

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



TRABAJO DE GRADUACION

INTRODUCCION A LAS PRACTICAS DE LABORATORIO  
EN QUIMICA GENERAL Y DISEÑO DE  
UN **MODELO** OPERACIONAL

PRESENTADO POR:

**Mario Héctor Mena Aguilar**

PREVIA OPCION AL TITULO DE  
**Licenciado en Química**



Mayo de 1988

T  
542.1  
M535i

Ej. 1

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

R E C T O R.

LICENCIADO LUIS ARGUETA ANTILLON

S E C R E T A R I O

INGENIERO RENE MAURICIO MEJIA MENDEZ

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

D E C A N O

DOCTOR FRANCISCO MANUEL CASTILLO S.

S E C R E T A R I A

DOCTORA AMINTA ACEITUNO DE KAFIE



A S E S O R E S

DOCTORA RINA YOLANDA GUERRERO DE LARA

DOCTOR RAFAEL CASTRO SCHOTT



JURADO CALIFICADOR

DOCTORA ELDA CONSUELO CALDERON DE CASAMALHUAPA

LICENCIADA MARIA GEORGIA GOMEZ DE REYES

DOCTORA ANA ESTELA SAAVEDRA DE HERNANDEZ

## RECONOCIMIENTO

### AL CUERPO DE ASESORES:

Doctora Rina Yolanda Guerrero de Lara

Doctor Rafael Castro Schott

### AL JURADO DE APROBACION:

Doctora Ana Estela Saavedra de Hernández

Doctora Elda Consuelo Calderón de Casamalhuapa

Licenciada María Georgia Gómez de Reyes

### AL CONSEJO DE TRABAJOS DE GRADUACION:

Doctora Eva Aída Bellegarrigue de Rodríguez

Licenciada Liliam Carreño de Montano

Licenciada Rosa Lila Girón Joya

Licenciada Rhina Antonieta Toledo

### A LOS COLABORADORES:

Licenciado Mauricio Orantes

Licenciado Orlando Canjura Urrutia

Señor Jorge Alberto Echeverría

Señor Roberto León Barahona

Y a todos mis compañeros docentes y estudiantes que  
ayudaron a mejorar la calidad de este proceso.

# INDICE

PÁGINA No.

ANTECEDENTES . . . . .	I
OBJETIVOS . . . . .	II
INTRODUCCION . . . . .	III
CAPITULO I	
METODOLOGÍA DE LA CIENCIA . . . . .	6
CAPITULO II	
BREVE INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA . . . . .	25
CAPITULO III	
TÉCNICAS BÁSICAS DE LABORATORIO . . . . .	63
CAPITULO IV	
DISEÑO DE UN MODELO OPERACIONAL PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO . . . . .	107
CAPITULO V	
COMUNICACIÓN DE LAS EXPERIENCIAS QUÍMICAS . . . . .	157
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .	182
APENDICES . . . . .	188
BIBLIOGRAFIA . . . . .	202

## ANTECEDENTES .

Para escribir este trabajo se ha tenido en cuenta la potente necesidad de los estudiantes de la química de mejorar los procedimientos de aprendizaje de las prácticas de laboratorio. Uno de los propósitos del trabajo se basa en comunicar y aplicar el método científico a través de la dinámica participativa en estudiar la ciencia haciendo ciencia.

Ahora bien, si es verdad que todo en el mundo se mueve por cambios físicos y químicos, ¿porqué no fomentar las prácticas de laboratorio? ¿De qué manera los estudiantes podrán diseñar y crear sus propias guías experimentales? ¿Porqué la química resulta difícil de aprenderse? ¿Qué de sus métodos? Estas interrogantes fueron las principales que motivaron la selección del tema.

Es oportuno afirmar que nuestro proceso educativo actual demanda una profundidad en el pensamiento crítico, reflexivo, creativo y participativo. Es por ello que es necesaria una metodología que retome los aspectos teóricos y los aplique aún más a la comunidad, estableciendo a la química experimental como medio de transformación del hombre.

OBJETIVO GENERAL.

Proponer una metodología para el aprendizaje de la química experimental para estudiantes de primeros años universitarios.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

Presentar los aspectos básicos del método científico aplicado a la química general.

Identificar los elementos de la investigación científica como base para el trabajo experimental de la química.

Proporcionar conocimientos básicos sobre las técnicas y normas de seguridad de laboratorio para llevar a cabo la comprobación de los fenómenos fisicoquímicos.

Elaborar el diseño de prácticas de laboratorio con "Metodología Activa" (PRACT), que conduzcan al mejor aprendizaje de la química.

Valorar la importancia que tiene el estudio de la química experimental para el logro de un profesional consecuente a las necesidades de la comunidad.

## I N T R O D U C C I O N .

El propósito de toda experiencia de laboratorio consiste en llevar a cabo operaciones, hacer mediciones y observaciones que proporcionen evidencia necesaria para confirmar, refutar o modificar, establecer ideas concernientes al mundo físico y químico que nos rodea.

Esta compleja actividad es necesaria y de suma importancia para el desarrollo científico, industrial y tecnológico en nuestro país.

Por otro lado, en el campo académico las prácticas de laboratorio son un complemento con la teoría general y específica de las ciencias químicas, fortaleciendo así el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Una de las finalidades de este trabajo es la introducción al método científico aplicado a la química general como ciencia experimental; para esto se incluyen brevemente nociones metodológicas, técnicas, instrumentales y ciertas precauciones de seguridad, enmarcadas dentro de la presentación de un modelo operacional que podría ser uno de los más adecuados para el ejercicio de la investigación en la química.

La labor es larga, pero es imperiosa la necesidad de nuevas tendencias metodológicas para mejorar el sistema de enseñanza-aprendizaje de la química, los cuales han de ser transformados en beneficio para la industria y tecnología nacional.

La presente obra responde a dicho problema educativo, comenzando con un enfoque a la METODOLOGIA DE LA CIENCIA (Capítulo I), incluyendo su objeto, estructura y otros aspectos importantes.

El capítulo II, trata sobre la descripción esquemática de la METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION QUIMICA, la cual puede ser utilizada urgentemente desde los primeros años de estudio hasta el momento de presentar trabajos de investigación pura o aplicada.

Es decir, el método se puede adaptar a proyectos pequeños como también para trabajos de Tesis.

Para todo lo anterior, es lógico y primordial comenzar con las TECNICAS OPERACIONES DE LABORATORIO (Capítulo III), de mayor uso en el área de la química general.

Y como un estímulo a la creatividad científica, el

Capítulo IV presenta un DISEÑO OPERACIONAL o forma de llevar a cabo las prácticas de química, teniendo en cuenta lo mencionado en cada uno de los apartados anteriores a éste.

De mi parte, creo que el quehacer del científico se anularía sin una adecuada COMUNICACION DE LAS EXPERIENCIAS QUIMICAS; siendo los reportes de laboratorio lo más eficaz y común (Capítulo V).

No cabe duda de que, pese a los grandes avances en la educación, sigue siendo significativo el número de estudiantes con problemas en el aprendizaje de la Química Experimental, por ello; y para ayudar a éstos fue preparado este trabajo con la aportación metodológica más dinámica posible.

CAPITULO I

METODOLOGIA DE LA CIENCIA.

## CAPITULO I

## METODOLOGIA DE LA CIENCIA.

## 1.0. ¿QUE ES LA CIENCIA?

Cuando al conocido profesor Richard P. Feynman, ganador del premio n6bel de la f6sica 1/ le preguntaron acerca de la ciencia, en la D6cima - Cuarta Convenci6n Anual de la Asociaci6n Nacional de Profesores de Ciencias de los Estados Unidos; respondi6 con una f6bula: "Caminaba alegre un - ciempi6s cuando un sapito le pregunt6: ¿Cu6l pie pones primero y cu6l colocas despu6s? Pregunt6n - dole el ciempi6s c6mo hago yo al caminar? se le trabaron sus pies y a un hueco fue a parar".

La forma de responder es muy elocuente y nos lleva a reflexionar si la ciencia comienza en - niveles superiores e inferiores de la ense1anza - aprendizaje.

---

1/ Su trabajo N6bel lo realiz6 sobre la Ecuaci6n de la Teor6a Electrodin6mica junto con Sin-Itiro Tomonaga y Julian Schwinger.

Es de observar que la naturaleza no dá saltos y que todo lo que es la ciencia resulta muy amplia y cuando se está haciendo ciencia de instante en instante, de tenerse a dar una definición sería un atrazo, al progreso cognositivo del proceso, pues la ciencia es todo lo que interrelaciona hombre-naturaleza, que a lo largo de un proceso histórico explica su fenomenología existente en constante devenir.

Esta fábula nos recuerda el Principio de Incertidumbre de Heissenberg que menciona lo difícil de determinar al mismo tiempo la posición y la velocidad del electrón. Cuando nos ponemos a pensar en su posición, es tan alta su velocidad, que cambia instantáneamente de lugar. Así es la ciencia si nos detenemos un momento, el progreso de ella nos deja demasiado lejos de la actualización de los conocimientos.

La mayoría de las personas vivimos observando fenómenos desde muy temprana edad, pero la falta de orientación y conocimiento dificulta del "hacer y quehacer científico".

En otras palabras ciencia es "Un sistema de conocimientos en desarrollo, los cuales se obtienen mediante los correspondientes métodos cognoscitivos y se reflejan en conceptos cuya veracidad se comprueba y demuestra a través de la práctica social" 1/

A partir de los fenómenos del mundo físico o espiritual se transforma la realidad en beneficio de la sociedad con una producción de hipótesis, teorías y leyes que describan los procedimientos y métodos de investigación.

Según lo anterior, cabe preguntarse cuando es necesario hacer ciencia? en los primeros años de educación primaria o en los últimos niveles?

En la educación superior se corre el riesgo algunas veces, de hechar adelante el proceso de enseñanza-aprendizaje sin el conocimientos de la realidad, de los nuevos perfiles profesionales, la metodología más adecuada, con los nuevos instrumentos de laboratorio, etc...

1/ Bibliografía: Pardini, Felipe; Metodología y Técnicas de Investigación en Ciencias Sociales. 26ª. Edición, Siglo veintiuno editores, 1978. México.

de tal manera que dicho proceso se moldea con solo LO QUE ENSEÑA LA CIENCIA y lo que podemos aprender por la EXPERIENCIA, no se toma en cuenta con fines de completar bien sus objetivos o metas, y sea CREANDO O INNOVANDO aspectos generales y específicos de estudio.

#### 1.1 RASGOS GENERALES DE LA CIENCIA.

El concepto de ciencia está constituido por verdades objetivas que señalan conocimientos científicos para diferentes disciplinas. Es decir la posesión de datos confirmados acerca de los fenómenos materiales y espirituales que redunden en reflexiones en la conciencia humana.

Los conocimientos científicos, no responden únicamente a la pregunta: ¿Cómo? sino también el por qué se realizan mediante hechos respaldados por leyes, la prevención de diferentes fenómenos, objetivos y actividades. Esta previsión permite controlar y dirigir el proceso.

El criterio que rige a cualquier ciencia es común: determinar la materia a investigar, y elaborar los conceptos correspondientes establecer la ley fundamental y descubrir el principio o crear las teorías que permitan explicar gran número de casos.

Así la química siendo una ciencia muy antigua ha evolucionado hasta nuestros días mediante la comprobación de leyes físicas y químicas de nuestra realidad.

## 1.2 LA QUÍMICA COMO CIENCIA.

La química es la rama de ciencia que tiene por objeto estudiar la composición, propiedades, estructuras internas y la transformación de la materia.

La química usa el razonamiento inductivo y posteriormente el deductivo, o bien primero deduce y luego induce, para llegar a construir la hipótesis, que se han de comprobar con la ayuda de la

observación directa y/o sistematizada. Además la relaciona, compara, fórmula, aplica la matemáticas, mide, clasifica. infiere, predice ... hasta establecer la explicación de la transformación de los fenómenos y luego postular sus LEYES QUIMICAS.

La inducción basa en el principio de la universalidad de la naturaleza justificada por la experiencia de todo el mundo. Por ejemplo la reacción entre un ácido y una base generará sal y agua como productos de reacción en cualquier punto geográfico cumpliéndose así su carácter universal.

Los fenómenos físicos son diferentes a los químicos, pero ambos se interrelacionan, así la física en determinado momento se interesa por desplazamiento de las partículas atómicas (velocidad, tiempo, masa, momentos, etc.), pero en química.

se ven las partículas atómicas en su relación con otras, con el propósito de crear nuevas estructuras químicas. Lo anterior no omite que en algunos instantes estaremos hablando de fenómenos físicoquímicos abarcando así ambos puntos de estudio.

La teoría en un modelo fundamental implica ideas o supuestos básicos. Si la teoría concuerda con la variación experimental de las variables, se adquiere el carácter comprobativo de la ley. De ahí que la importancia de la TEORIA es proporcionar una visión amplia al COMO y PORQUE se producen los fenómenos químicos, pasando por la práctica.

### 1.3 EL METODO CIENTIFICO APLICADO A LA QUIMICA.

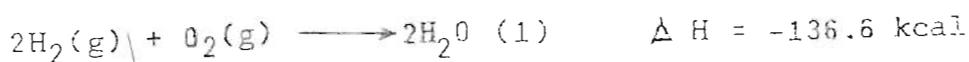
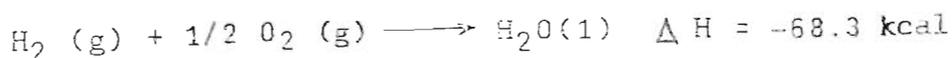
Una pregunta frecuente al comenzar un estudio, es la siguiente:

¿Que pretende tal ciencia? ¿Qué se propone y como se llevarán a buen término los procesos? -

¿Qué campos de aplicación se obtendrán?

La química como cualquier otra disciplina utiliza el método científico, evidentemente es el camino para hacer descubrimientos; a tal grado que se propone describir y explicar los fenómenos químicos. Para describir un hecho lo aísla, disocia, opera una ruptura, un cambio, dentro de una serie de condiciones naturales.

Lo anterior nos encamina al uso de LEYES EXPERIMENTALES. La ley experimental es la expresión de una relación constante entre fenómenos. Citemos una de las leyes de la termoquímica; la cual se expresa en términos de  $\Delta H$  (delta H) o cambio en el contenido calorífico de una reacción química: por ejemplo, la proporcionalidad de la entalpía con la masa, " $\Delta H$  es directamente proporcional a la cantidad de sustancia que reacciona o es producida en la reacción". Así - si duplicamos los coeficientes en una ecuación, el valor de  $\Delta H$  también se duplica. Por ejemplo:



En la observación sistemática el químico no interviene en el fenómeno en estudio, pues solo adopta el papel de espectador u observador acucioso, con conocimiento de causa, mientras que en la experimentación, él altera de manera intencionada hasta poner bajo "UN CONTROL" los fenómenos. La química como cualquier otra ciencia utiliza la deducción y la inducción. Es necesario a veces emplear una combinación de ambos métodos (de lo particular a lo general y de esto a un caso particular nuevo), a esta combinación se le conoce con el nombre de Método Hipotético Inductivo-Deductivo, del cual saldrá una tentativa (HIPOTESIS) a un experimento o problema químico, así el siguiente caso:

- i) Cualquiera sal de sodio, bajo la prueba de la llama arderá presentando un color amarillo.
- ii) Esta muestra ROCOSA (encontrada en una mina) es una sal de sodio.

iii) De donde dicha muestra, al ser puesta en contacto con la llama (mechero) deberá arder con una llama amarilla.

Se nota en el literal (iii), que esta es una hipótesis, lograda por deducción, partiendo de lo general (literal i) al particular enunciando que puede mostrarse como falso o verdadero, solamente con base en la experiencia.

Por otro lado si se utiliza la inducción se partirá del literal (iii) para averiguar el grado de verdad en el literal (i).

En conclusión en química se emplean ambos métodos, como resultado de las observaciones y los experimentos.

La característica fundamental es la de plantear explicaciones de los fenómenos en estudio de manera corroborable, esto es: cualquier enunciado químico, ley, teoría o hipótesis, será o tendrá que ser demostrada como verdadero o falso hasta formar la realidad concreta.

ta. Así mismo la explicación científica (teoría o ley) enfoca los enunciados de una relación invariable entre dos o más parámetros; así para el caso de la velocidad de una reacción química esta dependerá de la variación en la concentración de los reactivos que interactúan o bien de mayor a menor rapidez con que se forman los productos de la reacción. En este fenómeno intervienen dos variables la velocidad de reacción y la concentración de las sustancias.

El método científico puede considerarse como la teoría de la investigación, agregando el cómo y porqué de tal actividad; cuya principal característica es la dependencia directa, de la experiencia para demostrar el grado de verdad de los enunciados, leyes, teorías, identificando a la química como una ciencia experimental. Supongamos por un momento que estamos interesados en conocer el proceso de cultivo de un cristal. La manera más simple de hacerlo es colocar dentro de un recipiente transparente una solución sobresaturada de sulfato de cobre pentahidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ). Así, observando periódicamente (diariamente durante unos 15

días) podremos registrar los cambios de crecimiento en los cristales. A este tipo de procedimientos se les llama observación sistemática, y una de las mejores formas de llevarla a cabo es mediante el uso de hojas de recolección de datos o cuaderno de registros con sus respectivas fechas de inicio, título, lugar de la experiencia, temperatura, observaciones numeradas, sobre el tamaño, color, ángulos, lados o caras del cristal, etc.

Ahora bien, si empezamos a variar grados de concentración, nuestro interés se centralizará en saber que efectos tendrá sobre la formación del cristal. Aquí ya no se está procediendo por observación sistemática; por el hecho de haber variado, o haber introducido un factor variable. Se dice que se está experimentando. Así la diferencia entre la observación sistemática y la experimentación, resulta evidente; para la primera se mantienen las condiciones naturales en estudio y en la segunda estas condiciones se ven alteradas con el fin de conocer los cambios (lados, alturas, ángulos, forma, etc.), que tal alteración produce el tópicó de

estudio. Como es obvio, el químico investigador selecciona el factor que se ha de alterar y controlar, a este tipo de factores se les conoce con el nombre de variables independientes.

El término variable se refiere al hecho de que estos pueden adoptar valores diferentes (en nuestro ejemplo la concentración y el tipo de cristal). Además de la variable independiente existen las variables dependientes y las variables extrañas, la primera es el cambio provocado en el sujeto o CRISTAL en estudio por la variable independiente es decir, los resultados producidos por la variación de la concentración (factor), de manera controlada por el experimentador y que pueden en alguna forma, afectar los resultados en el tamaño del cristal. En nuestro ejemplo, los diferentes tamaños posibles provocados por la concentración química (variable independiente) sobre el proceso de crecimiento del cristal, constituyen la variable dependiente. Las variables extrañas son los eventos que acontecen al azar, es decir sin control por parte del investigador y pueden afectar los resultados. Tales como suciedad dentro del recipiente de crecimiento, sismos durante el

proceso de crecimiento del cristal; y en estos casos es muy probable que las conclusiones a que se lleguen carezcan de validez.

De igual manera, debe suponerse que si el químico no controló la calidad o pureza de la sal disuelta, dará un crecimiento defectuoso, lo que significaría introducir una variable extraña más al experimento.

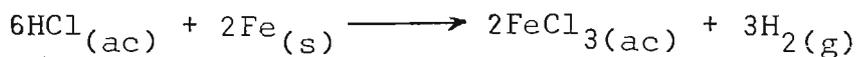
En conclusión, se tiene que el principal problema y característica de la experimentación (METODO EXPERIMENTAL), es el control que permita estar seguro que la variable dependiente es función única de la variable independiente. En química general, siempre es necesario tener un marco de referencia (datos teóricos, gráficas de solubilidad, etc.) con el cual comparar los resultados. Con frecuencia en la experimentación química se preparan soluciones patrones como una base para la investigación subsiguiente.

Según Stuart Mill, los diferentes procedimientos de experimentación se logran bajo los siguientes métodos:

- 1) Concordancia
- 2) Diferencia
- 3) Variaciones concomitantes
- 4) Resíduos

### EL METODO DE CONCORDANCIA.

Consiste en comparar reacciones numerosas y tan diferentes como sea posible, que relaciona a la sucesión de aspectos que el químico quiere estudiar aislándolos de los demás, por ejemplo: suponer varios hechos como las reacciones de los metales (Cinc, hierro, etc.) con el ácido clorhídrico, siempre se observará lo siguiente:



Aquí las reacciones anteriores concuerdan entre sí, con la producción de hidrógeno gaseoso independiente-

mente del tipo de metal usado.

Esto es causa y efecto. Siempre que un metal reaccione con un ácido se obtendrá en todos los casos hidrógeno-gas.

#### EL METODO DE DIFERENCIAS.

Consiste en separar casos tan semejantes como es posible, de los cuales unos presentan, y otros no, el fenómeno estudiado. Significa también "eliminada la causa, desaparece el efecto", así para encontrar el punto de ebullición del agua (EFECTO) se necesita que su presión de vapor, sea igual a la presión atmosférica y esto se logra con el aumento de la temperatura (que viene a ser la medida del calor; su causa). El método nos llevaría a concluir que si se quita la fuente de calor no se alcanzaría el punto de ebullición del agua (efecto). En otras palabras si "se quita la causa desaparece el efecto".

Otro ejemplo sería que si la causa de que los cuer

pos de diferentes densidades, caigan a diferentes velocidades, sea la resistencia del aire (fuerza contraria a la caída libre), entonces al suprimir ésta (haciendo el vacío) los mismos cuerpos han de caer con la misma velocidad y al mismo tiempo; la omisión de la fuerza es el desaparecimiento de la causa, quedando completamente dichos cuerpos en el vacío.

#### EL METODO DE LOS RESIDUOS.

Consiste en realizar dos operaciones: la primera en contrar los elementos de un compuesto, mientras que la segunda analiza el residuo (lo que queda) después de efectuar la primera operación. Su aplicación se nota en las separaciones de mezclas, identificación de cationes, aniones, etc. ... Este método ha contribuido mucho al descubrimiento de los elementos.

