necesario correr tantos cromatogramas como se requiera para lograr la separación óptima de los componentes de la mezcla problema.

Para esto haga uso del disolvente de menor polaridad del que disponga hasta llegar al de mayor polaridad, en caso de ser necesario, haga mezclas de disolventes en diferentes proporciones.

Una vez seleccionado el eluyente ideal, monte una columna cromatográfica con ayuda de una bureta a la que previamente se le coloca en el fondo un trocito de algodón (deberá humedecerse con el disolvente vehiculo, antes de adicionar la suspensión del gel de sílice), acto seguido introduzca con la ayuda de un embudo una suspensión de 10 - 15 gr de gel de sílice en 40 ml de disolvente, igual al usado para disolver el problema, evite la formación de burbujas de aire o grietas ( antes de vaciar a la columna, agite la suspensión de sílice durante 10 min para evitar burbujas de aire).

Al agregar la suspensión de sílice en la bureta esta deberá golpearse ligeramente para que las partículas se acomoden homogéneamente, o presionar el gel con una varilla achatada por uno de sus extremos. Deje salir el disolvente vehiculo hasta dejar 1 ml de él por encima del gel, evitando así que se seque la columna. Adicione 3 gotas o 0.5 ml (máximo) de la sustancia problema, enseguida el eluyente seleccionado en volúmenes de 5 ml en 5 ml, abra la llave de la columna para dejarle correr lentamente a través de ella, hasta que observe la separación correcta de los colorantes.

## VERSION PROPUESTA

### FORMATO 1.

CROMATOGRAFIA EN CAPA FINA Y  
COLUMNA

PRACTICA 6 SEM. 3 EST. 2

### OBJETIVOS:

1. El alumno demostrará conocimiento y entendimiento de la técnica de cromatografía en placa y columna, así como la relación entre estas técnicas.
2. El alumno demostrará entendimiento de las relaciones, influencia manejo y utilidad que existe entre las variables involucradas en las técnicas a tratar.
3. El alumno demostrará entendimiento de los conceptos de: eluyente, soporte, fase móvil y estacionaria, cromatografía,  $R_f$ , polaridad, etc.

### INDICADORES:

1. El alumno realiza varias corridas cromatográficas en placa para determinar cual es el eluyente adecuado para hacer la separación más detallada en columna.
2. El alumno explica con sus propias palabras las relaciones e influencia de las variables involucradas en las técnicas cromatográficas.
3. El alumno explica con sus propias palabras por escrito los conceptos de: eluyente, fase móvil, estacionaria,  $R_f$ , polaridad, etc.

### ACTIVIDADES:

El alumno conoce la relación entre la cromatografía en placa y columna y la aplicación de este conocimiento en el análisis cromatográfico.

El alumno conoce los criterios de selección de eluentes para la separación cromatográfica, de acuerdo a las características de las sustancias involucradas: polaridad, tamaño de partícula, etc.

El alumno explica la secuencia de pasos de la práctica.

El alumno se organiza para trabajar en equipo a partir de un tiempo fijo para montar el equipo.

El alumno monta los cromatogramas.

El alumno monta la columna tras elegir el eluyente adecuado a la muestra problema.



El alumno, relaciona y visualiza los conceptos teóricos de adsorción, cromatografía, etc. con lo que hace en la práctica.

El alumno verifica y después explica cuáles son las variables y las propiedades fisicoquímicas de las sustancias relacionadas con la técnica; su influencia en dicha técnica y cómo es tal influencia.

El alumno conoce y toma las medidas de seguridad pertinentes en el seguimiento de la práctica: uso de bata.

El alumno se interesa en su trabajo al seguir el ejemplo del profesor.

#### **PRUEBAS:**

##### **CUESTIONARIO PREVIO.**

1. ¿Qué es la cromatografía en placa y qué utilidad tiene?
2. ¿Qué es y en qué principios se basa la cromatografía en columna?
3. ¿Qué es el soporte, fase móvil y fase estacionaria?
4. De la siguiente lista de sustancias, ordénalas de mayor a menor en cuanto a polaridad: etanol, acetato de etilo, metanol, benceno, hexano, isopropanol, agua, cloroformo.
5. ¿Qué relación tiene la polaridad del eluyente con el desplazamiento de las sustancias?
6. ¿Cómo se define el  $R_f$  y qué utilidad tiene?

##### **CUESTIONARIO EXPERIMENTAL.**

Este cuestionario se plantea al final de la práctica, en relación a los objetivos de la práctica misma, así como los aspectos de mayor atención que se manejen o surjan en el transcurso de dicha práctica.