#### EL METODO DE VARIACIONES CONCOMITANTES.

Indica las diferencias o características en el desau

rrollo de un fenómeno que concuerda con los de otro - factor o fenómeno. En otras palabras, al variar la - causa se varía el efecto. Como por ejemplo imaginémo nos un foco, con sus conexiones (electrodos) dentro de una solución de yoduro de potasio (KI) esta daría un - tipo de energía lumínica al conectarla con una fuente de energía eléctrica, denotando así: la fluidez o con- ductividad de los iones Yoduro ( $I^-$ ) y Potasio ( $K^+$ ). - Pero si hacemos el cambio por otra solución de ácido - acético, el poder será de menor intensidad lo que quie re decir que si cambiamos la causa, cambia evidentemen te el efecto.

CAPITULO II.

BREVE INTRODUCCION A LA METODOLOGIA  
DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA.

## CAPITULO II

### 2.0 BREVE INTRODUCCION A LA METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA.

Siendo la química la ciencia que se ocupa de to dos los cambios de estructura de la materia y cono ciendo la infinidad de problemas de descomposición, preparación y de utilización de estos materiales, la formación integral del químico exige abordar - los métodos que conduzcan a solucionar desde el - punto de vista teórico y práctico, la interpreta - ción de la realidad científica.

De aquí en adelante es urgente la armonización con los principios metodológicos de la investigación química en beneficio del conglomerado social.

¿Qué es la investigación? La investigación es búsqueda, descubrimiento, indagación de los procesos físico-químicos que se dan en la naturaleza.

Una importancia de la investigación química - hoy en día es la protección del medio ambiente la

cual se justifica por la contaminación ambiental. La tierra, el agua, el aire, han de estar en condiciones adecuadas para la conservación de nuestra salud. Así el interés radica en el aprovechamiento de los recursos naturales para lo cual la capacitación teórica-práctica construirá su desarrollo.

Esto debe comenzar en el campo universitario, extenderse hacia los centros de investigación (privados o nacionales) hasta lograr un servicio para la industria y tecnología del país.

Sin sorprenderse, puede decirse que la investigación comienza cuando falla la primera enciclopedia consultada para responder a una pregunta o para realizar una tarea, viéndose obligado a consultar varias fuentes de información.

Las personas dedicadas a la tarea de investigar han de poseer las siguientes cualidades:

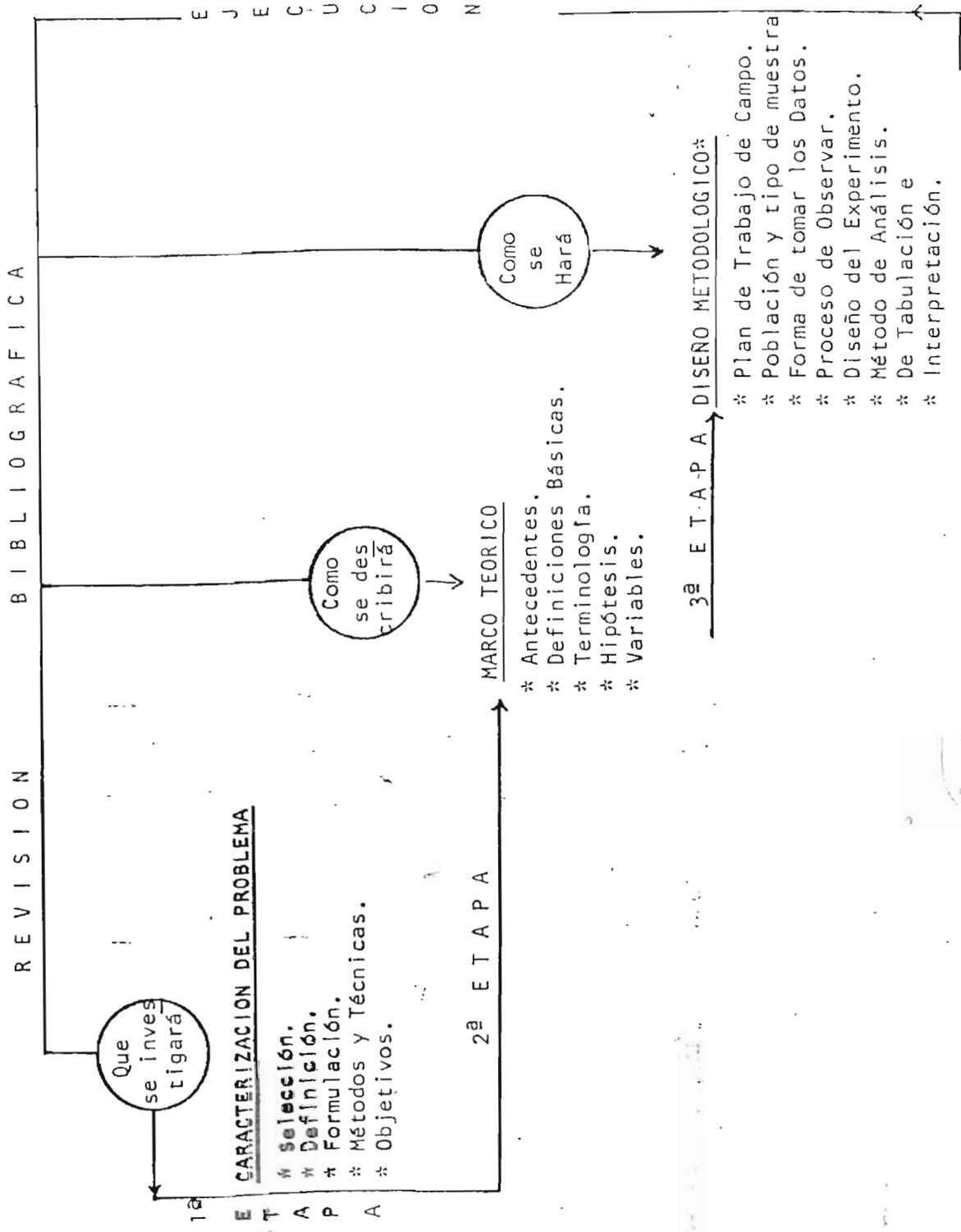
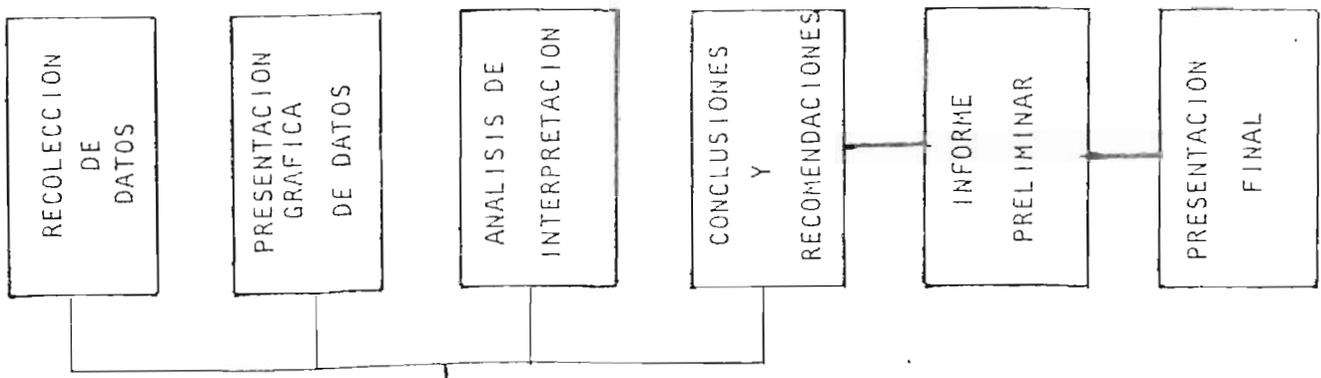
- 1) Capacidad de concentración y análisis

- 2) Conocimientos básicos y aplicación del tema a resolver.
- 3) Habilidades y destrezas
- 4) Facilidad de hacer suposiciones u observaciones con conocimiento de causas.
- 5) Voluntad, modestia e interés de servir a los demás.
- 6) Disposición de ejecutar, verificar y rectificar el proceso de actividades.
- 7) Satisfacción que le proporciona el hecho de que ese conocimiento al difundirse socialmente, revierte en mejoras para la sociedad.
- 8) Conocimientos de los métodos y técnicas de investigación

Es oportuno señalar que en toda investigación implementa un ordenamiento en la planificación y ejecución; según el esquema de tres etapas así:

- 1a. Etapa : Caracterización del problema
- 2a. Etapa : Marco teórico
- 3a. Etapa : Diseño metodológico

(Vea una ampliación en la página siguiente).



\* Es conocido también como procedimiento, Método de operación y significa las estrategias a usar para comprobar la hipótesis. Es el cómo se hará la investigación.

PRIMERA ETAPA: CARACTERIZACION DEL PROBLEMA.

2.1 CARACTERIZACION DEL PROBLEMA.

2.1.1 SELECCION DEL PROBLEMA.

Al identificar y escoger un problema de la realidad, siempre es necesaria una planificación dentro de la disciplina a trabajar, enfocando dicha planificación de la manera siguiente:

A) Presentación del Problema.

- \* En forma inteligible, clara y precisa
- \* En función de la realidad de las ciencias químicas.
- \* Con un criterio original, a menos que se retomen problemas ya tratados, pero con métodos innovadores, enfoques teóricos o prácticos diferentes y con la información más reciente.

B) Relevancia de la Investigación.

- \* ¿Qué se desea investigar?
- \* Establecer los objetivos de la estructura

del problema.

- \* Señalar las repercusiones, importancia y alcances que tendrá el estudio.
- \* Identificar la hipótesis a demostrar.

C) Factibilidad de abordar el problema.

- \* Existe suficiente información teórica-práctica.
- \* Hay otros trabajos sobre el mismo tema.
- \* ¿Qué tiempo será necesario para lograr los objetivos?
- \* La existencia o escases de reactivos.
- \* Se cuenta con la asesoría técnica adecuada
- \* La calidad de los aparatos o equipo
- \* Evaluación de los costos de ejecución, materias primas, accesorios, etc.

D) Importancia y utilidad.

- \* Qué tipo de contribución aportará la investigación?
- \* Se implantarán nuevos métodos de obtención de resultados.
- \* Definir la relación del problema con otros

temas de aplicación práctica.

- \* Mejorar las condiciones del individuo en su relación con su medio.
- \* Permitir y analizar las causas de determinado fenómeno.
- \* Profundizar y completar otros estudios de nuestra realidad.
- \* Se encuentran muy pocos trabajos acerca de dicho
- \* Se mejoran los instrumentos de la investigación.
- \* Obtener nuevas sustancias químicas con supuestos usos en un área de aplicación química.
- \* Utilizar mejor los recursos de desechos a un bajo costo de producción, favoreciendo a la comunidad.
- \* Los productos son fuentes de valiosa energía, como para seguir un proceso específico.

Una vez seleccionado el tema, surge la DELIMITACION DEL PROBLEMA, tomando en cuenta todo lo anterior

sin dejar de tener en cuenta sus antecedentes, es decir los aspectos conocidos y los que se pretenden determinar parcial o totalmente. Durante este paso es oportuno una asesoría de los expertos en el problema - junto a la buena revisión de la literatura química; así como también realizar entrevistas o encuestas a profesionales relacionados al estudio directo o indirectamente. Al tiempo de la delimitación se irá FORMULANDO EL PROBLEMA. En resumen, no todas las causas que originaron los efectos se tomarán, sino según su prioridad o conveniencias, sobre el cual girarán las variables - experimentales. La formulación en forma de pregunta ayuda a clasificar el fondo del problema. La etapa - que prosigue es la elaboración de objetivos (Ver apéndice A) o sea de los propósitos generales y específicos de la investigación. Los objetivos deben ser:

- i) Conductas dirigidas en torno al problema
- ii) Medibles y de observación constante
- iii) Claros, precisos y alcanzables
- iv) Obtenidos por medio de un método
- v) Expresados en verbos en infinitos

a manera de ejemplo: determinar el grado de disociación de una solución con ácido acético por métodos colorimétricos.

2.2. SEGUNDA ETAPA : MARCO TEORICO

El marco teórico, es la descripción de la relación del problema con la serie de estructuras mentales a nivel teórico. Esta descripción incluye:

- \* Explicación y análisis del problema
- \* Relaciones con investigaciones anteriores
- \* Definiciones operacionales de los conceptos, términos, variable, dependiente, independientes y aquellas extrañas.
- \* Discusiones y críticas a otras teorías similares al tema de estudio.
- \* Integración de la parte práctica con la teórica.
- \* Orientación de la recolección, organización de los hechos más relevantes.

- \* Los comentarios de los conocedores del tema, principalmente el asesor.
- \* Elementos de la revisión de literatura, estudios y teorías pertinentes al caso serán la columna para explicar la hipótesis.
- \* Bases que podrán observarse a lo largo del proyecto.

El objetivo del marco teórico es establecer un marco de referencia, sobre el cual giran las variables o acontecimientos. Precisar y organizar los elementos que han de ser manejados en la parte del laboratorio.

Para fines científicos se han de especificar en el marco teórico las relaciones entre las variables operantes con los mismos criterios usados en la formulación del problema 1/ así:

i) Formularlo en forma afirmativa

---

1/ Kerlinger, F.: Investigación y comportamiento: - "Técnicas y metodologías", 2a. Ed. Editorial Intamericana.

- ii) Relacionar dos variables o más
- iii) Con posibilidades de hacer pruebas de laboratorio.
- iv) Con carácter predictivo y explicativo.

#### 2.2.1 Formulación de las Hipótesis.

Sabemos que las hipótesis son los elementos importantes de toda investigación química, a tal grado que puede considerárselos como el puente entre la teoría y la parte experimental. De ahí el interés de:

- i) Elaborarlas lo más claras posibles.
- ii) Definirlas y ordenarlas de mayor a menor grado de importancia.
- iii) Hacer una buena operacionalización o manejo de sus supuestos, de acuerdo a las variables extrañas que son las que se pretenden probar con las hipótesis planteadas.

No en todos los estudios se postulan hipótesis: en las prácticas de laboratorio de tipo exploratorio y descriptivo no necesariamente se dan hipótesis explícitas, aunque siempre aparecen implícitamente. Antes de manejar las hipótesis hay que entender que: - las dependientes serán los efectos del fenómeno de estudio, las causas determinarán las independientes y las extrañas las que están fuera de un control específico.

En ciertos experimentos se incorporan variables de control, considerada como una segunda variable independiente, cuyos propósitos de controlar ciertas manifestaciones o comportamiento operado con el cambio en la variable dependiente. A veces es llamada variable "patrón".

Resumiendo, las variables dependientes vienen a ser EFECTOS del fenómeno químico, las CAUSAS las independientes y las variables extrañas aparecen como puentes entre las causas y los efectos.

2.3 TERCERA ETAPA : DISEÑO METODOLOGICO.

El plan metodológico trata sobre "El cómo" se realizará el trabajo. Es conocido, además con los términos de métodos, proceso, procedimiento parte experimental; y se puede definir como la de terminación de estrategias y procedimientos para recolectar datos y lograr las respuestas al problema, satisfaciendo las hipótesis.

Dentro de la estructura de este diseño se tendrá presente lo siguiente:

A) El tipo de estudio o proyecto:

- \* Las variables y la forma de hacer las medidas.
- \* Riesgos de operación. Incertezas
- \* Tipo de relación o proporción entre las variables
- \* Tiempo de ejecución o montaje de las prácticas

B) Definir la población o universo de trabajo

- \* Especificar la muestra a tomar y selección
- \* Tamaño de la muestra
- \* Tipo de muestreo

C) Métodos e Instrumentos

- \* Recolección de datos
- \* Equipo de medición. Instrumentación química.
- \* Materiales químicos
- \* Observación directa
- \* Consultas bibliográficas
- \* Visitas a fábricas, o centros de investigación.

D) Elementos de los Procedimientos

- \* Tiempo que durará la parte experimental
- \* Recursos humanos, tal como coordinador del proyecto, supervisores, asesores, responsables en la tabulación y procesamiento de datos, auxiliares de laboratorio, etc.

- \* Recursos físicos, reactivos y equipo a usar
- \* Incluir costos del procedimientos y materiales, tal como grabadoras, fotografías o viajes de investigación de campo, fotocopias y otras inversiones.

E) Proceso.

- \* Realizar pruebas rápidas, anotar y observar con el propósito de probar los instrumentos, método y técnicas seleccionadas.
- \* Capacitación a los auxiliares del proyecto o ayudantes del investigador tanto en la recolección, preparación de reactivos, y otras actividades.
- \* Supervisión y coordinación de parte del asesor o centro coordinador para aclarar dudas, revisar los instrumentos, datos obtenidos y rendimiento.
- \* Cómo se ha de organizar
- \* Tabulación, gráficas y análisis

### 2.3.1 POBLACION, MUESTRA Y MUESTREO.

Uno de los pasos principales y determinantes en la investigación es definir la población, que será el conjunto de objetos, sustancias, eventos, personas, etc., sobre las que actúan las variables. Cada componente de la población recibe el nombre de muestra. La ventaja de trabajar con algunos componentes de la población es que el índice de dificultad se reduce; haciéndose más finito el campo de acción.

Las muestras han de ser REPRESENTATIVAS, es decir que contengan las mismas características de la población, los que pueden tomarse mediante diversos tipos de muestreo así:

Muestreo Simple o Sistemático. En el cual cada uno de los miembros tiene las mismas oportunidades de ser seleccionadas para construir la muestra.

Muestreo Estratificado. Se forma la muestra a partir de la división de la población en estra

tos dentro de los cuales se seleccionan los com  
ponentes necesarios que se tratarán.

Muestreo por Agrupamiento. Se usa para pobla-  
ciones demasiado grandes e imposibles de identi  
ficar los componentes y estar seguros de que la  
muestra escogida es realmente al azar. Para -  
disminuir el error en la toma, se forma la muestra  
por agrupamiento en el cual se especifican  
las subpoblaciones como semejantes.

Muestreo Bajo Control. Se lleva a cabo de manera  
intencionada y no al azar, si bien el error  
se eleva, la tarea del investigador de seleccionar  
la muestra se reduce.

Muestreo por Cuota. Se realiza dentro de los di  
ferentes estratos sin recurrir al azar.

Muestreo Incidental. Simplemente se toma a los  
componentes de la población que están más a su  
alcance y se forma con todos ellos la muestra a  
utilizar.

2.3.2 FORMA DE TOMAR LOS DATOS.

PROCEDIMIENTO.

Como parte del diseño metodológico es preciso determinar el método de recolección de datos y tipo de instrumento a utilizar, retornando todo lo anterior, objetivos y variables a tratar.

En la recolección de datos es muy importante EL CONTROL DEL EXPERIMENTO o sea el cuidado de la manipulación de cierta variable independiente para observar el efecto de la misma sobre la variable dependiente, de ahí la función de controlar la variable independiente.

El problema de todo experimento es el grado de aislamiento (control de variables extrañas) que permitan al investigador averiguar con precisión y confiabilidad el valor de los resultados.

2.3.3 TIPO DE INVESTIGACION.

Existen diferentes tipos de investigación, los

que se clasifican según distintos criterios. -  
Entre los más usuales según el alcance de los -  
resultados son:

- a) DESCRIPTIVOS: enfoca las observaciones, características, factores, procedimientos y otras variables de fenómenos y hechos. Estos trabajos no tienen hipótesis explícitas.
  
- b) ANALITICOS: consisten en establecer comparaciones de variables entre grupos de estudio y control. Considera hipótesis explícitas para probarlas o negarlas, y
  
- c) EXPERIMENTALES: las muestras se han dividido en forma aleatoria en grupos de estudio y control, analizados con respecto a un patrón o medida base que se ha introducido para estudiar o evaluar. De hecho la hipótesis es explícita.

2.3.4 CONTROL DEL EXPERIMENTO.

PROCEDIMIENTO.

Como parte del diseño metodológico es preciso determinar el método de recolección de datos y tipo de instrumento a utilizar, retomando todo lo anterior, objetivos y variables a tratar.

En la recolección de datos es muy importante EL CONTROL DEL EXPERIMENTO o sea el cuidado de la manipulación de cierta variable (variable independiente) para observar el efecto de la misma sobre la variable dependiente, de ahí la función de controlar la variable independiente.

El problema de todo experimento es el grado de aislamiento (control de variables extrañas) que permiten al investigador averiguar con precisión y confiabilidad el valor de los resultados.

Para lograr el control durante la recolección de datos, existen varias metodologías entre ellas:

- a) MANTENIMIENTO DE LAS CONDICIONES CONSTANTES, es una de las más usadas, su finalidad es manipular sólo la variable independiente mientras todas las demás son mantenidas constantes.
- b) ELIMINACION. En química es muy acertado eliminar las variables extrañas de área del laboratorio por ejemplo eliminar los residuos, corrientes de aire, control de los depósitos - contaminados, pureza y reactividad de las sustancias, fuentes de luz cambios bruscos de - temperatura, evidentemente no siempre puede usarse esta técnica.
- c) EL GRUPO DE CONTROL. También es una metodología de las más comunes. Radica en el uso de un grupo de control; no sólo como marco - de referencia comparativa para los resulta - dos sino para separar los efectos de la variable extraña de la variable independiente.

d) SELECCION AL AZAR. Este método es conveniente cuando el experimentador al no poder especificar de manera concreta cuales pueden ser las variables extrañas o secundarias más probables, intenta que tales variables se distinguan al azar, de tal manera que, de existir, sus efectos, ceden más o menos en la misma magnitud entre los elementos de todos los grupos empleados.

Una vez seleccionado que tipo de control experimental tomaremos para la recolección de datos, se iniciará el proceso de observación y mediciones de variables.

#### 2.3.5 OBSERVACION Y MEDICION.

Las prácticas de laboratorio y las investigaciones de campo dependen de nuestra capacidad para identificar claramente las propiedades, características, efectos, modificaciones en los -

resultados obtenidos.

¿Qué es observar? es un método 1/ para recoger información de las actividades que suceden a nuestro alrededor durante el proceso experimental. En la ciencia la observación debe ser sistematizada bajo un CONTROL; con base teórica o bien teniendo claros los conceptos por emplearse en la experimentación.

La observación como método utiliza niveles para su desarrollo así:

PRIMERO. Comienzan las percepciones sensoriales, gusto, olor, vista, oído y tacto, elaborando en alguna medida proposiciones cualitativas de lo observado.

SEGUNDO. La diferencias cualitativas en el co-

---

1/ Existen otros métodos de observación, dependiendo de la naturaleza de la investigación por ejemplo: entrevistas, cuestionarios, revisión de literatura y otros.

lor, olor, formación de sólidos, vapores, etc. ... toman mayor significado cuando en lo posible se determina el nivel de tales diferencias, pudiendo llegar hasta la cuantificación, por ejemplo: pesar, medir, contar, etc.

TERCERO. Llega el momento de completar la observación mediante la interpretación de las referencias teóricas con las prácticas en su razón de ser. Qué tipo de causas produjeron los efectos observados y bajo que condiciones se evidenciaron.

CUARTO. Para finalizar, los resultados se han de comparar con los cuadros teóricos, gráficas, valores patrones con el objeto de preparar las posibles conclusiones.

El científico ha de ejercer la observación antes, durante y después de la práctica con o sin el uso de instrumentos.

#### 2.3.6 TABULACION Y ANALISIS.

El proceso de tabular y analizar es una etapa posterior a la observación y recolección de datos, pero debe ser planificada con anterioridad para facilitar el análisis.

El plan de tabulación debe ser lógico, secuencial y sistemático tomando en cuenta el procedimiento de la parte práctica.

El diseño de los cuadros o tablas de datos se limita a especificar las variables involucradas, sus unidades y algunas observaciones de mucha relevancia.

Con mucha frecuencia, las hipótesis en química elemental aparecen respaldadas por dos variables lo que se le conoce como Diseño simple bivalente por tratarse de un arreglo o tratamiento de dos variables sencillas. En algunos casos se puede complicar el DISEÑO EXPERIMENTAL o sea el

arreglo o condiciones en los que se operan las variables, así, un tratamiento puede ser con catalizador sólido y otro con gaseoso. En cada uno de los diseños formados en contraríamos lógicamente diferentes resultados que nos de mandarían nuevas interpretaciones y conclusiones.

La información en la tabulación puede darse de la manera siguiente. (Ver ejemplo en la página siguiente: Tabla No. 4).

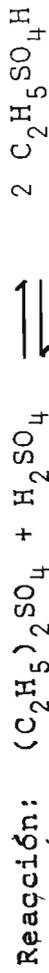
- a) En formatos cuadrados, rectangulares, circulares; con las divisiones horizontales y verticales adecuadas para cada variable manipulada.
- b) La numeración de los cuadros en base a la secuencia de los apartados numérico o literales del capítulo.
- c) El título; amplio y breve.
- d) Las notas superiores, (de existir) se colocan abajo del título. Estas indicaciones ayudan a comprender los aspectos de la tabu-

**Ejemplo de una tabulación.**

a) TABLA 4. Reacción de ácido sulfúrico con el sulfato de dietilo.  
Cinética Química. (1)

La reacción se llevó a cabo sobre muestras tomadas a tiempos determinados: el ácido sulfúrico se precipita con borita, el sulfato de dietilo y bario soluble se titula conductimetricamente por el sulfato de litio.

$p = 1$  atm.  $T = 30^{\circ}\text{C}$  Volumen total = 109 c.c.



NUMERO DEL EXPERIMENTO	TIEMPO (min.)	CONCENTRACION DE $(\text{C}_2\text{H}_5\text{SO}_4)\text{H}$ moles/lit.	VELOCIDAD DE REACCION DEL $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{SO}_4$ (moles/lit. min)
1	41	1.18	0.40
2	48	1.38	0.38
3	55	1.63	1.60

1/ La fundamentación teórica puede consultarse en "Cinetica aplicada de -  
Lamuza Escobar. UTEHA No. 328/328j.

bulación.

- e) Notas al pie página, son llamadas especiales sobre algún dato, hecho, variables, unidades, etc. o alguna referencia bibliográfica de los datos teóricos o experimentales.

#### 2.3.7 INTERPRETACION Y ANALISIS.

Debido a la descripción breve sobre los aspectos metodológicos de la investigación, la interpretación y análisis de los resultados estadísticamente no se explicará sino que a nivel de las prácticas en química básica la mayoría de los análisis se llevan a cabo por medio de gráficas cartesianas (planos X, Y), plateado, interpolando o extrapolando los datos y otras relaciones matemáticas (pendientes de curvas, línea recta, etc.) que aportan conclusiones generales y específicas.

Por lo general el análisis de los resultados

consistirá en la clasificación aislamiento de tal o cual variable, los aspectos modificados por cierta causa, o fenómeno contribuye en gran manera echar mano de los objetivos generales, específicos, hipótesis, el marco teórico, procedimientos y técnicas empleadas.

EL DISEÑO EXPERIMENTAL como hemos mencionado consiste en el arreglo o tratamiento que podemos hacer con las variables, con el objeto de obtener conclusiones sólidas, amplias y exactas. El DISEÑO EXPERIMENTAL echa mano tanto de la estadística descriptiva e inferencial. 1/

El diseño más común es el BIVALENTE en la cual se comparan solo dos condiciones, por ejemplo en estudios de cinética química: la velocidad de reacción y temperatura. En este tipo de análisis pueden existir va-

---

1/ La estadística descriptiva se refiere al manejo de los datos en análisis bajo los procesos de medida y operaciones; organizado y sintético de las relaciones. Ejemplo: Medidas de tendencia central, distribución de frecuencias etc. Lo inferencial decide si las diferencias encontradas en los datos son o no significativas para la validez o rechazo de HIPOTESIS.

riables extrañas que influyan directa o indirectamente las conclusiones finales. Para eliminar o disminuir los errores experimentales se dan diseños más complejos que se denominan MULTIVALENTES por que se manejan en número de variables independientes.

Permitiendo al experimentador observar si una variable dependiente es función de más de una variable independiente, por lo tanto se eleva el grado de precisión de la práctica y de las conclusiones con la facilidad de hacer recomendaciones más reales. Para las investigaciones de campo o de gran relevancia pueden usarse los siguientes tipos de diseños. 1/

a) En concordancia de un fenómeno

Prueba de  $X^2$  o chi cuadrado

Prueba de  $t$  o student

---

1/ Se recomienda para ampliar los conocimientos de los análisis la obra Diseño Experimental aplicado a la Ingeniería Química del Lic. Segura. Publicado en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura (UES) en el año 1986.

b) Para comparación de factores de variación  
(Variables y niveles).

Análisis de varianza.

c) Para comparación del efecto de tratamientos.

Diferencia mínima significativa (DMS)

Prueba de Duncan

Comparación octogonales

Otros

d) Diseños simples

Completamente al azar

Bloques al azar

Cuadrado Latino

e) Diseños complejos

Factoriales completos

Factoriales fraccionados

2.3.8 PRESENTACION FINAL PARA LOS TRABAJOS DE INVES-

TIGACION.

Se pueden hacer varios formatos para la presentación de los resultados de las investigaciones - con las normas científicas internacionales. Entre algunas de ellas mencionaremos las siguientes:

- a) Título
- b) Nombre del investigador
- c) Resumen
- d) Introducción
- e) Método
- f) Diseño Experimental
- g) Procedimientos
- h) Resultados
- i) Análisis o Discusión
- j) Bibliografía

---

A) TITULO.

---

Se debe de armar teniendo en cuenta como será clasificado en los archivos de las bibliotecas, el área de estudio, el tópico u objetivo principal, etc. Para lo cual su propio conte

nido, variables se han de incorporar en no más de quince palabras, dando lugar a la mayor exactitud y precisión. Evitar las frases demasiadas complicadas y largas; según el caso es apropiado mencionar lo metodológico o técnicas utilizadas.

B) NOMBRE DEL INVESTIGADOR.

Corresponde a los nombres de los autores del trabajo en orden alfabético o grado académico para los profesionales dedicados a la indagación científica con el propósito de futuras comunicaciones con otros científicos o entidades, debajo del nombre del autor, se acostumbra poner el lugar, centro o laboratorio donde se hizo la parte experimental.

C) RESUMEN.

Se le conoce también en el nombre de compendio (abstract, en inglés) y se va al comienzo

del trabajo generalmente abarca unas 300 palabras o un 3 % del documento final. El cual - incorpora los razonamientos principales, datos relevantes y las conclusiones de importancia.

D) INTRODUCCION.

Su función es presentar los antecedentes - del origen al trabajo, aclarando los puntos si guientes:

- i) Naturaleza y delimitación del problema, su importancia y secuencia con otros temas.
- ii) Objetivos contemplados y el grado o nivel en cuanto a los logros recolectados.
- iii) Metodología y procedimiento, correspondiente a los pasos o mecanismos a seguir para la ejecución. Adjuntando las conclusiones bajo las cuales se realizará.

La introducción no significa desarrollar la parte teórica del problema, como algunos lo han enmarcado.

E) METODO.

Corresponde a las etapas de cada proceso, explicando las técnicas en el instrumental químico empleado, tipos de muestra de selección de muestra, si hubo control de variables, los errores experimentales, recomendados para todo lo anterior cuadros, diagramas, fotos, etc. ... para objetivar el método. A diferencia de la introducción allá solo se menciona y aquí se explica con todos los detalles.

F) DISEÑO EXPERIMENTAL.

Aquí se trata de indicar como fueron tratadas las variables, señalando los grupos usados, distinguiendo el grupo de control y los experimentales específicamente las diferentes variables, tanto independientes como dependientes;

incluyendo aquellas técnicas usadas para ejercer el control experimental y también las variables extrañas.

G) PROCEDIMIENTO.

Es la secuencia de como se administró la variable independiente, al igual que el tipo de codificación o registro usado para la variable dependiente, los medios de reacción, situaciones de las observaciones sistemáticas.

H) RESULTADOS.

Por lo general su presentación debe ser resumida, explicarlos con tablas gráficas, etc. ..., en los casos de emplear el análisis estadístico en este apartado se han de incorporar tales como las medidas de la tendencia central, dispersiones, desviaciones, etc., para la comprobación o rechazo de la hipótesis.

I) ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Serán todas las comparaciones, relaciones, inferencias para llegar a conclusiones concretas, basadas en el diseño experimental seleccionado.

J) BIBLIOGRAFIA.

Se le conoce también como referencia y son todos los libros consultados. Su ordenamiento puede ser en orden alfabético.

CAPITULO I/II  
TECNICAS BASICAS DE LABORATORIO  
PARA QUIMICA GENERAL.

## INTRODUCCION.

No puede existir química sin laboratorio y laboratorio sin técnicas, que conduzcan a operaciones matemáticas para la explicación de un problema de naturaleza físico-químico. El estudiante de ciencias ingresa a los estudios superiores sin el conocimiento de las técnicas elementales de laboratorio, debido a que algunas instituciones dedicadas a la enseñanza básica carecen de tiempo, espacio físico, recursos económicos y de personal docente capacitado para la instrucción de la química experimental.

Las técnicas de laboratorio comienzan con la simple observación sensorial de la infraestructura, mesas de trabajo, conexiones de agua, válvulas de gas, iluminación, tipo de bodegas con las que se cuentan, en fin como está organizado el LABORATORIO. Lo anterior es básico, debido a que es el área donde se ejercitarán las TÉCNICAS O METODOS para transformar la materia con otras propiedades físicas y químicas. En la metodología tradicional, el estudiante solo manipula, pero casi no razona, solo hace y no enjuicia los resultados. Es importante que todas las técnicas de laboratorio -

se desarrollen paralelamente a la aplicación del método científico.

Podremos tener un experimento muy brillante de mucha importancia, peligroso o no, pero si el estudiante no - esta motivado, orientado y dedicado; todas las técnicas le parecerán difíciles de manipular, pudiéndolas tomar como vanas. Así una mala técnica puede convertirse en un "derrumbamiento", desde la recolección de datos y en los casos personales, dañar a sus compañeros por ejemplo al evacuar incorrectamente gases tóxicos, pipetear, calentar inadecuadamente sustancias líquidas que, en estado de ebullición puedan quemar la piel de otros, etc.

Otro aspecto que involucra las técnicas inadecuadas es el deterioro económico por la pérdida de materiales. El estudiante de química necesita una verdadera apreciación de los métodos y operaciones, a modo de integrar así la teoría con la práctica.

### 3.0 TECNICAS BASICAS DE LABORATORIO PARA QUIMICA GENERAL.

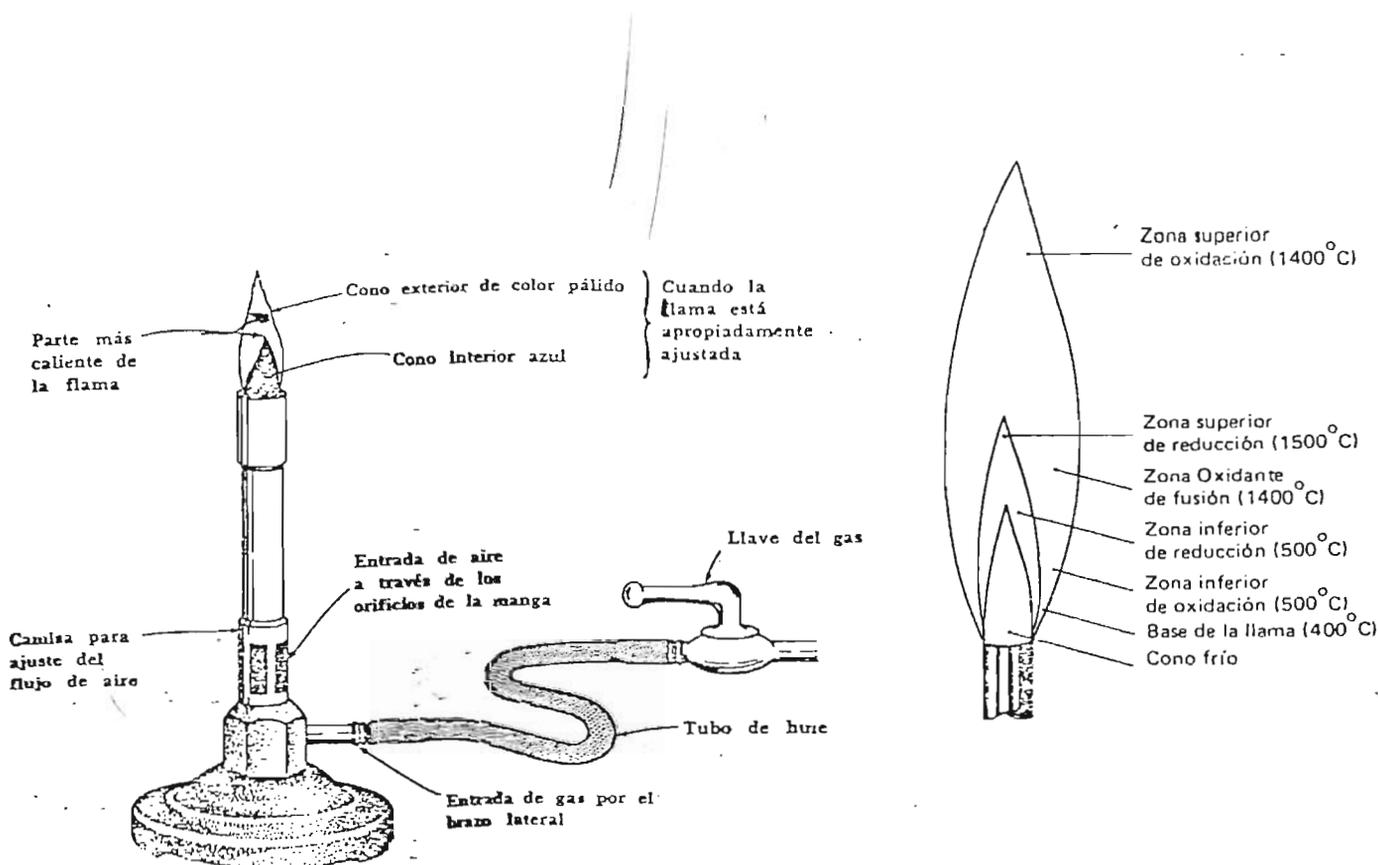
Entre las actividades relevantes e indispensables del estudiante de química-práctica estan las siguientes técnicas a realizar:

- a) Manipulación del Mechero de Bunsen.
- b) Remoción de sustancias.
- c) Mediciones de sólidos y líquidos.
- d) Métodos de separación de compuestos.
- e) Preparación de soluciones.
- f) Técnica de la titulación.

#### 3.1 MANIPULACION DEL MECHERO DE BUNSEN.

En el laboratorio generalmente se necesita una fuente de energía para experimentar cambios físicos y químicos. En los químicos se usa el mechero de Bunsen, para producir energía en forma de calor, (cuando es necesario).

Este instrumento ilustrado en la figura 3.1. consta de tres partes: i) TUBO LATERAL, espacio por donde penetra el gas, ii) COLLAR MOVIL, parte reguladora de la entrada de aire. iii) TUBO RECTO, lugar donde se mezcla el gas y el aire antes de ser quemado.



BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Figura No. 3.1 Mechero Bunsen y su llama.

El cuadro siguiente resume la química de la combustión que se lleva a cabo durante el accionar del mechero. Cuadro No. 3.0, Página 69.

También dentro de la manipulación del mechero es importante saber que existen dos técnicas de calentamiento con este aparato así: el calentamiento directo, que se hace con todo su poder energético, abriendo totalmente su collar móvil, colocando la llama (azúl), - en un solo punto o área de la cámara de reacción, tubo de ensayo, balón, etc., y el calentamiento indirecto - que se realiza de dos maneras: a) una flameando o sea moviendo hacia un lado y otro el mechero; b) mediante un "Baño de María" es decir, colocando la cámara o depósito de la reacción dentro de un vaso de precipitación el cual estará sobre la llama del mechero de Bunsen, generalmente en estos casos se usa la placa de asbesto - con el fin de homogenizar la energía en forma de calor.

Del cuadro 3.0. podemos notar las siguientes conclusiones:

CUADRO No. 3.0 QUIMICA DENTRO DE UN MECHERO (GAS Y OXIGENO)

F O R M U L A	NOMBRE DEL GAS	REACCION DE COMBUSTION	
$C_3H_8$	Propano	$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \longrightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$	Completa con el collar móvil abierto.
$C_3H_8$	Propano	$C_3H_8 + \frac{7}{2} O_2 \longrightarrow 3CO(g) + 4H_2O(g)$ $6CO(g) \longrightarrow 3CO_2(g) + 3C(s)$	Incompleta con el collar - móvil cerrado.
$C_4H_{10}$	Butano	$C_4H_{10}(g) + \frac{13}{2} O_2(g) \longrightarrow 4CO_2(g) + 5H_2O(g)$	Abundante
Cantidad relativa de oxígeno		$C_4H_{10} + \frac{9}{2} O_2 \longrightarrow 4CO(g) + 5H_2O(g)$ $4CO(g) \longrightarrow 2CO_2(g) + 2C(s)$	Escaso

- a) Tratando la misma cantidad de combustible (hidrocarburo), hay más energía calorífica en las combustiones completas.
- b) En cambio el poder calorífico es menor en la combustión incompleta, señalando menor cantidad de oxígeno y mucha producción de partículas de carbono.
- c) A medida que el número de carbonos aumenta el poder energético aumenta y por lo tanto la necesidad del gas oxígeno será mayor.

### 3.2 REMOCION DE SOLIDOS Y LIQUIDOS.

La remoción o transferencia de sustancias sólidas y líquidas de frasco de reactivos puede llevarse a cabo de diferentes maneras. La más usual para las sustancias sólidas, es mediante una espátula limpia, fig. 3.2. la que se introduce dentro del frasco, llenándola de sustancia para luego ser

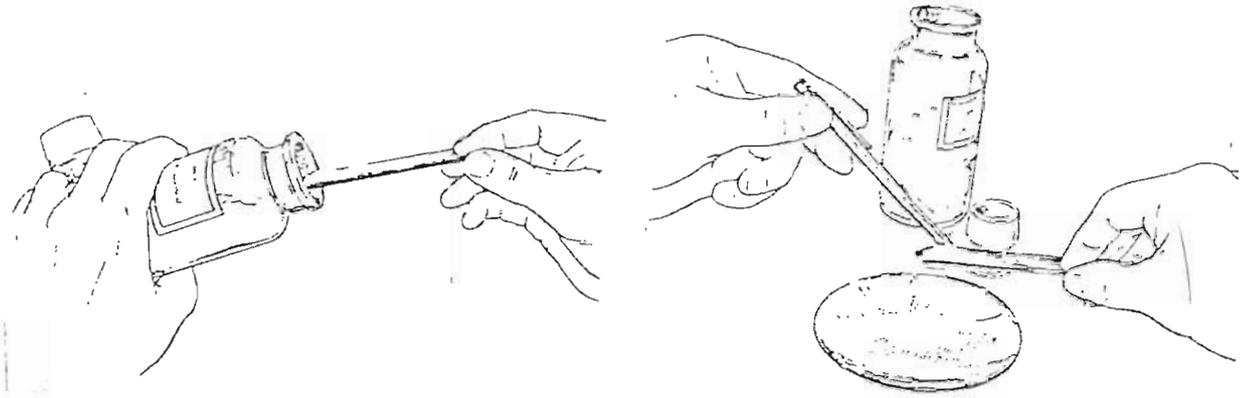


Fig. 3.2 Remoción de Sólidos.