Preguntas opcionales a incluir:

- Explique como deshacerse de los reactivos en forma segura y contaminando lo menos posible.
- Ordene por orden de polaridad las sustancias eluentes utilizadas en la práctica.

**BIBLIOGRAFIA: (33), (12), (1)**

## **FORMATO 2.**

**CROMATOGRAFIA EN CAPA FINA Y  
COLUMNA**

**PRACTICA 6 SEM. 3 EST.2**

### **OBJETIVOS:**

1. El alumno demostrará conocimiento y entendimiento de las técnicas cromatográficas en placa y columna, su relación, las variables de influencia, así como los conceptos teóricos que se manejan en dichas técnicas.
2. Seleccionar el eluyente más adecuado mediante cromatografía en placa para realizar la separación en columna teniendo en cuenta los criterios de selección.

### **MATERIAL:**

Bureta de 50 ml  
Vaso de pp de 100 ml  
Portavajetas necesarios  
Capilares necesarios  
Embudo  
Matraces Erlenmeyer  
Frascos de Guerber con tapa  
Papel filtro  
Trozo de algodón

### **REACTIVOS:**

- |   |                            |
|---|----------------------------|
| 1 | Gel de sílice para columna |
| 3 | Gel de sílice para placa   |
|   | Hexano                     |
|   | Acetona                    |
| 1 | Metanol                    |
|   | Acetato de etilo           |
|   | Cloroformo                 |
|   | Benceno                    |
|   | Etolol al 96               |
|   | Isopropanol                |

### **METODO:**

Ver protocolo convencional en el complemento de este anexo.

**BIBLIOGRAFIA: (33), (12), (1)**

## **A N E X O 8.**

**PROPUESTAS Y MEJORAS QUE  
SE ESTAN REALIZANDO EN EL  
LABORATORIO DE  
INGENIERIA QUIMICA.**

## **ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS DE LA UNIVERSIDAD LA SALLE.**

A continuación se presentan algunos aspectos de innovación para el desarrollo de las prácticas de laboratorio. Esta es una propuesta del Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Ingeniería Química de la Universidad La Salle.

### **I. OBJETIVOS DE INNOVACION EN LA METODOLOGIA PARA PRACTICAS DE LABORATORIO.**

**1.1. Objetivo:** Se pretende que el alumno logre un aprendizaje tal que adquiera conocimientos, desarrolle habilidades y adquiera o refuerce actitudes coherentes para su desempeño en el campo profesional. De esta manera el alumno incrementará su rendimiento al aprovechar al máximo su tiempo de experimentación frente al equipo. Esto se evaluará en los cuestionarios experimentales al final de la clase y en el reporte

#### **1.2. Flexibilidad:**

a) Si el alumno tiene las bases teóricas adecuadas, se procederá a la realización experimental: control, medida y registro de las variables pertinentes, toma de decisiones en el momento, realización de cálculos y contesta el cuestionario experimental.

b) Si no tiene las bases teóricas adecuadas, se restarán puntos a su evaluación, solicitará los manuales respectivos para ponerse al corriente y podrá realizar de igual manera el trabajo de práctica.

## **II. HERRAMIENTAS PARA LA PREPARACION DE LAS PRACTICAS DE LABORATORIO.**

**2.1. Utilización de manual** (anexo al equipo), textos y literatura especializada manejada por el alumno. El manual del equipo contendrá descripción del equipo, técnicas de arranque, operación y ajuste, medidas de seguridad.

**2.2. Diagramas de los equipos y sistemas:** DFP's y DTI's con listas descriptivas anexas, los cuales, serán entregados por los alumnos como parte de su reporte.

Estas herramientas son con el fin de conocer el equipo en cuanto a su estructura general, funcionamiento, arranque y paro, lo cual permite no solo un trabajo adecuado de los alumnos, sino que además les sirve para el desarrollo de nuevos objetivos para llevar a cabo prácticas alternas.

## **III. ESTRUCTURA BASICA DE LA SESION DE PRACTICA.**

**3.1. Cuestionario previo:** este se realiza con el fin de evaluar la preparación de los alumnos previa a la práctica. En base a los resultados podrá darse asesoría de acuerdo a los aspectos involucrados en dicha práctica. El reprobarlo causará baja en la calificación de la práctica o incluso su anulación. El cuestionario previo contemplará en forma muy general los siguientes aspectos:

\_\_\_ Bases teóricas del experimento a realizar: tipo de proceso unitario, ecuaciones de balance y diseño, etc.