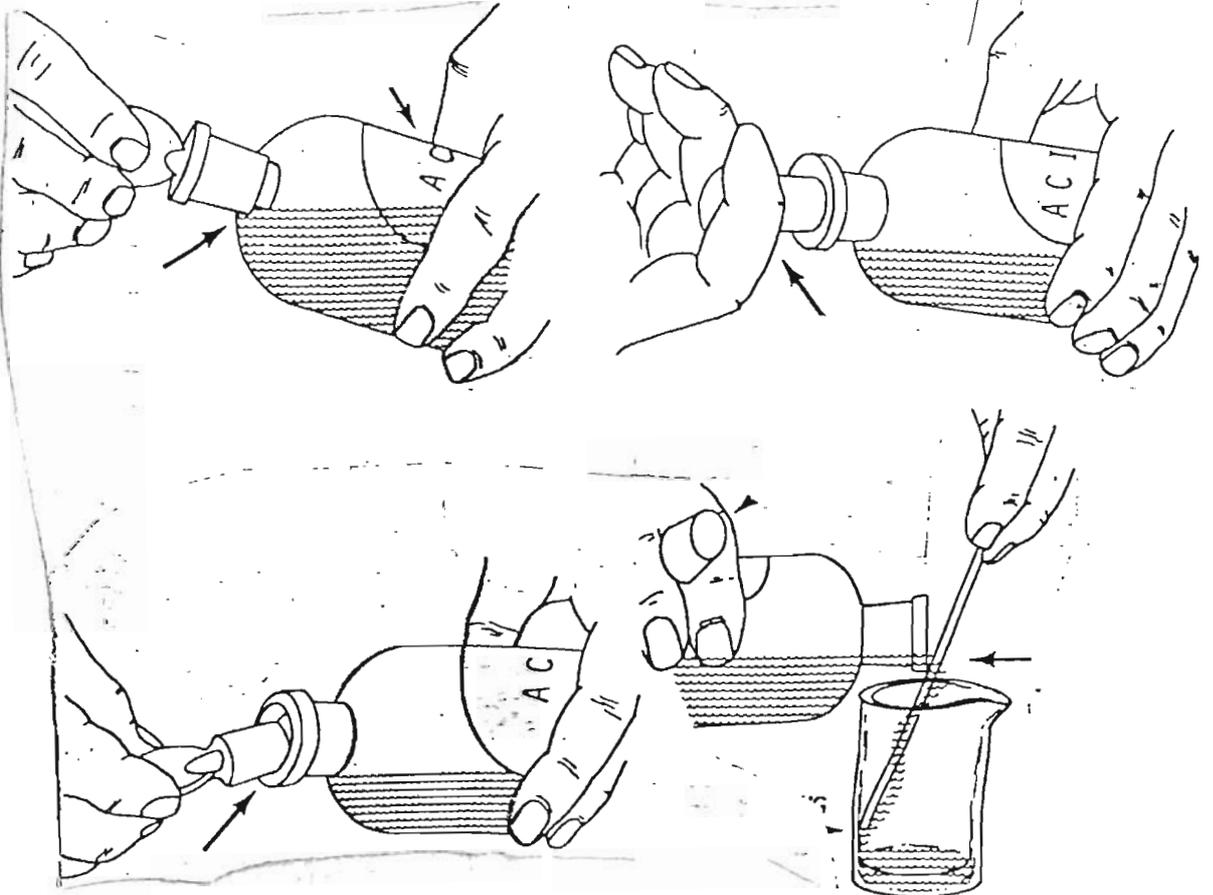


Fig. 3.3 Remoción de Líquidos.

trasladada. Al portamuestra o bien a los tubos de reacción o de ensayo. El tapón del frasco deberá mantenerse entre los dedos índice y medio; para el caso de tapones - de cabeza de moneda. Si son planos deben colocarse sobre la mesa con la punta hacia arriba. En la transferencia de líquidos puros o soluciones líquidas estos se toman directamente del frasco de reactivo, colocando el tapón - al igual que en los sólidos con la suma precaución, posteriormente se transfieren a un vaso de precipitados, figura (3.3), midiendo su volumen aproximado, luego se procede a su medición exacta ya en probeta, pipeta o bureta.

Si algo de líquido cae por fuera del frasco al momento de **vertirlo**, se deberá enjuagar y secar inmediatamente para **prevenir** posibles accidentes.

Al trasladar un líquido de un frasco es conveniente usar un **agitador**, ya que así se reduce la posibilidad de **derramar** el líquido, al deslizarse por el **agitador**. (figura 3.4).

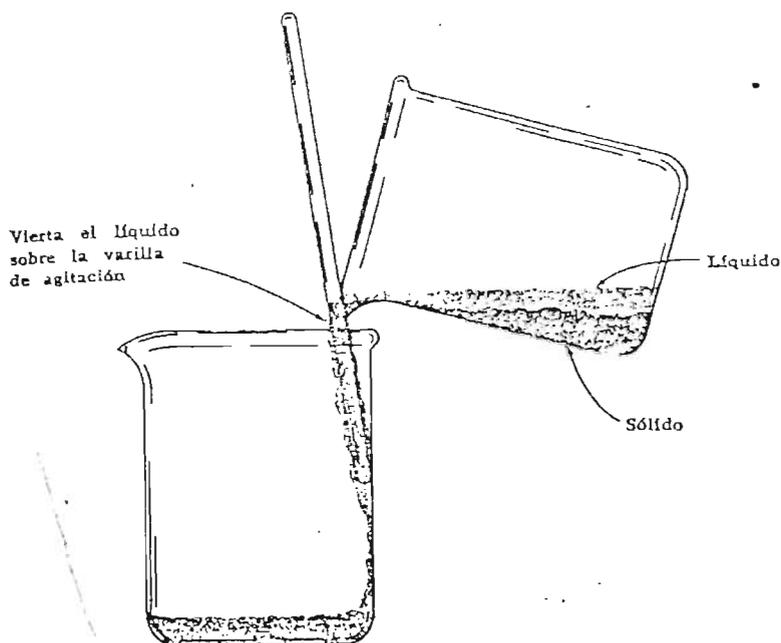


Fig. 3.4 Decantación.

### 3.3 MEDICIONES.

La técnica de medir en química es muy amplia y vasta, pudiéndose medir alturas de soluciones coloreadas, pesos, volúmenes, densidades o variables eléctricas, desplazamientos de calor. Solo trata

remos las mediciones más usuales a nivel de laboratorios básicos; sin emplear aparatos muy sofisticados, en el tratamiento de sólidos y líquidos.

#### 3.4 MEDICION DE PESOS.

La técnica más usada en la generalidad de los experimentos de química es la de pesar los sólidos; debido a que siempre es necesario conocer el peso de las sustancias que reaccionarán estequiométricamente. El instrumento para esta técnica es la balanza corriente en la que se pueden hacer pesadas rápidas y confiables. (Figura 3.5).

Consta de un platillo, para colocar el portamuestra, sus respectivos "brazos" o escalas de 0-10, 10 a 100 y 100 a 500 gramos. En el otro extremo de la posición del platillo, se encuentra el fiel o puntero que indicará la medida exacta del peso de la sustancia o compuesto químico, al lograr coincidir con la marca de calibración o de referencia que trae dicha balanza. En los casos de desnivelación de este aparato, se puede volver

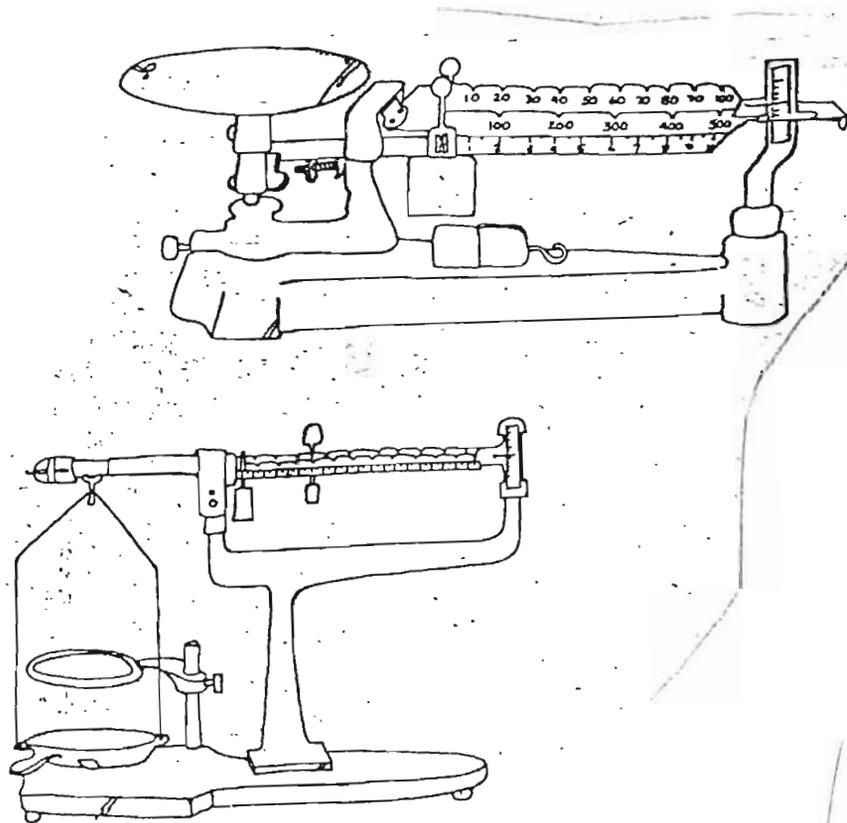


Figura 3.5 Diferentes tipos de Balanzas.

a nivelarla con un botón fabricado para este propósito, colocado por debajo del platillo. El proceso de manipulación se puede resumir de la siguiente manera:

- i) Limpiar la superficie del platillo.
- ii) Colocar y pesar el portamuestras seleccionado.
- iii) Anotar el peso anterior como  $P_1$ .

- iv) Colocar la muestra sobre el portamuestra
- v) Anotar el peso anterior como  $P_2$
- vi) La diferencia será el peso representativo, exacto, de la muestra a tratar.
- vii) Antes de retirar el portamuestra con la muestra de la balanza, es recomendable colocar las pesas a cero, evitando así cualquier tipo de desnivelación en su sistema de medición.

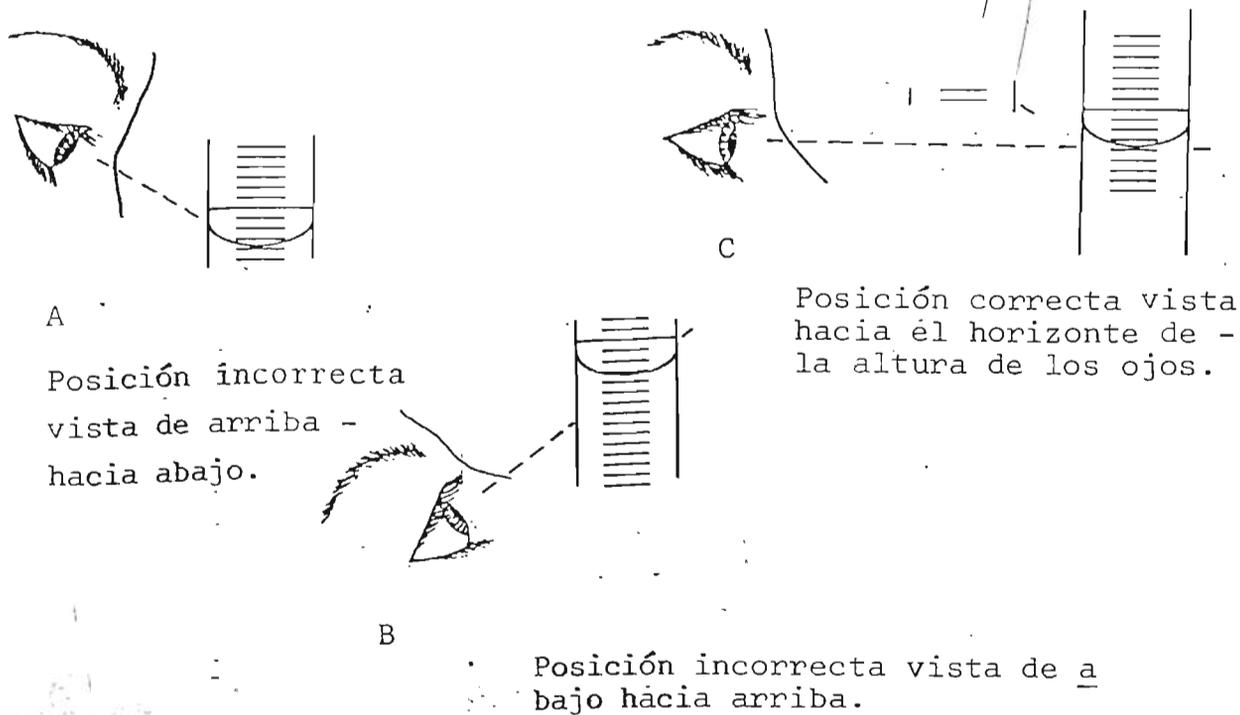


Figura 3.6 Formación del menisco de un líquido.

En toda medición de líquidos será el menisco enrasado con la marca cero o escala graduada sobre el tubo de vidrio, la referencia exacta de tal técnica. Además la posición horizontal de la visual evitará los errores de paralaje en la lectura final. Como línea de referencia se puede emplear una cartulina blanca o rosada en la que se haya trazada una línea recta, la cartulina se colocará detrás del tubo para que sirva de guía.

Los instrumentos para medir volúmenes líquidos pueden ser de medición aproximada; como los vasos de precipitación, erlenmeyer, balones y de medición exacta; entre ellos pipetas graduadas, pipetas volumétricas y buretas.

La técnica del pipeteo, (medición de líquidos en pipeta) requiere atención en cuanto no debe poseer burbujas de aire, dentro de la columna líquida y extremo inferior de la pipeta. Al succionar el líquido, este ha de elevarse hacia arriba de la marca cero prosiguiendo a la calibración de la medida, levantando y bajando el dedo índice sobre el extremo superior de dicho ins-

trumento. Es de recordar que toda la técnica se ha -  
de llevar a cabo a la altura de los ojos del práctican  
te o experimentador. Figura 3.7.

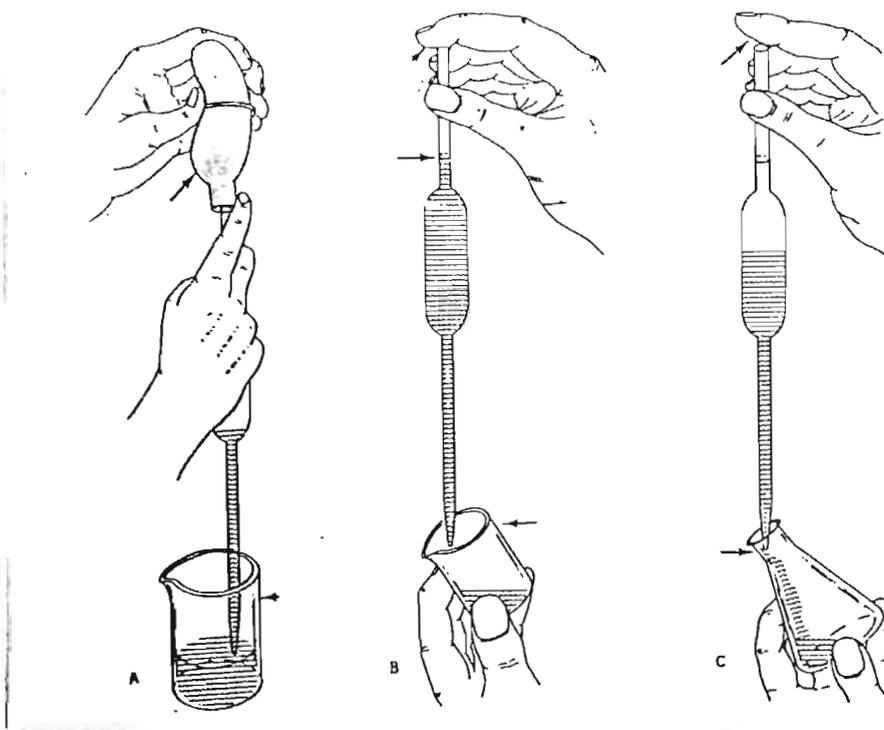


Figura 3.7 Técnica del Pipeteo.

Las gotas que quedan suspendidas en la punta de la pipeta no se añaden al volumen si se desea una medición exacta, pues el fabricante ya ha considerado -

este exceso de volumen en su calibración. La pipeta se puede homogenizar con agua o con la misma solución que se utilizará, con el objeto de eliminar impurezas de otras sustancias que pudieran haber sido medidas. - Las buretas son instrumentos a manera de tubos alargados cilíndricos de vidrio; con una escala graduada en mililitros y todas poseen una llave en su parte inferior, la que regula el flujo de la columna del líquido. Se usan tanto para medir volúmenes líquidos y en la técnica de TITULACION. (Veáse figura 3.8).

La técnica de manipulación de la bureta se inicia con el enjuague con agua corriente y si es necesario, quitar la llave y su anillo metálico de retención para completar su limpieza.

A esta llave reguladora se le puede engrasar, en los momentos de inmovilidad giratoria entre sus orificios, especialmente en las buretas de vidrio, en cambio las de teflón (plástico) no requieren grasa. El segundo paso es el llenado de líquido iniciando con la homogenización de las paredes internas del tubo ci

límpido. Antes de proseguir con el siguiente paso, se debe eliminar las burbujas de aire si las hubiera, abriendo y cerrando la llave y recogiendo el líquido de salojado dentro de un pequeño vaso de precipitado.

El paso tercero será la calibración de la columna líquida abriendo poco a poco la llave, y manteniendo la visual a la altura del menisco y la marca cero (fig. 3.8 y 3.6). En casos de inexactitud se volverá a llenar de líquido sobre la marca cero y repetir la calibración. Ahora la bureta esta lista para hacer las mediciones requeridas.

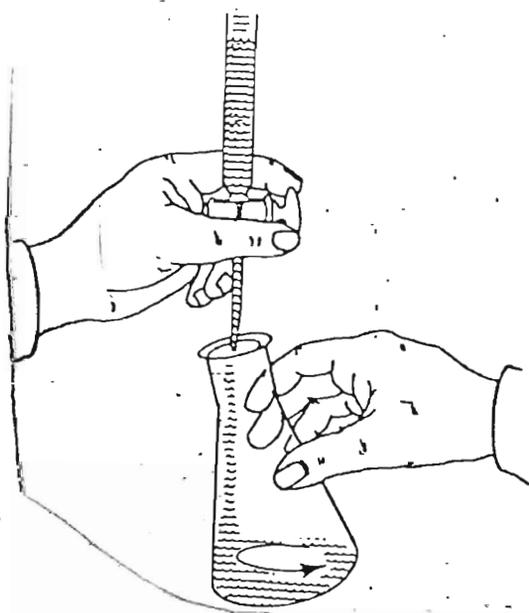
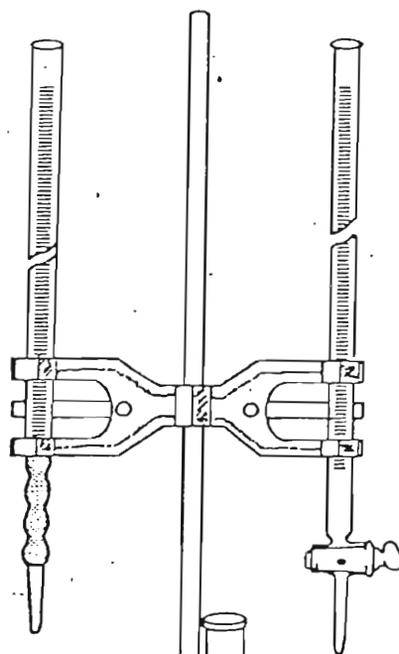


Figura 3.8



### 3.5 METODOS DE SEPARACION DE COMPUESTOS.

La materia posee obviamente características particulares, por ejemplo: un líquido incoloro claro, que este en la mesa de la cocina probablemente sea agua. Sin embargo no es suficiente una sola propiedad para identificar una sustancia. En general existen muchas propiedades que distinguen una de otra, tales como: el sabor, olor, color, temperatura de fusión o ebullición, densidad y composición.

Cuando unimos azufre en polvo con limaduras de hierro, por más que se agite o triture, se notará que cada sustancia conserva sus propiedades físicas y químicas. Este tipo de mezclas se denominan heterogéneas. En cambio al mezclar alcohol etílico y agua se observa una sola fase, sin límites entre ambos compuestos. Lo que sucede es que el alcohol se disuelve o incorpora dentro de las moléculas del agua. Esta nueva mezcla recibe el nombre de homogénea.

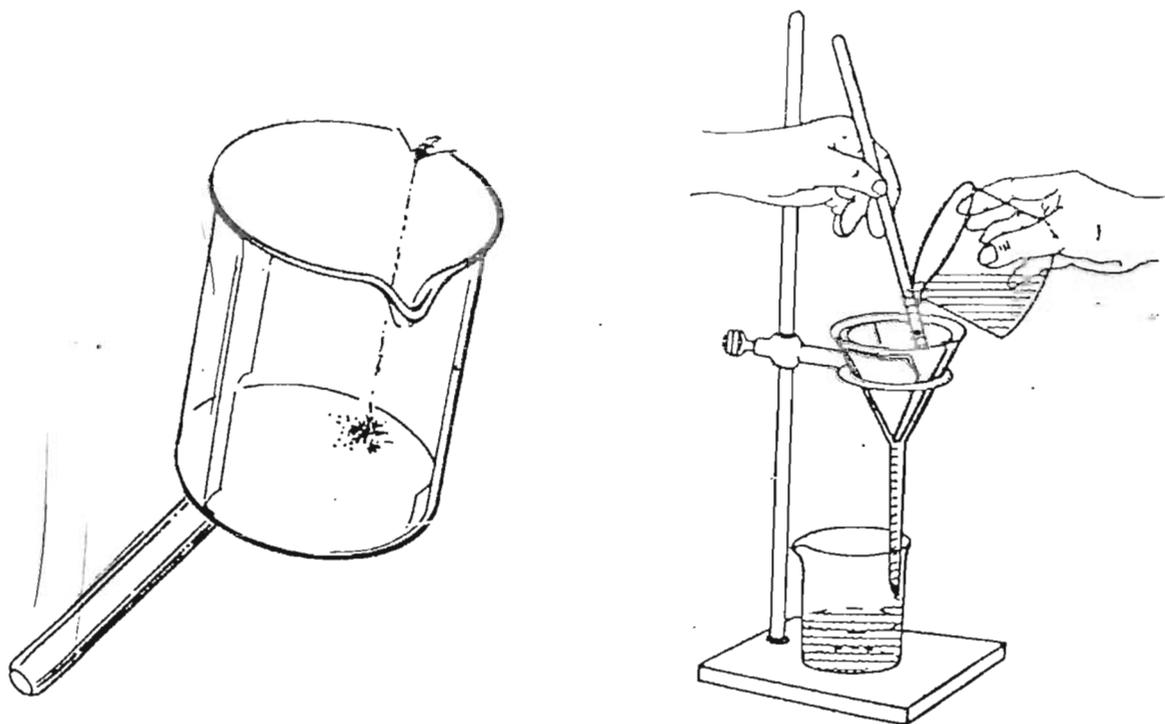
Los medios de separación de sustancias se cla-

sifican en métodos físicos y químicos. Los físicos comprenden: sedimentación, filtración, centrifugación, extracción.

Entre los químicos están la técnica de aislamiento de compuestos por precipitación, debido a la diferencia de solubilidades de los iones en solución acuosa.

### 3.5.1 SEDIMENTACION.

Es el proceso necesario para poder decantar un líquido. Consiste en permitir el reposo, para que todas las partículas suspendidas en la solución se aglomeren en el fondo del recipiente identificando claramente dos fases: una líquida y otra sólida. El tiempo de sedimentación es relativo. En la figura 3.9 se nota la colocación de un agitador de vidrio la cual facilita de sedimentación.



Sedimentación.

Filtración por gravedad.

Figura 3.9

### 3.5.2 -- FILTRACION.

Es la técnica de separación de sólidos insolubles en los líquidos a través de placas porosas o papel filtro. Se puede llevar a cabo por gravedad (Figura 3.10,b), y por succión - (Figura 3.10.c), en ambos casos es necesario -

colocar papel filtro circular, en la filtración por gravedad se dobla con firmeza, a la mitad, una porción de papel filtro (formando un semicírculo), y luego hacerle otro dobléz a la mitad en la misma forma (obteniendo en un cuarto de círculo). A continuación se modela el papel, de tal manera de obtener un cono al separar una de las capas de las otras tres. (Ver figura 3.10a). El cono de papel se coloca sobre el embudo con ayuda de una pequeña cantidad de agua 1/ y presionando el papel de tal manera que se ajuste bien al embudo. Para asegurarse de que el efecto filtrante sea satisfactorio, se vierte una pequeña cantidad de agua sobre el papel filtro.

La mezcla por filtrar debe vertirse directamente en el cono filtrante y no escurriendo por los lados del embudo.

En este tipo de filtración, el drenaje del líquido del embudo se facilita con una varilla de vidrio;

---

1/ En caso de que en la filtración se debe emplear un disolvente diferente al agua, dicho disolvente deberá sustituir al agua en esta operación.

a la vez el nivel del líquido no deberá sobrepasar al - del papel filtro. El embudo deberá sostenerse sobre un aro metálico montado sobre un soporte universal. El cuello del embudo deberá estar en contacto con la pared de vidrio del vaso de precipitado (Véase la figura 3.10. b). En términos químicos el líquido claro o transparente que rodea a las partículas sólidas recibe el nombre de líquido SOBRENADANTE, en cambio el FILTRADO es el formado por el líquido que pasa a través del medio poroso o filtrante, quedando el material sólido retenido en dicho medio el cual recibe el nombre de RESIDUO y en algunas ocasiones se le denomina precipitado.

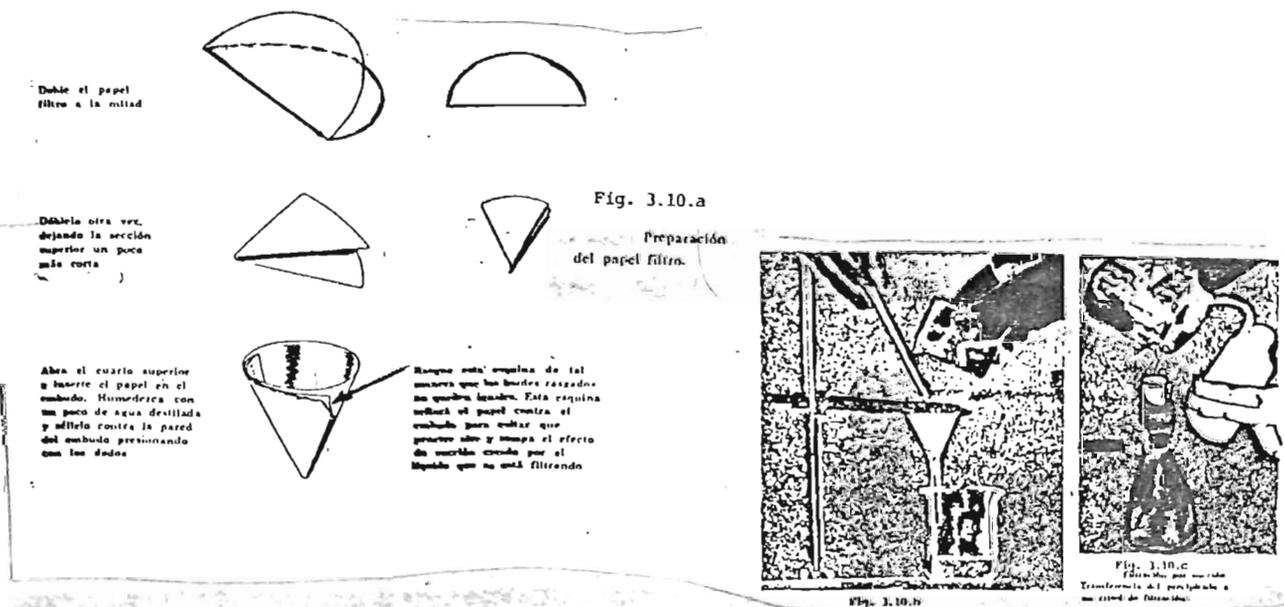


Figura 3.10 Preparación del papel filtro y tipos de filtración.

La filtración por succión se realiza con una trompa de agua, que funciona como un aspirador accionado por la presión de salida del agua del grifo. Figura 3.11.

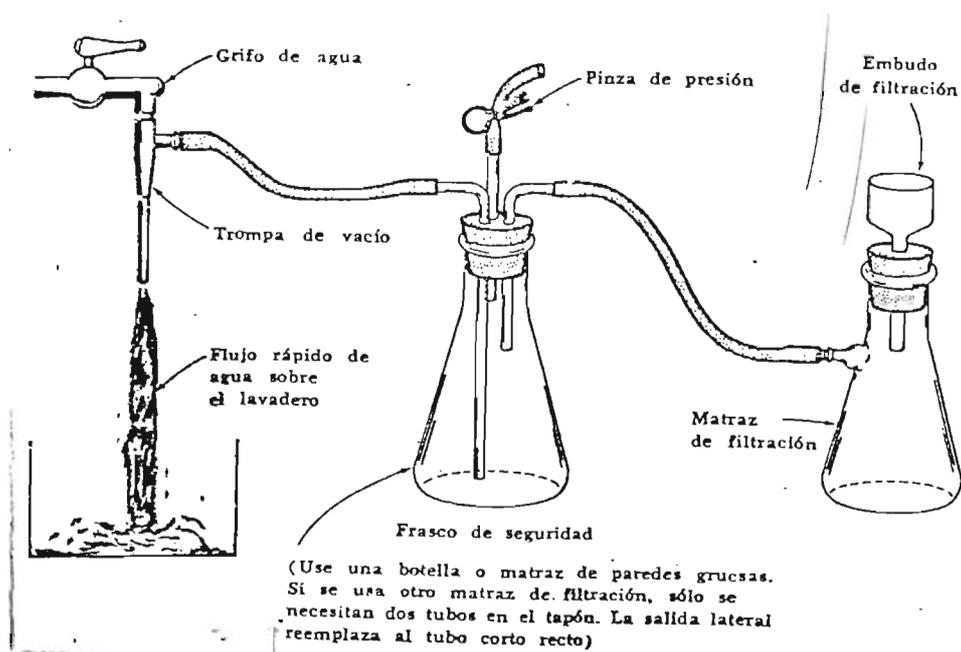


Figura 3.11 Uso del frasco de seguridad en una filtración al vacío.

Al sistema que provoca el vacío o succión del aire, se le adapta un frasco de seguridad (ver figura

Para evitar el paso de las aguas de filtrado - desde el kitazato a la bomba, en caso de darse una inversión en el mecanismo de succión de la bomba o trompa de vacío.

Las uniones se hacen con tubos de hule o mangueras gomosas y con tapones de hule. El papel filtro se corta en forma circular a modo de cubrir la parte plana del embudo; posteriormente humedeciendo con el disolvente de la solución que se trata de filtrar. La succión o aspiración se aplica antes de verter la mezcla sobre el papel filtro. Para finalizar el matraz de filtración se desconectará antes de cerrar la llave del agua.

### 3.5.3 EXTRACCION.

La técnica de separación por extracción con un solvente apropiado se fundamenta en el grado de solubilidad que tiene una sustancia de la mezcla con el disolvente extractor, en el cual las otras sustancias permanecen insolubles confirmándose que lo "semejante disuelve lo se-

mejante", por ejemplo con una mezcla homogénea de yodo y alcohol. El yodo es mucho más soluble en tetracloruro de carbono ( $\text{CCl}_4$ ) que en alcohol, y éste es insoluble en el  $\text{CCl}_4$ , notemos aquí el principio de la extracción, el yodo se logrará transferirse a la capa de tetracloruro de carbono, por medio de la técnica siguiente: se toma una muestra de mezcla yodo-alcohol, la que se pone en un FRASCO O EMBUDO DE SEPARACION. - Vea la figura 3.12(I). Se añade el líquido extractor ( $\text{CCl}_4$ ). Tape el embudo y agítelo bien para mezclar las sustancias líquidas.

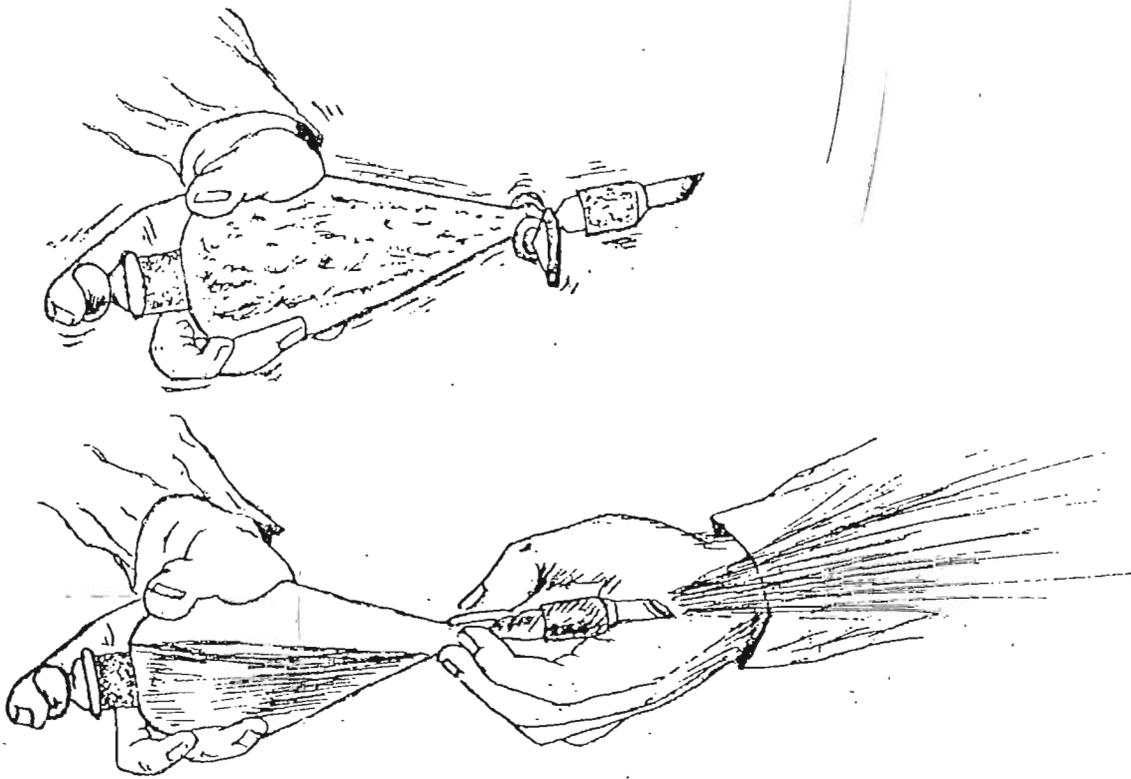
Estos movimientos adquieren una gran presión dentro del embudo, modere ésta, abiendo la llave como lo muestra la figura 3.12(I). Cierre la llave y coloque el embudo en un aro metálico montado en un soporte universal. Es el momento de colocarlo, los dos líquidos inmiscibles se separan en dos capas, en este caso frecuentemente se inclina o se quita el tapón para acelerar la formación de capas. --Un punto de análisis e interpretación es identificar la situación de cada capa así en el ejemplo, el tetracloruro de carbono es más



(1)



(2) Antes de agitar

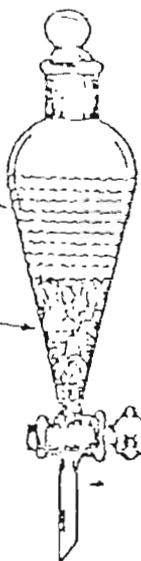


(3) Agitación de la mezcla

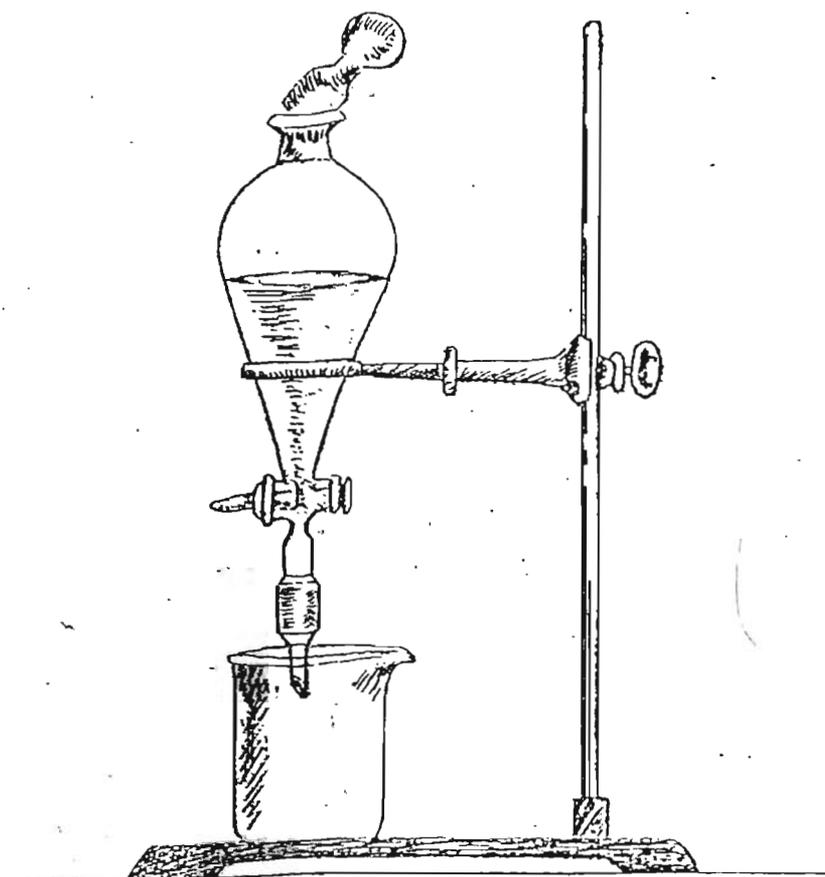
Fig. 3.12 (I) Extracción del yodo del alcohol.

Alcohol

Separación -  
del  $\text{Cl}_4$  yodo



(4) Después de agitar



(5) Separación de Capas

Fig. 3.12 (II) Extracción del yodo del alcohol.

denso que el alcohol y se depositará en el fondo. Al pasar la mayor parte del yodo al tetracloruro de carbono se abre la llave del embudo, siempre manteniendo destapado el embudo para la caída de la capa inferior sea homogénea y sin burbujeo de aire. El alcohol o líquido remanente puede purificarse más repitiendo la extracción con  $\text{CCl}_4$  puro.

### 3.6 PREPARACION DE SOLUCIONES.

Las soluciones son mezclas homogéneas de dos o más sustancias estan constituidas de un componente, llamado SOLUTO y un medio en el que se dispersa, de modo uniforme, llamado solvente o disolvente. Teniendo en cuenta lo anterior, podemos hablar de SOLUBILIDAD como la cantidad máxima disuelta en 100 gramos de solvente a una temperatura dada. La solubilidad de un compuesto se puede aumentar por calentamiento de la solución. La técnica de trituración o agitación no aumenta la solubilidad, pero se acelera la disolución, debido a la mayor superficie de contacto entre el sólido y el líquido.

Las soluciones que se pueden preparar en el laboratorio obedecen a las unidades de concentración de tipo QUIMICO y de orden FISICO. Entre

las primeras están los MOLARES, NORMALES Y MOLALES, principalmente entre las segundas, las más conocidas son las PORCENTUALES, tomando el tanto por ciento de soluto involucrado.

Las soluciones porcentuales pueden ser expresadas en: P/P, P/V y V/V. En la primera tanto el soluto como el solvente se expresan en peso. A veces, es más útil preparar soluciones en una relación peso a volumen como la segunda o bien a volumen a volumen en la tercera mencionada. Veamos el siguiente ejemplo de aplicación.

¿Cómo se prepararía una solución al 20 % de  $\text{KNO}_3$  en peso/volumen?

- 1) Pesar 20 gramos de  $\text{KNO}_3$  directamente, en una balanza utilizando un vidrio de reloj como portamuestra.
- 2) Pasaríamos el soluto pesado a un vaso de precipitado, lleno con la mitad de agua destilada (aproximadamente 50 ml), para su disolución. Posteriormente con un pequeño embudo se transfiere la solución resultante dentro de un frasco volumétrico para su aforamiento, o sea hasta completar un volumen de 100 ml.

### 3.6.1 SOLUCIONES MOLARES.

Es una de las más utilizadas en el laboratorio porque permite saber con precisión el número real de partículas (moléculas) por unidad de volumen líquido. Como es sabido la molécula-gramo o mol de cualquier sustancia será la cantidad en peso, expresada en gramos, igual al peso molecular de la sustancia misma. Por ejemplo, un mol de NaOH, con peso molecular igual a  $23 + 16 + 1 = 40$ , corresponderán a 40 gramos de hidróxido de sodio.

Se define como la concentración M de una sustancia que expresa el número de moles de soluto que están en un litro de solvente o solución.

$$M = \frac{n}{V} = \frac{\text{número de moles de soluto}}{\text{volumen de solución}}$$

En análisis es muy importante el hecho de que volúmenes iguales de diferentes soluciones de igual molaridad contienen igual número de moles.

Observe que la definición se basa en el volumen total de la solución. Cuando se prepara una solución líquida, el volumen de la solución raramente es igual a la suma de los volúmenes de los componentes puros.

Generalmente el volumen final de la solución es mayor o menor que la suma de los volúmenes de los compuestos usados para prepararla. Por consiguiente, no es práctico, tratar de predecir disolvente que ha de usarse para preparar una solución dada. Las soluciones molares (como también otras que están basadas en el volumen total) se preparan utilizando matraces o balones aforados.

Para preparar una solución se coloca en el matraz la cantidad correcta de soluto y luego se le agrega agua destilada, mezclando cuidadosamente hasta que la marca de calibración sobre el cuello.

Es fácil calcular la cantidad de soluto presente en un volumen dado de solución cuando ésta se expresa en términos de molaridad. Así, 1 litro de una solución 3M contiene 3 moles de soluto, 500 ml contienen 1.5 -

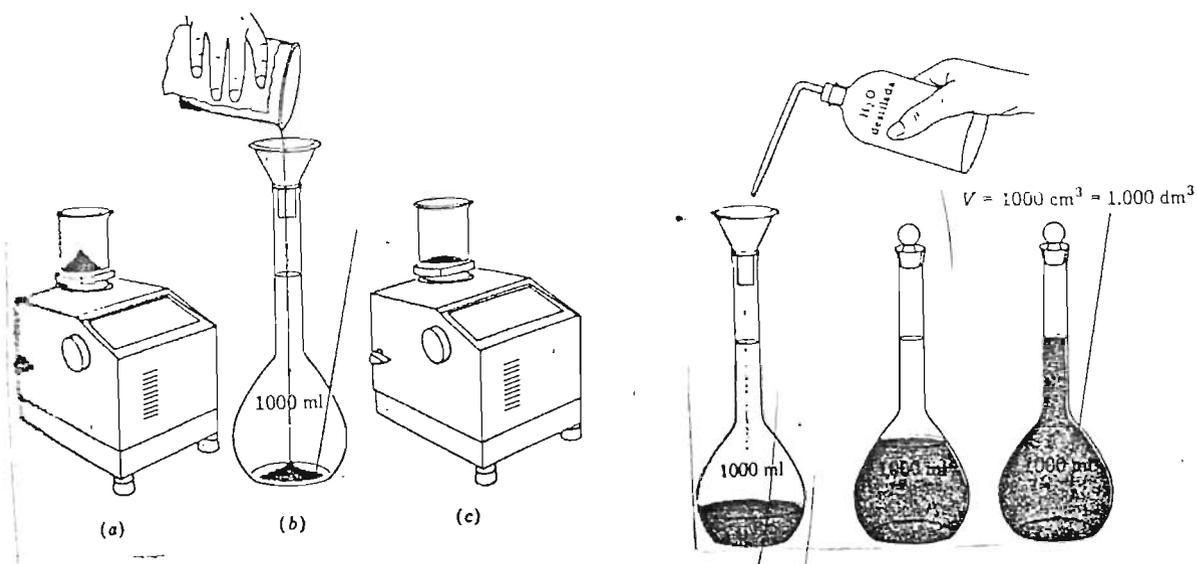


Fig. 3.13 Preparación de Soluciones.

moles 250 ml contienen 0.75 moles y 100 ml contienen 0.3 moles. En el laboratorio se da el caso que conocemos la concentración de una solución acuosa de NaOH por ejemplo de 0.25 M y necesitamos preparar 1 litro de solución. El número de gramos de NaOH, sería el primer paso a tomar para ejecutar su disolución en agua. Así tenemos que:

Gramos de NaOH(m) es igual al número de moles x peso molecular, sustituyendo por sus valores en la ecuación:

g de NaOH = 0.25 moles x 40 g/mol (peso molecular, - 23 g + 16 g + 1.0 g), resultaría que la masa de NaOH, a ser pesada serían 10 g.