\_\_\_ Técnica de arranque y operación.

\_\_\_ Medidas de seguridad en cuanto a:

1.-Equipo: arranque, operación, mantenimiento, instalación eléctrica, peligro de fuego, etc.

2.-Personal o alumnos: Heridas, quemaduras, protección física, ropa, primeros auxilios, etc.

\_\_\_ Datos a registrar: en base a las suposiciones y consideraciones pertinentes en relación al objetivo de la práctica se genera hoja de datos en la que se vacían los valores de las variables con las que se va a trabajar. Algunos datos son variables que se identifican directamente y otros son el resultado de la funcionalidad entre dichas variables.

\_\_\_ Variables involucradas: de operación: P, T, xi, yi, etcétera; de diseño del equipo: diámetros, capacidades, potencias, alturas, platos, mamparas, etcétera; de propiedades: densidad, viscosidad, Cp, etc.

3.2. **Asesoría:** esta se hará a lo largo de la sesión en base a los mismos aspectos tratados en el cuestionario previo pero de manera práctica.

3.3. **Trabajo durante la práctica:** el alumno realiza las actividades señaladas en el protocolo con asesoría pero sin ayuda del profesor.

3.4. **Contenido del Protocolo:** este contendrá el título y objetivos de la práctica en forma clara y precisa, técnicas de arranque y operación, medidas de seguridad, bases teóricas, variables a controlar, cálculos necesarios y bibliografía recomendada.

### 3.5. **Reporte de resultados.**

a) Hoja de resultados:

\_\_\_ En esta se presentan los valores de las incógnitas indicando las suposiciones en cuanto a las variables involucradas. No se deben repetir técnicas de arranque, procedimiento, descripción del equipo. El informe debe ser concreto y claro.

\_\_\_ Observaciones apartir las relaciones entre aspectos teóricos y experimentales.

\_\_ Sugerencias técnicas para prácticas alternas con otros objetivos, así como sugerencias para dar solución a los problemas planteados en la práctica por otros métodos, por ejemplo gráficos.

\_\_ Bibliografía propuesta en protocolo más sugerencias por parte del alumno.

b) A esta hoja de resultados se anexa en primer término las gráficas necesarias, así como esquemas de equipo indicando variables que fueron controladas.

c) En segundo término se anexan memorias de cálculo, indicando la secuencia lógica de estos para la resolución de los problemas experimentales planteados.

### **3.6. Problemas:**

Estos podrán ser incluidos en la sesión de práctica para resolver como tarea y entregar junto con reporte, o bien, aplicarlos a modo de examen después de un paquete de prácticas vistas relacionadas con un tema dado.

**UNIVERSIDAD LA SALLE**

**ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS**

**LABORATORIO DE INGENIERIA QUIMICA**

ESTIMADO (A) ALUMNO (A):

TU OPINION ES MUY IMPORTANTE PARA QUE NUESTRO LABORATORIO DE INGENIERIA QUIMICA FUNCIONE ADECUADAMENTE.

TE AGRADECERE CONTESTES LAS PREGUNTAS QUE A CONTINUACION SE ENLISTAN CON LA MAYOR VERACIDAD Y ESPIRITU DE COLABORACION.

1.- ¿LAS PRACTICAS REALIZADAS DURANTE EL PRESENTE SEMESTRE HAN SATISFECHO TUS EXPECTATIVAS ACADEMICAS?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ ¿POR QUE?

2.- CON RESPECTO A SEMESTRES ANTERIORES ¿HAS NOTADO AVANCE EN LA ORGANIZACION Y MEJORAMIENTO DE EQUIPOS DEL LABORATORIO?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ ¿POR QUE?

3.- ¿NOS PUEDES AYUDAR CON EL PROCESO DE MEJORA CONTINUA DEL LABORATORIO ENLISTANDO A CONTINUACION TUS SUGERENCIAS Y COMENTARIOS?