Otra variante o caso es conocer el número de moles - de NaOH (0.04 moles) disuelto en determinado volumen, - por ejemplo 160 ml de solución.

Paso 1 : Convertir los ml a litros

$$\begin{array}{r|l}
 160 \text{ ml} & 1 \text{ litro} \\
 \hline
 & 1000 \text{ ml}
 \end{array}
 = 0.16 \text{ litros}$$

Paso 2 : Sustituir las cantidades en la ecuación.

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0.04 \text{ moles}}{0.16 \text{ litros}} = 0.25 \text{ M.}$$

### 3.6.2 SOLUCIONES NORMALES.

La concentración de las soluciones usadas en las titulaciones se expresan a veces en términos de sus normalidades. Para cualquier soluto "S" su normalidad en solución se define como:

$$\text{Normalidad de "S"} = \frac{\text{Núm. de equivalentes de soluto}}{\text{litro de solución}}$$

$$N_s = \frac{\text{equivalente}}{\text{litro}}$$

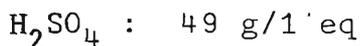
Una buena pregunta sería: ¿Qué es un equivalente?

Para las reacciones ácido-base el equivalente está relacionado con el número de moles de iones  $H^+$  que son transferidos en dicha reacción. Así un equivalente de un ácido es un mol de iones hidrógeno donados por el ácido. En cambio para la base el equivalente está definido como un mol de hidrógeno aceptados por la base.

$$N_{\text{ácido}} = \frac{\text{mol de H}^+ \text{ donados}}{1 \text{ litro de solución}}$$

$$N_{\text{base}} = \frac{\text{mol de H}^+ \text{ aceptados}}{1 \text{ litro de solución}}$$

Para encontrar el número de gramos en 1 equivalente de ácido o base, primero obtenemos el peso molecular de la sustancia y luego lo dividimos entre el número de iones hidrógeno reemplazables (si es ácido) o entre el número de iones hidróxilos (para las bases), por ejemplo: el ácido sulfúrico tiene un peso molecular de 98. Este ácido contiene dos iones hidrógenos; y su peso equivalente será a:  $98/2$  ó 49 gramos por equivalente de ácido sulfúrico.



Esto significa que una solución 1N contiene 49 g de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  por litro de solución.

Un cálculo que con frecuencia se da es conocer la normalidad de una solución que se ha preparado disolviendo cierta cantidad de gramos de soluto en un volu-

men de agua empleada como solvente. Así por ejemplo:  
 ¿Cuál sería la normalidad de una solución que se preparó disolviendo 15.0 g de ácido ortofosfórico,  $H_3PO_4$ , - en agua y diluyendo la solución obtenida con agua hasta alcanzar un volumen final de 250 ml.

Paso 1 : Masa de un equivalente gramo (Peso equivalente) de  $H_3PO_4$ , es igual a:

$$\frac{98.0 \text{ g/mol}}{3 \text{ g/equiv.}} = 32.7 \frac{\text{g}}{\text{equiva.}}$$

Paso 2 : Número de equivalentes-gramo:

$$\frac{15.0 \text{ g}}{32.7 \text{ g/equiv.}} = 0.459 \text{ equivalente}$$

Paso 3 : Volumen y Normalidad

$$V = \frac{250 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}} \times \frac{1 \text{ lts}}{1} = 0.250 \text{ lts,}$$

$$N = \frac{0.459 \text{ equiv.}}{0.250 \text{ lts}} = 1.84 \text{ N}$$

### 3.6.3 MÉTODOS DE DILUCIÓN.

Las diluciones en las prácticas de laboratorio o investigación facilitan y ahorran tiempo para su desarrollo, debido a que de una solución de mayor concentración se preparan soluciones de menor concentración. En tal sentido - nuestro interés será encontrar el volumen necesario a tomar de la solución más concentrada, - para que al agregar el agua necesaria se obtenga la solución de menor concentración. Como una ilustración tenemos el caso siguiente: Preparar 100 ml, solución de ácido nítrico 0.1 M. a partir de otra de concentración 8 M, del mismo ácido. Tomando en cuenta que cambiará el - volúmen del disolvente, mientras que el número real de moléculas o moles permanecerá igual, - tendríamos que el número de moles (1) de soluto debe ser igual al número de moles finales (2) - de soluto; así:  $n_1 = n_2$  (I)

De la definición de molaridad, despejamos "n".

$$M = \frac{n}{V} ; \quad n = MV \quad (\text{II})$$

Sustituyendo (II) en (I) tenemos para cada solución:

$$M_1 V_1 = M_2 V_2 \quad (\text{III})$$

En nuestro ejemplo tendríamos que:

i) Encontrar la cantidad en mililitros de ácido de la solución 8M con la que se preparará la de 0.1 M, así:

ii) Por la ley de la dilución (III)

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$8 \text{ M} \times V_1 = 0.1 \times 100 \text{ ml}$$

$$V_1 = 1.25 \text{ ml}$$

iii) Luego se miden exactamente 1.25 ml de la solución de  $\text{HNO}_3$  8M y se afora a 100 ml con agua destilada, obteniéndose así la solución 0.1 M.

### 3.7 TECNICA DE LA TITULACION.

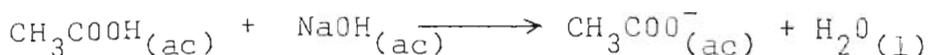
La titulación es un proceso que involucra la medición de volúmenes de una solución de concentración conocida cuando esta reacciona con otro volumen y concentración desconocida. Lo anterior es la base del conocido Análisis Volumétrico. La solución colocada en la bureta es llamada TITULANTE y durante la titulación ésta solución es agregada gota a gota a otra solución llamada titulada a la que le ha agregado dos o tres gotas de un indicador, o sea aquellas sustancias que tienen la propiedad de cambiar de color según sea el grado de acidéz o basicidad de la solución analizada.

Además del cambio de color, que determina el punto final existen otras observaciones tales como: la formación de precipitados, temperatura de la solución, corriente eléctrica que atraviesa la solución, la diferencia de potencial etc.

El procedimiento general es el siguiente: se mide con una bureta el volumen de una solución básica o ácida estandarizada, requerida para reaccionar exactamente con un volumen previamente medido de la base o del ácido desconocido, o con una masa conocida de un ácido o de una base. El objetivo del análisis es saber cuando se han mezclado cantidades estequiométricamente equivalentes de ácidos y bases, se resuelve en general mediante el uso de indicadores (en algunos casos se realiza con aparatos de medición del pH).

Mediante un ejemplo describiremos el procedimiento para llevar a cabo los cálculos involucrados. Supongamos que se necesitan 20 ml de NaOH 0.2M, para reaccionar con una muestra de 50.0 ml de vinagre, que es una solución de ácido acético en agua. Y estaríamos interesados en conocer la concentración de dicho ácido, en el vinagre.

Primero plantearemos la reacción química:



observemos que las sustancias reaccionantes se consumen en productos en una razón molar 1:1, así: número de moles  $\text{OH}^-$  igual número de moles  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

$$\text{Pero: número de moles de } \text{OH}^- = (M_{\text{NaOH}}) (V_{\text{NaOH}})$$

$$\text{número de moles } \text{CH}_3\text{COOH} = (M_{\text{CH}_3\text{COOH}}) (V_{\text{CH}_3\text{COOH}})$$

Sustituyendo por los valores respectivos:

$$V_1 C_1 = V_2 C_2$$

(base) (ácido)

$$0.2 \frac{\text{mol}}{\text{litro}} (0.02 \text{ litro}) = (M_{\text{CH}_3\text{COOH}}) (0.0500 \text{ litro})$$

Resolviendo para la concentración del ácido acético:

$$M_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0.2 \frac{\text{mol}}{\text{litro}} \times \frac{0.02}{0.05} = 0.08\text{M}$$

La respuesta es razonable -debido a que el número de moles de  $\text{NaOH}$  en los 20 ml de solución inicial es igual al número de moles de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  en los 50 ml de solución.

Pongamos otro caso; el de haber preparado una solución de NaOH 0.1M y estamos interesados en conocer exactamente su concentración, tendríamos que titularla con HCl por ejemplo seleccionar una muestra de 20.0 ml a 0.1M colocado en un erlenmeyer de 250 ml, sin dejar de añadir 2 ó 3 gotas del indicador (Fenoltaleína). - La base por analizar quedaría en la bureta como titulante de la solución acídica. Planteado lo anterior, supongamos que se gastaron 18.47 ml de NaOH para llegar al punto de equivalencia. La pregunta sería: ¿Cuál será la concentración exacta del NaOH? En vista de lo tratado tenemos que conocer la ecuación balanceada:

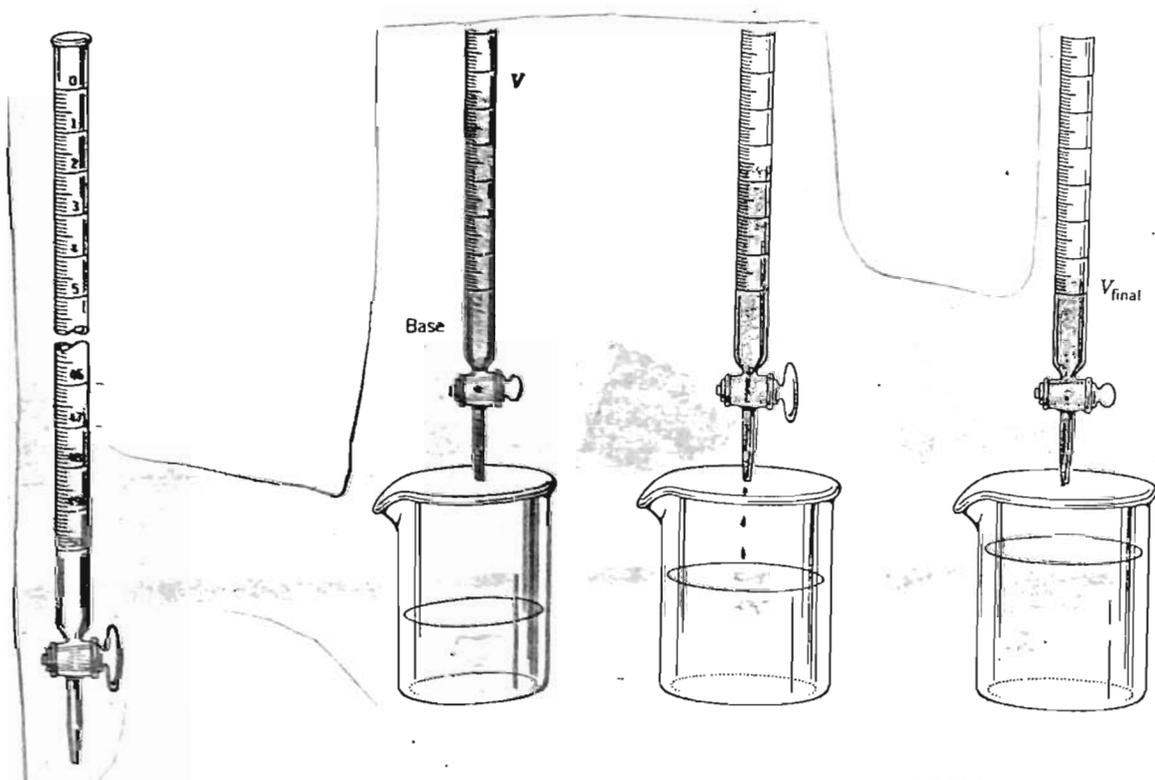


Primero, calculamos el número de moles de HCl en la solución dentro del erlenmeyer antes de la titulación esto es logrado del volumen y molaridad inicial.

-20.0 ml de HCl	0.1 mol de HCl	= 2.0 x 10 <sup>-3</sup> moles de - HCl
	1000 ml de HCl	

De la estequiometría de la reacción ácido-base, sabemos que por cada mol de NaOH reacciona 1 mol de HCl es decir, en relación de 1:1. Por consiguiente el número de moles de NaOH necesarios para reaccionar con el HCl será del mismo orden calculado para la muestra de ácido, de  $2.000 \times 10^{-3}$  moles de NaOH. Finalmente, tomemos en cuenta el volumen gastado o sea al final de la titulación. Convirtiendo los 18.47 ml de NaOH en litros para encontrar así su concentración.

$$\frac{2.00 \times 10^{-3} \text{ moles de NaOH}}{0.01847 \text{ litros de solución}} = 0.1083 \text{ M, para la base}$$



CAPITULO IV

DISEÑO DE UN MODELO OPERACIONAL  
PARA PRACTICAS DE LABORATORIO -  
EN QUIMICA GENERAL.

CAPITULO IV4.0 DISEÑO DE UN MODELO OPERACIONAL PARA PRACTICAS DE LABORATORIO EN QUIMICA GENERAL.

En las prácticas de laboratorio existen dos aspectos de mucha importancia: la transformación del químico por medio de la práctica y las mejoras que este hace sobre su realidad. Esta última abarca la sociedad, la naturaleza y el poder de trascendentalidad que conlleva al químico a la aprehensión de los conceptos básicos, a la fase reflexiológica de los datos recolectados; buscando por supuesto la explicación de los cambios físicos y químicos.

Para lograr estos fines y procurar acercarse a ese gran ideal de la nueva enseñanza-aprendizaje de la química; ha de comenzarse por RETROALIMENTAR y corregir todo cuanto sea menester en la METODOLOGIA de la QUIMICA EXPERIMENTAL: modificando los contenidos, la didáctica, el tipo de preguntas y sobre todo las formas de operativizar o llevar a cabo una práctica de laboratorio. -

¿Porqué razón? porque el hombre ha cambiado su psicología, su filosofía y evidentemente su ciencia y tecnología.

Los nuevos métodos de operación has de estar de acuerdo con los intereses de los estudiantes de la época, y nuevas necesidades de la comunidad científica y tecnológica.

Es de urgencia incorporar modelos a guías de laboratorio a todo lo largo de la carrera, para la mejor comprensión y aplicación de la química. Entre estos hay varios, aquí solo presentaremos el más adecuado en nuestro medio, y diseñado bajo el nombre de "PRACT", que quiere decir PRACTICA ACTIVA, el cual se fundamenta en el proceso científico, para resolver acertadamente los diferentes problemas experimentales de la química. También considera el PRACT la fusión del estudiante-profesor antes, durante y después de la experiencia práctica, como base de la participación activa en lo cognoscitivo, afectivo y psicomotor del proceso enseñanza-aprendizaje.

El PRACT está diseñado operacionalmente para proporcionar los elementos necesarios para que la ejecutante, saque sus propias ideas de los fenómenos estudiados, intercambie las estructuras mentales de sólo tener una recolección de datos pasiva por una activa, como paso previo al razonamiento crítico de la interpretación y análisis de lo observado, para lograr el transporte del conocimiento a los campos de aplicación más cercanos en nuestro medio. Los laboratorios de química general deben ser más significativos con mayor compactación entre la teoría y la práctica, incorporar una buena orientación previa de los datos teórico-prácticos, fomentando así la observación con conocimiento de causa, empleo de técnicas y operaciones actualizadas o mejoradas, para así, lograr las conclusiones más apegadas a la realidad, que redunde en la CAPACIDAD DE APRENDER PARA CREAR.

El hecho más importante del PRACT es habituar al estudiante al "esfuerzo por la búsqueda", la investigación, las innovaciones de los fenómenos fisicoquímicos etc.

En tanto, el método pasivo y mecánico del proceso de laboratorio quedaría desfasado con la nueva metodología activa, razonativa y proyectiva, hacia nuestros semejantes.

Generalizando, los procedimientos a fortalecer y desarrollar entre otros, serían:

- a) Ejercitar la observación antes, durante y después de la práctica, de los casos conocidos y desconocidos.
- b) Los procedimientos de recolección de datos para la comprobación de las hipótesis, hechos, leyes o formulaciones de problemas químicos.
- c) Practicar nuevos experimentos para ampliar el caudal de conocimientos y control de nuevas variables.
- d) Innovar los aparatos, instrumentos o planes de trabajo con propósitos más prácticos y eficientes.

- e) Buscar posibles analogías entre prácticas diferentes.
- f) Deducir, inducir y proponer nuevos mecanismos de operación técnica que solucionen un mismo problema.
- g) Fomentar la "búsqueda interdisciplinaria y multidisciplinaria".
- h) Efectivizar y activar el diálogo entre estudiantes y profesores para encauzar la reflexión del área de trabajo.
- i) El PRACT, debe ofrecer oportunidades para las tareas exaulas de investigación de temas que cierren teórica o prácticamente un tema.

4.3 EJEMPLOS DE DISEÑO DE GUIAS DE  
LABORATORIO CON BASE A LA METO  
DOLOGIA ACTIVA "PRACT".

4.1 DESCRIPCION DEL MODELO "PRACT". (Modelo No. 1)

Densidad de Líquidos y Sólidos.

El modelo de la práctica se inicia con una teoría preliminar a manera de investigación previa a la parte experimental de los elementos inmersos - con el problema a desarrollar tales como: definiciones, fórmulas, métodos, técnicas, etc. que conducirán a la obtención de los objetivos de la práctica de laboratorio.

Objetivo General: Adquirir habilidad en el uso de los instrumentos de medición de volumen y peso.  
TEORIA PROGRAMADA:

1. Pueden ser entendidos los principios o leyes sin las mediciones cuantitativas? ¿Porqué razón?
2. ¿Qué tipo de importancia tienen las matemáticas en la recolección y tratamiento de datos?
3. ¿Qué entiende por densidad? ¿Para qué sirve?
4. ¿Es lo mismo hablar de densidades de sólidos, líquidos y gases? ¿Cuál es su analogía o -

diferencias?

5. Mencione cinco valores de densidades de sólidos, líquidos y gases, con sus respectivas unidades.

OBJETIVOS : "Realizar mediciones para luego utilizarlas en la determinación de la propiedad física, llamada Densidad". Sería el objetivo para nuestro ejemplo. o sea que los objetivos vienen a ser el resultado que se espera lograr al terminar la práctica.

PRE-LABORATORIO: Es la parte activa del docente quien ya ha programado o dirigido la teoría en cuestión, es el momento de hacer una breve descripción de la práctica, basándose en los objetivos, o sea delimitando el problema y orientándolo a la recolección, técnicas, métodos, procesos, cálculos o modos de operar, manejar o manipular el instrumental químico.

mico. Para nuestro ejemplo, sobre las densidades.

"El experimento estará encaminado a reflejar una simple introducción a los métodos de recoger datos cuantitativos, - tales como masas, volúmenes, densidades, calibraciones de aparatos (termómetros, pipetas, etc.).

Enfatizando: (i) Lecturas correctas sobre dichas mediciones, especialmente en las probetas y pipetas (ii) Uso de balanzas corrientes, (iii) Métodos para encontrar las densidades de sólidos y líquidos (iv) Uso de cifras significativas para elaborar el reporte.

#### ORIENTACION AL ESTUDIANTE:

Es otra participación activa del profesor en su afán de desarrollar el proceso de enseñanza para el caso de nuestra práctica sería:

"Homogenizar y desarrollar antes del laboratorio las buenas técnicas en la medición. También se puede dis

cutir sobre el tratamiento de sustancias sólidas y líquidas.

NOTA: La orientación al estudiante abarca los problemas más relevantes que él encontrará en la parte experimental o de Manipuleo.

TECNICAS A DEMOSTRARSE:

1. "El uso de la probeta, para medir volúmenes".
2. "Método correcto de leer el menisco de los líquidos".
3. "Transferencia de reactivos líquidos"
4. "Técnicas del uso de la balanza".
5. "Mantenimiento de la limpieza de la práctica".

INDICACIONES Y PRECAUCIONES.

Si se usa una sustancia como el tetracloruro de carbono, es necesario evitar el exceso de inhalar los humos o vapores por sus niveles de toxicidad. Además debe prevenirse cualquier contacto con la piel. Caso

de no usarse este líquido, hay que seleccionar otro - que sea pesado, y no muy volátil.

### SECUENCIA DEL LABORATORIO.

Es el paso donde se discutirá sobre las interrelaciones del tema, con otros temas de la química; también puede hacerse mención a la importancia básica de los conocimientos de una práctica que serán necesarios para abordar cualquier otra práctica. Para el ejemplo que estamos desarrollando, la secuencia del laboratorio sería: "Que el tema es demasiado amplio pues abarca las técnicas elementales de medir las masas de las sustancias, sus volúmenes para relacionarlas con la DENSIDAD, propiedad que a lo largo de los cursos de química básica y especializada son necesarios, sobre todo para la identificación de las sustancias sólidas, líquidas y gaseosas".

### MATERIALES Y REACTIVOS.

Materiales  
Probeta de 25 ml

Reactivos  
 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Termómetro	Trozo de metal (Fe o Zn)
Vaso de precipitado de 250 ml, pipetas de 10 ml	Agua destilada
Balanza corriente	

### PARTE EXPERIMENTAL.

Es el momento de realizar la parte práctica del laboratorio, teniendo una adecuada planeación del experimento, y seleccionar el material y equipo necesario para su ejecución.

#### PARTE "A" Densidad del Agua

- 1) Pese una probeta de 25 ml, vacía
- 2) Anote el peso de dicha probeta con 10 ml de agua destilada.
- 3) Encuentre la densidad del agua, mediante la relación:  $m/V$ . (Peso del agua : 2 - 1).

#### PARTE "B" Densidad de una muestra líquida.

- 1) Pese una probeta de 10 ml
- 2) Mida 9 ml de líquido con aproximación de 0.2 ml

- 3) Pese la probeta con el líquido
- 4) Calcule la densidad

PARTE "C" Densidad de un sólido

- 1) Pese un sólido (Pb, Al, Zn, Fe, etc.) aproximadamente 15 gramos de un sólido.
- 2) Vierta 15 ml de agua de chorro en una probeta de - 25 ml.
- 3) Con mucha precaución sumerja el sólido dentro del agua contenida en la probeta y anote su volumen.
- 4) Vacíe el contenido de la probeta sin desechar el sólido. (Puede ser utilizado en posteriores experimentos).
- 5) Calcule la densidad del sólido.

RECOLECCION Y TABULACION DE DATOS.

1. Elabore un cuadro de datos, especifique masas utilizadas, valores de volúmenes, incertezas o aproximaciones de cada instrumento empleado y sobre todo ocupe toda esta información para encontrar la densi-

dad del agua de la parte A, la del líquido desconocido en la parte B.

2. Calcule el volumen del sólido con sus datos tabulados y su respectiva densidad, indicando la clase de sólido utilizado.

TAREA DE INVESTIGACION.

1. El método usado para encontrar la densidad de un sólido (parte C), es aplicado a cualquier sólido. Razone su respuesta.
2. Cuál es la masa de 25.0 ml de mercurio?  
La densidad del mercurio es 13.6 g/ml.
3. ¿Qué volumen es ocupado por 113 g de hierro?  
La densidad del hierro es 7.97 g/cm<sup>3</sup>.
4. Una botella vacía pesa 50 g, llena de agua pesa 100 g y llena de otro líquido 180 g. a) ¿Cuál es el volumen de la botella? b) ¿Cuál es el pe

o específico del líquido?

5. Los gases son muy poco densos. Podría mencionar un método para determinar su densidad? ¿Que factores intervienen en dicho cálculo?

#### SUGERENCIAS.

1. Debido a la poca experiencia en el manejo de la balanza corriente, esta práctica esta planificada para hacerse en 1 hora.
2. Los estudiantes por medio de estas técnicas, adquieren la posibilidad de capacitarse en el trabajo individual.
3. En vez de usar probetas pequeñas (10 ml) pueden sustituirse por probetas de 25 ml.
4. Para el caso de usar reactivos, o metales valiosos éstos se pueden recuperar sin ninguna alteración química.

Ejemplo: El tetracloruro de carbono es recuperable fácilmente.

4.2 PRODUCTO DE SOLUBILIDAD. (Modelo No. 2)

Objetivo General: Determinar cuantitativamente el producto de solubilidad de una sal ligeramente soluble.

Teoría Preliminar:

1. Cuál sería una de las aplicaciones más importantes de la ley de la acción de las masas?
2. ¿A qué le denominaremos equilibrio de solubilidad?
3. Defina que es solubilidad?
4. Mencione cinco ejemplos de expresiones de equilibrio de solubilidad; con sus respectivas ecuaciones químicas en disolución acuosa.
5. ¿A qué se le denomina  $K_{ps}$ ?

PRELABORATORIO.

Se aplicarán los procedimientos de análisis gravimétricos para determinar la concentración de una solución saturada de una sal y luego usar esta información para calcular el producto de solubilidad.

A una solución saturada de cloruro de plomo ( $\text{PbCl}_2$ ) se le encontrará la concentración de  $\text{Pb}^{+2}$ , cuando interactúe con los iones cromatos ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) obteniendo así un precipitado. Luego la concentración del ión plomo ( $\text{Pb}^{+2}$ ) se empleará para cuantificar su  $K_{ps}$ , producto de solubilidad de la solución inicial de cloruro de plomo II.

ORIENTACION A LOS ESTUDIANTES.

En esta parte se han de tener presente las técnicas básicas de laboratorio e iniciarse en las reacciones de precipitación; y con recursos experimentales sencillos poder profundizar en el tema del equilibrio

PROCEDIMIENTO.

1. Coloque un pedazo de papel filtro limpio (2 cm rad) y seco en un vaso de precipitados de 250 ml. Pese el vaso de precipitado y el papel filtro (con a proximadamente 0.01 g.).
2. Retire el papel filtro del beaker y coloque 100 - ml de solución saturada de  $PbCl_2$  dentro del beaker.
3. Agregue 20 ml de  $K_2CrO_4$  0.5 M a la solución anterior, caliente la solución hasta ebullición. Agitar ocasionalemtne.
4. Observe y anote resultados:
5. Monte un aparato para filtrar dicha solución (Ver figura No. 4.0).
6. Permita antes de la filtración que se sedimente el precipitado obtenido, luego filtre con mucho cuidado.

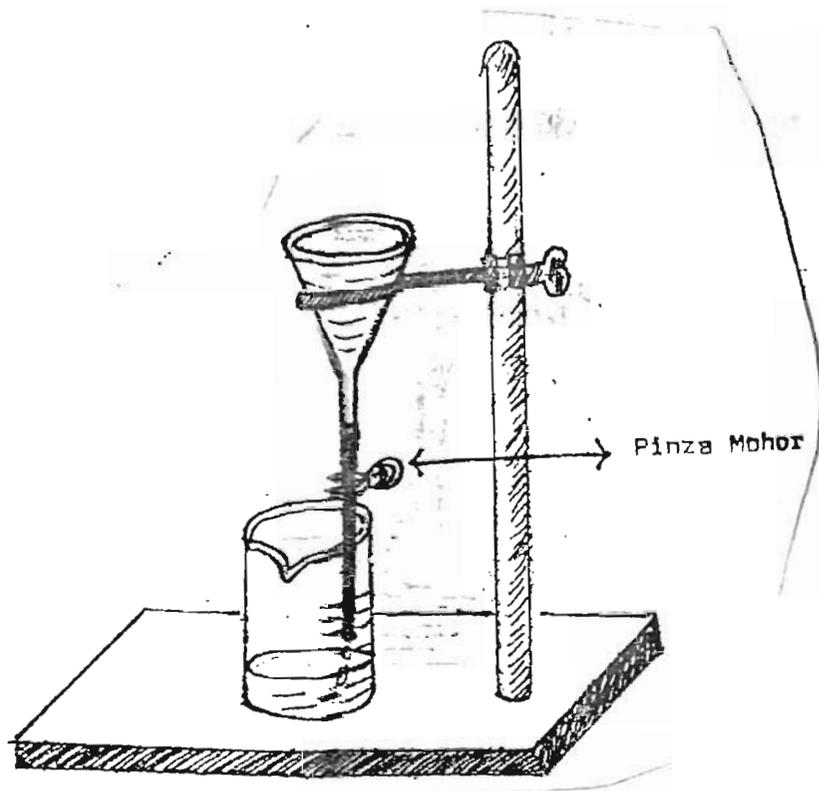


Fig. 4.0 Aparato de Filtración por Gravedad.

7. Lave el sólido retenido en el papel filtro unas tres veces con agua destilada.
8. Descarte las aguas de filtrado. Y ponga el papel filtro-sólido en el vaso de precipitado.
9. Este conjunto introdúzcalo: en una estufa para su secado final, el vaso de precipitado con su con-

de solubilidad.

TECNICAS DE LABORATORIO A DESARROLLAR.

- |                            |                     |
|----------------------------|---------------------|
| i) Filtración              | iv) Secado          |
| ii) Decantación            | v) Pesado de Trazas |
| iii) Lavado de precipitado |                     |

SECUNENCIA DEL LABORATORIO.

Esta práctica debe ser completamente con una discusión sobre los aspectos del equilibrio de solubilidad.

MATERIALES Y REACTIVOS.

Beaker de 250 ml	100 ml de solución saturada
Embudo, Papel filtro	de $PbCl_2$ (aproximadamente 5 g/litro)
Probeta de 100 ml	20 ml de $K_2CrO_4$ 0.5M (97 g/litro)

tenido ya seco.

CALCULOS Y TABULACIONES DE DATOS.

1. Escribir y balancee la ecuación para la reacción.
2. Con sus datos, calcule el número de moles de precipitado formado.
3. Encuentre el número de moles  $Pb^{+2}$  por mol de cromato de plomo formado.
4. Calcule la concentración del  $Pb^{+2}$  en moles por litro para la solución original (tenga en cuenta el volumen de la mezcla fue de 100 ml).
5. Diga cual fue la concentración de iones cloruro en moles por litro de la solución original.
6. Escriba la ecuación que representa el equilibrio de solubilidad.

TAREA DE INVESTIGACION.

1. Revise la tabla de constantes del producto de solubilidad (trabajo bibliográfico) y diga cuál es el valor teórico del Kps para el  $PbCl_2$  y  $PbCrO_4$ .
2. Por qué razón el  $CrO_4^{2-}$  fue usado como reactivo precipitante del  $Pb^{+2}$ ? Investigue el nombre de una sustancia que podría precipitar el  $Pb^{+2}$  en forma de sulfuro.
3. Problema de aplicación: Calcule la concentración del ión cadmio disuelto en agua. Si la sal del cual proviene es tipo sulfuro. (CdS) cuyo Kps es de  $8 \times 10^{-27}$  a  $25^\circ C$ .
4. Si se mezclan 50 ml de  $Pb(NO_3)_2$  0.002M con 50 ml de solución de KCl 0.004M. En base al valor teórico del Kps prediga si se forma precipitado. Razone su respuesta.

SUGERENCIAS.

1. Una hora puede ser planificada para realizar dicha práctica.
  2. El trabajo se puede hacer en forma individual o en parejas.
  3. Las soluciones recientes ofrecen más confiabilidad en los datos. Sobre todo tener cuidado con la del cloruro de plomo para obtener una buena saturación, para esto se puede calentar durante su disolución.
  4. Los secados en especial los hechos en horno, requieren constante observación, control del punto de fusión del compuesto para evitar alguna contaminación o descomposición.
- En conclusión el modelo (1) es más lógico que el (2) y se adaptó al PRACT por ser más integrador de sus elementos y propósitos educativos.

4.3 EJEMPLOS DE DISEÑO DE GUIAS DE  
LABORATORIO CON BASE A LA METO  
DOLOGIA ACTIVA "PRACT".

4.3.1 Ejemplo No. 1

DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL OXIGENO.

I. OBJETIVO GENERAL. Aplicar algunas leyes - de los gases ideales a un gas obtenido en el laboratorio.

II. TEORIA PROGRAMADA\*

Defina los siguientes términos:

- 2.1 Densidad
- 2.2 Volumen molar
- 2.3 Condiciones normales de P.y T.
- 2.4 Presión de vapor
- 2.5 Investigue cuál será la presión de vapor del agua a 45°C (consulte tablas de presión de vapor).

\_\_\_\_\_ mmHg \_\_\_\_\_ torr \_\_\_\_\_ atm

2.6 Deduzca una expresión para el cálculo de la densidad de cualquier gas, a partir de la ecuación de estado.

---

\*/ La teoría programada puede llamarse también teoría previa, conceptos básicos y preliminares.

2.7 Consulte la densidad de tres gases, incluyendo -  
la del oxígeno (a TPN).

---

2.8 El proceso para determinar experimentalmente la densidad del oxígeno, se llevará a través de la obtención de dicho gas, por descomposición del - clorato de potasio en oxígeno y cloruro de potasio. Escriba la ecuación química balanceada.

### III OBJETIVO ESPECIFICO.

Determinar experimentalmente la densidad del oxígeno a T. P. N., a partir de los datos de la boratorio.

### IV TECNICAS Y OPERACIONES.

4.1 Uso de la balanza

- 4.2 Manejo adecuado de sólidos y líquidos
- 4.3 Calentamiento a llama directa e indirecta (flameado)
- 4.4 Recolección del gas sobre un líquido ( $H_2O$ )
- 4.5 Cálculo de la densidad del oxígeno a partir de la ecuación de estado.

V

PRECAUCIONES E INDICACIONES.

- 5.1 Asegurarse de que todas las conexiones estén bien selladas con el objeto de evitar fugas del gas producido ( $O_2$ ).
- 5.2 Homogenizar el calentamiento (directo o flameado) sobre el tubo de ignición para lograr una vigorosa producción de gas oxígeno).
- 5.3 Dejar enfriar (a temperatura ambiente) el tubo de ignición antes de pesarlo en la balanza con el objeto de encontrar el número de gramos de gas en cuestión.

## VI FUNDAMENTACION TEORICA.

La propiedad física denominada **DENSIDAD**, tanto para sólidos, líquidos y gases se define como la relación de su masa por unidad de volumen  $d=m/v$ , sin embargo a diferencia de los dos primeros estados de la materia, para los gases esta propiedad está influenciada por la presión y temperatura del gas en estudio.

En las condiciones normales de P, T, la interdependencia del volumen, presión, temperatura y el número de moles de la mayoría de gases se expresa por medio de la LEY DE LOS GASES IDEALES;  $PV=nRT$  en donde R es la constante universal de los gases con un valor numérico de  $0.08205 \text{ atm-lt/mol}^\circ\text{K}$ , P viene expresado en atmósferas, el volumen en litros y la temperatura en grados absolutos o Kelvin.

Es esta práctica se determinará la densidad del oxígeno a partir de la descomposición térmica del

clorato de potasio. El volumen de agua desplazada por la corriente gaseosa se tomará como el equivalente al volumen experimental de oxígeno producido.

En cuanto al número de gramos producidos vendrá expresado por la diferencia de peso del tubo de ignición (que contendrá la muestra de clorato) antes y después de calentar. Por otro lado antes de realizar los cálculos finales, se debe tener en cuenta la corrección de la presión total (atmosférica) sobre la superficie del agua desplazada (dentro del vaso de precipitación) y esta presión es igual a la que ejerce la mezcla de oxígeno y el vapor de agua dentro del balón.

Esto se cumple cuando los niveles del agua dentro del balón y el vaso de precipitación sean iguales.

$$P \text{ Total} = P_{O_2} + P_{v.H_2O}$$

Para lograr nuestro objetivo, con las condiciones de P, V, T experimentales se calculará el volumen en las condiciones normales, aplicando la ley combinadas

$(P_1 V_1 T_2 = P_2 V_2 T_1)$  y posteriormente su respectivo volumen molar.

## VII EQUIPO Y REACTIVOS.

- 7.1 Mechero Bunsen
- 7.2 Tubo de ignición
- 7.3 Balón corriente fondo plano de 500 ml
- 7.4 Vaso de precipitación de 400 ml
- 7.5 Pinza de Mohr, sosten y extensión---
- 7.6 Mangueras y varillas de vidrio (dobladas)
- 7.7 Tapones de hule
- 7.8 Probeta de 100 ml
- 7.9 Clorato de potasio (pulverizado)
- 7.10 Soporte

El montaje del equipo de laboratorio debe armar se según el siguiente esquema:

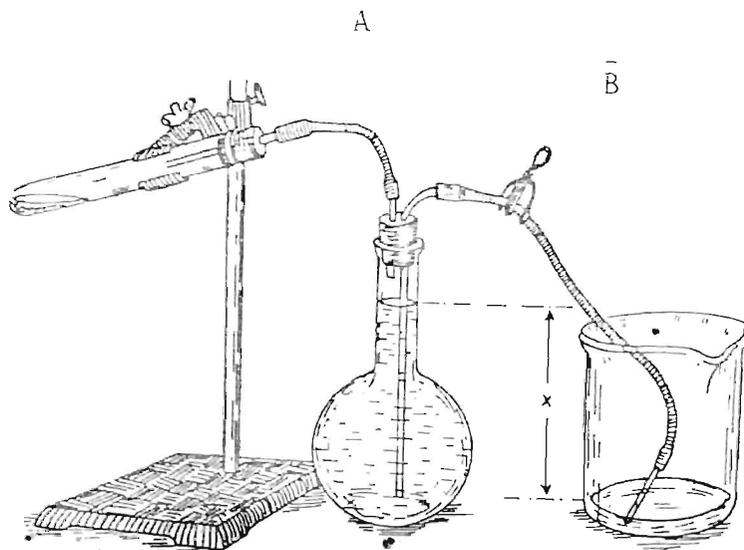


Fig. 4.1 Aparato para la Obtención del Oxígeno por Descomposición Térmica del  $\text{KClO}_3$ .

### VIII PROCESO EXPERIMENTAL.

(Toda medición experimental anótela en la tabla de datos).

8.1 Coloque el tubo de ignición en un vaso de precipitado y péselo; anote el dato en la tabla de datos.

8.2 Pese dentro del tubo de ignición aproximadamente un gramo de clorato de potasio y anote este peso.

- 8.3 Construya el aparato según la figura anterior.
- 8.4 Ponga 100 ml de agua del chorro en el vaso de precipitado de 400 ml.
- 8.6 Destape el tubo de ignición.
- 8.7 Retire la pinza del tubo que dé el vaso de precipitado.
- 8.8 Establezca un sifón en el sistema; soplando por el extremo del tapón que conecta al tubo de ignición, manteniendo la manguera 8 dentro del vaso de precipitado. El agua desalojada recíbala en el vaso de precipitado.
- Eleve el vaso de precipitado teniendo cuidado que el  $H_2O$  dentro del balón ascienda hasta enrasar con el tapón, baje el vaso de precipitado y repita nuevamente la operación para comprobar el funcionamiento del sifón.

Porqué es necesario el sifón?

- 8.9 Tape el tubo de ignición y retire la pinza. El nivel del agua en el balón bajará unos milímetros.
- Porqué causa?

- 8.10 Asegúrese que el sistema esté bien cerrado revisando las conexiones. Si observa que el nivel de agua dentro del balón comienza a bajar, sin haber comenzado la reacción química, significa que el si fón está mal construído (llame a su instructor).
- 8.11 Descarte el agua del vaso de precipitado y colóque lo nuevamente. Cuál será la función del vaso de precipitado?
- 8.12 Caliente el clorato de potasio con mucha precaución flameando hasta que funda (no calentar directamente)
- 8.13 Cuando el clorato esté fundido, caliéntelo con llama directa retirando el mechero si la ebullición se torna violenta. Qué nombre recibe el gas producido?
- 8.14 Deje de calentar cuando se hayan desplazado de 300 ml a 400 ml de agua. Cuál es el nombre de la sustancia que queda en el tubo de ignición?
- 8.15 Deje que el sistema se enfríe hasta temperatura ambiente.
- 8.16 Iguale los niveles de agua dentro del balón con el vaso de precipitación, subiendo o bajando el balón.

8.17 Mida la temperatura del agua desplazada, anótela. Coloque de nuevo la pinza en la manguera y mida el volumen de agua desplazada, usando una probeta de 100 ml, anote el volumen.

8.18 Cuando el tubo de ignición esté a temperatura ambiente, péselo.

La pérdida de peso equivale a la cantidad en gramos de \_\_\_\_\_ producido.

NOTA CIENTIFICA:

Para los casos de recolección de gases por desplazamiento de agua, se obtiene el gas saturado con agua a la temperatura de trabajo en el laboratorio.

Por ello es necesario hacer la corrección adecuada; determinando la presión de vapor del agua a dicha temperatura.

## IX. RECOLECCION

## - TABULACION DE DATOS

## MOLES DE OXIGENO

1	Peso del tubo vacío más vaso precipitación.	
2	Peso del tubo + $KClO_3$ + vaso de precipitación.	
3	Peso del tubo + vaso de precipitación, después de calentar.	
4	$O_2$ obtenido (gr)	
5	No. de moles $O_2$	

VOLUMEN  $O_2$  A T.P.N.  
(Ley combinada)

6.	Vol de $H_2O$ desplazada.	lts
7.	V. de $O_2$	lts
8.	$PO_2 = P_1$	atm.
9.	$TO_2$ de lab. ( $T_1$ )	OK.
10.	$Pa$ T.P.N. ( $P_2$ )	atm.
11.	$T$ a T.P.N. ( $T_2$ )	$^{\circ}K$
12.	$Vo_2$ a T.P.N. experimental	lts.

## CALCULO DE R EXPERIMENTAL

13.	$Vo_2$ molar	
14.	$Pa$ (T.P.N.)	
15.	$Ta$ (T.P.N)	
16.	$n$	
17.	$R$	

¿Cómo debería ser el valor de R al disminuir el N° de moles de  $O_2$  producido.

VALOR DE LA DENSIDAD DEL  $O_2$ 

18.	Densidad	gr/lts
-----	----------	--------

Expresar la densidad del gas oxígeno en gr/ml.

(Consulte tabla de presiones de vapor, Apéndice B.

IX. TAREA DE INVESTIGACION.

9.1 De los resultados obtenidos se deduce que -  
10 gr. de oxígeno ocuparán \_\_\_\_\_ lts.  
a (C.N.) y 32 gr. del mismo gas se esparci-  
rán en \_\_\_\_\_ lts. bajo las mismas  
condiciones.

9.2 ¿Cuál será el volumen ocupado por un mol de  
gas recolectado sobre agua a una presión de  
700 mm. de Hg y a 25°C.

9.3 Explique el efecto producido sobre densidad  
gaseosa, obtenida en el laboratorio según -  
las siguientes variables:

9.3.1 Omitir la presión de vapor del agua.

9.3.2 No completar la descomposición del -  
KClO<sub>3</sub>.

9.3.3 Haber fugas de oxígeno

- 9.3.4 Existir impurezas en el  $KClO_3$
- 9.3.5 Encontrarse como impureza el  $PbO_2$
- 9.3.6 Si al medir el volumen del agua desplazada el vaso recolector hubiera tenido algo de agua.
  
- 9.4 ¿Cuál será la densidad del metano a condiciones normales de P y T.
- 9.5 ¿Qué masa de  $KClO_3$  se necesita para producir 600 ml de  $O_2$  medido a  $27^\circ C$  y 730 torr.
- 9.6 Mencione dos aplicaciones prácticas de densidad: a nivel de laboratorio y en el campo industrial.

X. SUGERENCIAS.

- 10.1 El proceso de calentamiento a lo largo y ancho del tubo de ignición incorpora un medio favorable para la descomposición del clorato de potasio y en una mayor producción del gas oxígeno.

- 10.2 Un estudio sobre la difusión de los gases ampliaría la secuencia del comportamiento de los gases.
- 10.3 El sistema químico empleado para la producción de oxígeno se podría mejorar incorporando partículas de algún óxido en forma granular ( $BaO$ ) para aumentar la corriente gaseosa y lograr mejores datos en el volumen del agua desplazada.

## XI BIBLIOGRAFIA.

Brescia, Frank: Fundamentos de Química de Laboratorio Químico, traducido por Antonio E. - Gómez, Cía. Editorial Continental, S. A. de C. V., México 22, D. F.

4.3.2 Ejemplo No. 2 Metodología "Práctica Activa".

EJEMPLO 2. METODOLOGIA. "PRACTICA ACTIVA".

EQUILIBRIO QUIMICO DE SALES POCO SOLUBLES.