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. Abbott & Andrews, "Introducción a la Cromatografía", edit. Alhambra, España 1982, p. 61.
2. Brewstr, "Curso práctico de química orgánica", edit. Alhambra, México 1975.
3. Colegio de profesores de Ingeniería y Ciencias UIA, "Metodología de la enseñanza de las ciencias químicas y la ingeniería", Boletín del Centro de didáctica UIA, Primavera 86.
4. Cfr. Chehaybar y Kury e., "El profesor, coordinador sensibilizado (Técnicas para el aprendizaje grupal) Centro de didáctica, Difusión pedagógica, Comunicado 10 Julio 1992, ULSA.
5. Departamento de Ingeniería Química (UNAM), "Anteproyecto para el mejoramiento de la enseñanza experimental del laboratorio", F.Q. UNAM, Marzo 1991.
6. Ford LeRoy, "Design for teaching and training (A self study guide for lesson planning)", edit. Broadman Press, Nashville Tennessee 1978. En el contenido de esta obra se fundamenta el actual trabajo de tesis
7. Frost & Pearson R.G., "Kinetics & Mechanism", edit. John Dewey & Sons, EUA.
8. García Malo, "Un ejemplo de aplicación de los niveles de aprendizaje de Bloom a las matrices matemáticas", Boletín del Centro de didáctica UIA, Otoño 82.
9. Karlekar Bhalchandra V., "Transferencia de calor", edit. Interamericana, México 1986, 2ª edición. cap. Transferencia de calor a régimen no permanente.
10. Kern Donald Q., "Procesos de transferencia de calor", edit. Continental, México 1989, p. 20 ss y 62 ss.

11. Lancaster O., "Do we believe in laboratories?", Engineering Education, January 1978, p.289.
12. Lederer Edgar, "Cromatografía: revisión de preincipios y aplicaciones", edit. El Ateneo, Argentina 1960, p. 26-33, 47-50.
13. Lindenlaub & Russell, "Getting started on improving instruction", Engineering Education, February 1980.
14. Maron & Prutton, "Fundamentos de Físicoquímica", edit. Limusa, México 1977, cap VIII. p. 280.
15. Mendenhall William, "Introducción a la probabilidad y estadística", edit. Iberoamérica, México 1982, p. 446-450, 451-454.
16. M. Morris, "Creative thinking. The new approach", Hydrocarbon Processing, September 1975.
17. Morrison & Boyd, "Química Orgánica", edit. Addison-Wesley-Iberoamericana 4ªed., México 1987, cap: "Reacciones de alcoholes".
18. Muñoz Batista J., "Reflexiones Universitarias 16 (Nuestra filosofía)", Universidad La Salle de México, Junio 1992, cap.6, p. 46-49.
19. Ponencia IMIQ en XXVII Convención del IMIQ, "Perfil del Ingeniero Químico en el Siglo XXI", Educación Química, Julio 1989, p. 14,16-19.
20. Reporte IMIQ 2000 XXIX Convención Nacional, "Perspectivas y oportunidades de desarrollo de la Ingeniería Química en México".
21. Rice Stephen, "Objectives for engineering Laboratory instruction", Engineering Education, January 1975, p.285.
22. Rugarcía T. Armando, "Sobre las habilidades y su desarrollo en la educación de ingenieros", Revista del IMIQ, Sep-Oct 1989, año XXXI, Vol 11 p 27.

23. Rugarcía T. Armando, "Innovación en la enseñanza de los laboratorios de Ingeniería Química", Boletín del Centro de didáctica UIA, Verano 90.
24. Rugarcía y García, "Perfil del maestro motivante y desmotivante en las carreras de ingeniería", Boletín del Centro de didáctica UIA, Verano 85.
25. Sarmiento S. y García R., "Los aportes de Piaget a la educación", Suplemento Gaceta ENEP, Mayo 10 1992.
26. Sarramona López J., "Investigación y estadística aplicadas a la educación", edit. Ceac, Barcelona 1980, p.160-195.
27. Tadmor Z., "Requerimientos curriculares para la Ingeniería Química del futuro", Educación Química, Julio 1989, p.7.
28. Urzquiza, "Experimentos de fisicoquímica", edit. Limusa-Wiley, México 1969.
29. Valiente B. Antonio, "La enseñanza experimental en la carrera de Ingeniería Química", boletín educativo Fac. Química UNAM.
30. Villarreal Dominguez, "Diseño estructural de objetivos académicos", Unidad de planeación, F.Q. UNAM, 1985, p.27-43, 44-53, 74.
31. Walpole Ronald E., "Probabilidad y estadística para Ingenieros", edit. Iberoamerica, México 1984, p. 252-268, 363-377.
32. Wasna María, "La motivación, la inteligencia y el éxito en el aprendizaje", edit. Kapeluz, Buenos Aires 1974, cap: "La motivación".
33. Willard Merrit, "Métodos instrumentales de análisis", edit. CECSA, México 1990, cap. 15 p. 451.