I. OBJETIVO GENERAL:

Determinación del producto de solubilidad de una sal ligeramente soluble en agua.

II. TEORIA PRELIMINAR:

- 2.1 A qué se le denomina Producto de Solubilidad (Kps)?
- 2.2 ¿En qué consiste el equilibrio de solubilidad?
- 2.3 Mencione cinco ejemplos de expresiones de equilibrio de solubilidad, con sus respectivas ecuaciones químicas en disolución acuosa.
- 2.4 Defina el concepto de solubilidad.
- 2.5 Mencione una forma a seguir para determinar experimentalmente la constante del producto de solubilidad.

III. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- 3.1 Relacionar la solubilidad de las sustancias

químicas con la constante del producto de solubilidad.

- 3.2 Establecer la expresión matemática del principio del producto de solubilidad.
- 3.3 Calcular el  $K_{ps}$  para el  $PbCrO_4(s)$

#### IV. TECNICAS Y OPERACIONES.

- 4.1 Técnica análisis gravimétrico
- 4.2 Decantación
- 4.3 Filtración
- 4.4 Lavado de precipitado
- 4.5 Secado de precipitado
- 4.6 Pesada de muestras
- 4.7 Cálculo del producto de solubilidad

#### V. PRECAUCIONES E INDICACIONES.

- 5.1 Realize todas las pesadas con una aproximación de  $\pm 0.01$  g.
- 5.2 Después de la precipitación y posterior a

la filtración asegúrese de arrastrar todo el sólido de las aguas de filtrado y los que puedan quedar en las paredes del vaso de precipitación.

5.3 Realice los lavados del precipitado con agua destilada.

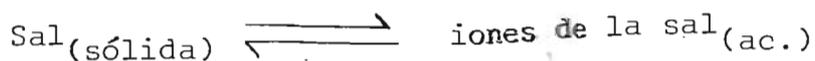
5.4 Evite la posible fusión o descomposición precipitado dentro de la estufa o controle la temperatura de secado.

## VI. FUNDAMENTACION TEORICA.

Para cada temperatura, hay una cantidad de sal que pueda disolverse en una cantidad dada de agua, y la concentración de la solución saturada, que resulta de la solución cuando ésta se encuentra en equilibrio con exceso de soluto sólido, es lo que se conoce como solubilidad.

Los resultados de las mediciones de solubilidad pueden expresarse de tal manera que resulte

un equilibrio de solubilidad.



o sea que existirá una relación en la ecuación anterior así:

$$\frac{[\text{iones de la sal}]}{[\text{sal (sólida)}]} = \text{constante}$$

Para estos casos, el denominador de la expresión es constante por que la concentración del sólido no varía, de modo que la expresión anterior quedaría:

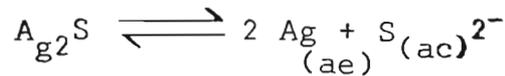
$$[\text{iones de la sal}] = \text{constante}$$

logrando así un resultado: la concentración de la solución de una sal en agua, en presencia del sólido y a temperatura constante, es constante.

El equilibrio queda, por tanto, representado por la constante del producto de solubilidad llamado Kps.

Cuando una sal poco soluble origina más de un

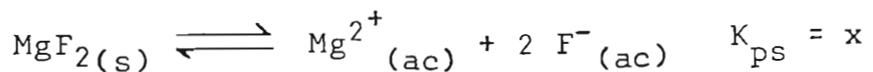
ión de la misma clase, la concentración de dicho ión debe figurar con el exponente correspondiente. Por ejemplo:



$$\begin{aligned} \text{y } K_{ps} &= [\text{Ag}^+] \times [\text{Ag}^+] [\text{S}^{2-}] \\ &= [\text{Ag}^+]^2 \times [\text{S}^{2-}] \end{aligned}$$

Hay muchos métodos para establecer la constancia del producto de solubilidad de un compuesto iónico ligeramente soluble, pero una de las formas más directas es relacionando la determinación de la solubilidad experimentalmente con el  $K_{ps}$ .

Veamos con el siguiente ejemplo: se remueven 100 ml. de una muestra de solución saturada de  $\text{MgF}_2$  al 25 %. El agua se evapora completamente depositándose 13 mg. de  $\text{MgF}_2$ . ¿Cuál es el  $K_{ps}$  del  $\text{MgF}_2$  a la misma temperatura.



Primero debemos de determinar la solubilidad molar del  $\text{MgF}_2$  y luego relacionar las concentraciones iónicas ( $\text{Mg}^{+2}$  y  $\text{F}^-$ ) con ella.

Número de moles de Mg de  $\text{MgF}_2$  por litro en la solución saturada:

$$= \frac{13 \text{ mg MgF}_2}{100.0 \text{ ml soln}} \times \frac{1 \text{ g MgF}_2}{1000 \text{ mg MgF}_2} \times \frac{1 \text{ mol MgF}_2}{62.3 \text{ g MgF}_2}$$

$$\times \frac{1000 \text{ ml soln}}{1 \text{ lts.}} = 2.1 \times 10^{-3} \text{ moles de MgF}_2/\text{lts.}$$

Los factores de conversión en la serie anterior son los que relacionan el número de moles de iones en solución con el número de moles de soluto disuelto.

$$\text{Mg}^{+2} = 2.1 \times 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{lts}} \text{ MgF}_2 \times \frac{1 \text{ mol Mg}^{2+}}{1 \text{ mol MgF}_2}$$

$$= 2.1 \times 10^{-3} \text{ M.}$$

$$\text{F}^- = 2.1 \times 10^{-3} \frac{\text{mol MgF}_2}{\text{lts.}} \times \frac{2 \text{ moles de F}^-}{1 \text{ mol MgF}_2}$$

$$= 2. \times 2.1 \times 10^{-3} = 4.2 \times 10^{-3} \text{ M.}$$

$$\begin{aligned} K_{ps} &= [Mg^{+2}] \times [F^{-1}]^2 \\ &= (2.1 \times 10^{-3}) (4.2 \times 10^{-3})^2 \\ &= 3.7 \times 10^{-8} \end{aligned}$$

## VII EQUIPO Y REACTIVOS.

- 7.1 Balanza de tres brazos (aprox. 0.01 g)
- 7.2 Beaker de 250 ml
- 7.3 Estufa
- 7.4 Embudo, papel filtro
- 7.5 Agitador de vidrio
- 7.6 Probeta de 100 ml
- 7.7 Solución saturada de  $PbCl_2$  (100 ml)
- 7.8 Solución de  $K_2 CrO_4$  0.5 M
- 7.9 Soporte universal, aros metálicos

## VIII PROCESO EXPERIMENTAL.

- 8.1 Coloque un pedazo de papel filtro limpio,

(2 x 3") y seco en vaso de precipitación de 250 ml.

8.2 Pese el vaso de precipitación y el papel filtro (con aproximación de  $\pm 0.01$  g) en una balanza de tres brazos. ¿Para qué servirá este papel filtro?

¿Por qué es necesario conocer su peso?

8.3 Retire el papel filtro del vaso de precipitación y coloque 400 ml. de solución saturada de  $\text{PbCl}_2$  dentro del vaso.

¿Que es una solución saturada?

8.4 Agregue 20 ml. de  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  (0.5 M) a la solución anterior. Caliente dicha mezcla hasta ebullición, agite ocasionalmente con un agitador de vidrio.

¿Qué método de calentamiento usará? calentamiento directo, o baño de maría. ¿Cuál es el objeto de calentar la mezcla?

8.5 Observe y anote los resultados en la tabla de datos.

8.6 Arme un aparato para filtrar por gravedad.

- 8.7 Permita la sedimentación del precipitado formado, antes de realizar su filtración.
- 8.8 Filtre con cuidado. En caso de haber residuos sólidos dentro del vaso, arrástrelos con el líquido que se usará para lavar dicho sólido.
- 8.9 Ahora lave el sólido retenido en el papel filtro (con precaución). Tres lavados son suficientes. ¿Cuál es el propósito de hacer los lavados?
  - 8.9.1 Descarte las aguas de filtrado, y ponga - el papel filtro-precipitado dentro del vaso que uso para determinar el peso de dicho papel.  
¿Qué técnica emplearía para investigar si en las aguas del filtrado hay todavía sólido disuelto?
  - 8.9.2 Este conjunto, introdúzcalo en una estufa para su secado final.
  - 8.9.3 Pese el conjunto (vaso-precipitado secos) a temperatura ambiente, con aproximación de ± 0.01 gr.

IX RECOLECCION Y TABULACION DE DATOS.

9.1 Peso del vaso +  
Papel filtro  
antes de la mezcla \_\_\_\_\_ g

9.2 Peso del conjunto  
anterior, ya seco a temperatura  
ambiente. \_\_\_\_\_ g

9.3 Peso neto de muestra:  
(9.2-9.1) \_\_\_\_\_ g

Escriba la reacción química de obtención del  
precipitado \_\_\_\_\_ y la ecuación  
iónica neta total es: \_\_\_\_\_.  
¿Cuál es su Kps?.

X. TAREA DE INVESTIGACION.

10.1 Revise las tablas de constantes del produco  
to de solubilidad y diga cuál es el valor  
teórico para el Kps del  $PbCl_2$  y  $PbCrO_4$ .

- 10.2 Porqué razón el  $\text{CrO}_4^{2-}(\text{ac})$  fue usado como reactivo precipitante del  $\text{Pb}^{2+}$ . Investigue el nombre de una sustancia que podría precipitar el  $\text{Pb}^{2+}(\text{ac})$  en forma de sulfuro.
- 10.3 Calcule la concentración del ión cadmio disuelto en agua, si la sal del cual proviene es del tipo sulfuro ( $\text{Cds}$ ), cuyo  $K_{ps}$  es de  $8 \times 10^{-27}$  a  $25^\circ\text{C}$ .
- 10.4 Se mezclan 50 ml de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  0.002 M con 50 ml. de  $\text{KCl}$  0.004 M. Basándose en el valor teórico del  $K_{ps}$ ; prediga si se formará precipitado. Razone su respuesta.
- 10.5 ¿Qué aplicación práctica ofrece el producto de solubilidad a nivel de laboratorio y en el campo industrial?

## XI. SUGERENCIAS.

- 11.1 La práctica puede realizarse en parejas o individualmente.

11.2 Las soluciones recién preparadas permiten más confiabilidad en los datos.

XII. BIBLIOGRAFIA.

Brescia, Frank; fundamentos de Química. Métodos de Laboratorio Químico, traducido por Antonio E. Gómez, Cía. Editorial Continental, - S. A. de C.V., México, D. F.

CAPITULO V

COMUNICACION DE LAS EXPERIENCIAS QUIMICAS.

## 5.0 COMUNICACION DE LAS EXPERIENCIAS QUIMICAS.

Los tiempos de crisis mundial, demandan una participación mayor en el campo científico y obviamente de intercambio de ideas, con el único propósito de desarrollar un mundo mejor para el ser humano.

Es el momento de darle importancia a la aplicación de la química en los campos industriales, agrícolas, tecnológicos y científicos con el único propósito de mejorar las condiciones de vida en especial en aquellas facetas que involucran innovaciones en las diversas formas de energía. De ahí que los nuevos perfiles de la química deberán orientarse a la enseñanza por el descubrimiento; dentro de los formatos de la investigación científica, donde la comunicación, el diálogo es imprescindible en la unión de objetivos prioritarios a la comunidad.

La comunicación debe establecerse entre quími.

cos y el sector profesional más cercano en afinidad - de intereses y necesidades, tales como el físico, biólogo, ingeniero químico, farmacéutico, nutricionistas, agrónomos y muchos otros más.

¿Qué es comunicarse? es conversar, compartir, una idea, impartirla, discutir ... informar ... alcanzar, establecer, mantener y/o ser el medio de relación interpersonal definida: "Conversar ...".

La palabra "Comunicación" es definida como "la acción o el hecho consumado de la transmisión de ideas. ... intercambio de estas por medio de letras, prácticas, investigaciones, mensajes y sonidos, exposiciones, intercambio de pensamientos y opiniones, diálogo y mucho más ... Ahora pregunto: ¿Habrá problemas de comunicación en la ciencia química?"

En general, habrá comunicación cuando toda acción produzca una reacción y esta modifique intencional o no la conducta de la persona. Se observa, se perfila a quienes participan en la comunicación.

Hay diversos tipos de comunicación, a saber; verbal, escrita, con gestos, con señales electromagnéticas (computarización) y casi todos los aparatos electroquímicos nos envían en el laboratorio un tipo muy importante de lo que sucede en el microcosmos, en el mundo del átomo y moléculas. En esta oportunidad solamente señalaremos la que más se utiliza a nivel estudiantil para realizar sus reportes de laboratorios pudiéndose emplear en eventos como seminarios, congresos, conferencias, etc. ... de la comunicación por escrito, la cual como ya mencionamos en este documento, si se presenta ante un público de la comunidad educativa y/o científica se convertirá en comunicación de tipo verbal con ciertos ajustes, Por la naturaleza de nuestro propósito la comunicación verbal estaría fuera de los objetivos planteados.

Este tipo de comunicación por escrito, juega un papel muy relevante y determinante por lo que sería bien visto el análisis de su incorporación al proceso de enseñanza-aprendizaje a nivel de masas de discusiones de trabajo, seminarios de cátedra o institucionales.

## 5.1 COMUNICACION POR ESCRITO.

Es un medio de comunicación de los más importantes, como recurso de difusión del pensamiento y del conocimiento, que influye directamente en el comportamiento de otros químicos, de ahí que se ha de tener especial cuidado en la elaboración de documentos escritos en general. Una vez finalizada la recolección y revisión bibliográfica del proyecto y concluida la parte experimental - (si la hay) se poseen los elementos teóricos y prácticos suficientes para comunicar su experiencia.

En esta etapa es necesaria una BUENA VOLUNTAD, ESFUERZO, ESmero Y DEDICACION PROGRAMADA. A pesar que para muchos resulta bastante difícil redactar o escribir, esto se puede superar teniendo en cuenta los siguientes pasos:

PLANIFICACION: Etapa donde se haga un plan de trabajo, o bosquejo preliminar. - Se puede hacer la organización en

capítulos, temas, subtemas, etc.

REDACCION : Consiste en la técnica de hacer la divulgación de los temas en forma lógica y ordenada, sin correr el riesgo de ir deformando los conceptos y experiencias a menos que estén equivocados.

ETAPA DE CON-  
GELAMIENTO : Se logra una vez terminados los primeros borradores, es necesario detener la redacción, y dejar pasar un tiempo para luego volver a leerlo; con el propósito de mejorarlo.

REVISION : Sobre todo de los contenidos "técnicos" y luego el desarrollo del trabajo en si ya mecanografiado. Esto puede hacerse por pasos:

1) En lo que hace falta o sobra en comparación con los originales.

2) Evaluar el grado de claridad en los temas y su secuencia lógica.

3) Finalizando en la revisión de la ortografía y la gramática.

Para el químico o estudiante de ciencias, es indispensable compartir sus ideas o datos obtenidos de su labor en el laboratorio, con la comunidad que lo rodea, tratando de mejorar la divulgación de la química. Esta tarea se puede lograr a través de:

- a) Reportes de laboratorio
- b) Discusiones de problemas
- c) Reportes de investigación
- d) Guías didácticas
- e) Publicaciones (periódicos, revistas, folletos, murales, etc.).

Así como también aquellos medios de comunicación breves e informales tales como: memorándums, cartas, reportes, diarios o periódicos de actividades científicas.

## 5.2 REPORTES DE LABORATORIO.

Para la elaboración de reportes de laboratorio es necesario destacar su importancia y función, -  
pués parecería inútil llevar a cabo investigacio-  
nes sin dejar una constancia de los datos, resul-  
tados, hechos y sobretodo de los beneficios.

El objetivo del reporte es, evidentemente la  
transmisión del proceso experimental conciso, -  
breve y completo, cuyo estilo dependerá de la na-  
turaleza de las personas que lo leerán, y donde  
se leerá. Por ejemplo si los aportes serán des-  
tinados a los evaluadores académicos, y presenta-  
dos dentro de la Ciudad Universitaria, poseerán  
un estilo diferente al que el mismo trabajo fue-  
se expuesto por escrito en un seminario, congre-  
so o en forma popular, publicado en los "rotati-  
vos" del país.

Entre las características generales de un re-  
porte están:

- a) Enfoque químico y su lenguaje adecuado, expresado con claridad.
- b) Redacción breve, pero completa.
- c) Presentar un reflejo de los objetivos propuestos cristalizándose en la calidad de las conclusiones y/o recomendaciones.
- d) Todo buen reporte siempre ha de incorporar los cálculos o procedimientos de la forma en que se lograron los datos de laboratorio (Metodología utilizada).

Existen dos etapas propias para realizar cualquier experimento, los cuales están vinculadas para hacer el reporte, a saber; la investigación previa (Bibliográfica) y el plan de trabajo. La primera abarca lo relacionado con los antecedentes del problema (aspectos conocidos, desconocidos directa o indirectamente), incluyendo su parte teórica, métodos, técnicas y cálculos involucrados. Además las propiedades físicas y químicas de las sustancias que se usarán, facilitan el proceso práctico.

El plan de trabajo generalmente contempla la secuencia del procedimiento, adjuntando el funcionamiento y manipulación del instrumental, diferenciar las variables a tratar o medir, etc. ... para la elaboración del plan de trabajo es recomendable asesorarse con el orientador del laboratorio para ultimar detalles, precauciones, montaje de aparatos, limitantes y sobre todo claridad en los objetivos a lograr. Los planes de trabajo tienen la característica de describir en forma breve el procedimiento completo del laboratorio. A continuación se señalan dos ejemplos de los modelos presentados en el capítulo IV.

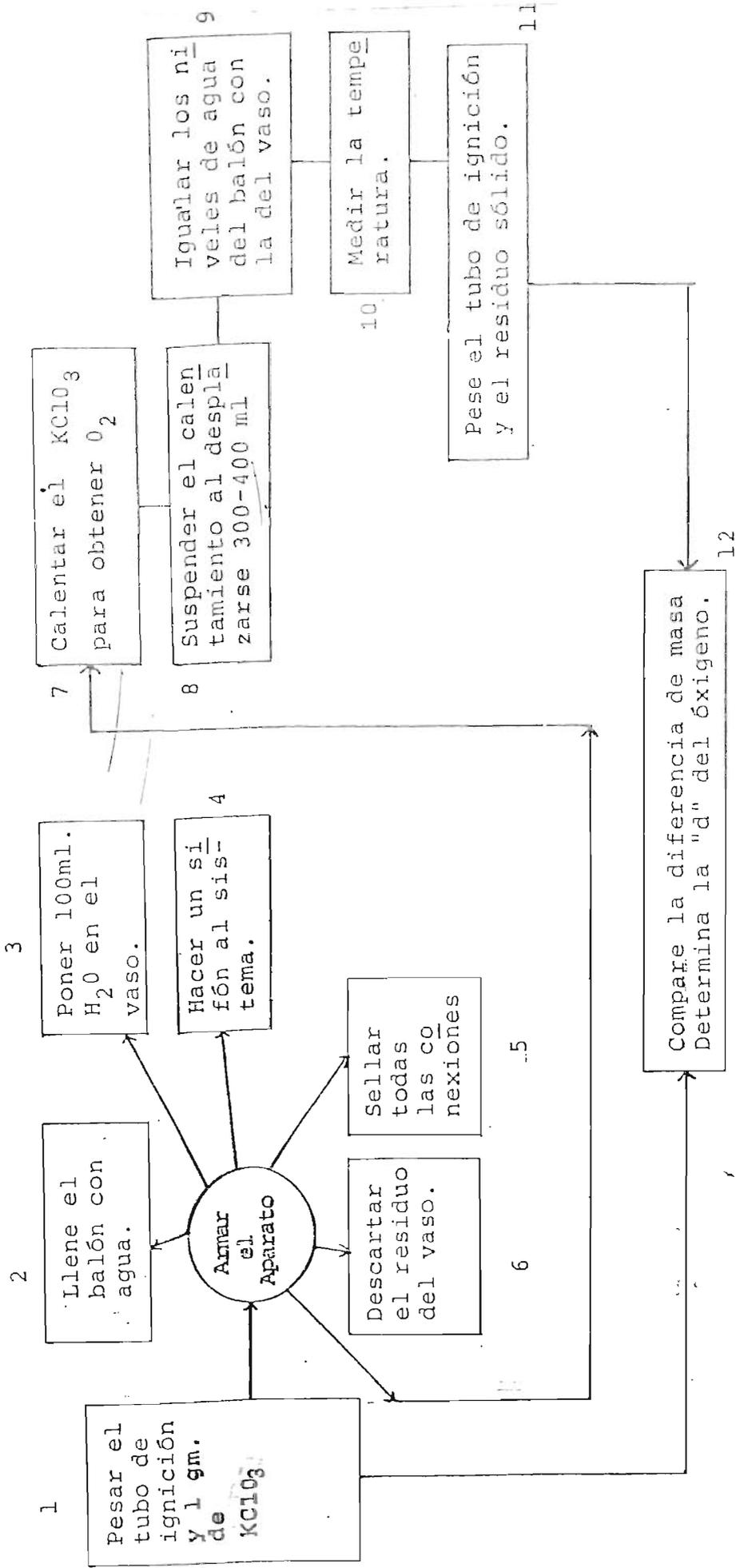
### 5.3 FORMACION DEL REPORTE.

Con los criterios básicos, antes expuestos, la formación de reportes depende; de la naturaleza o área de estudio, tipo de investigación, y el tipo del destinatario. Para prácticas de química general el reporte puede diseñarse -

MODELO (1) DE UN PLAN DE TRABAJO.  
DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL OXIGENO.

TECNICAS Y RESULTADOS

PREPARACION DE MATERIALES Y APARATOS



de la manera siguiente:

- a) Carátula
- b) Índice
- c) Introducción
- d) Cuerpo
- e) Conclusiones
- f) Recomendaciones
- g) Apéndices
- h) Referencias bibliográficas

#### 5.3.1 LA CARATULA.

Generalmente en carátula aparecerá el título del trabajo, la facultad a que se presenta el grado para el cual se somete, el nombre del alumno. Algunos títulos de trabajos exigirán colocar subtítulos que completen la idea. En los casos de trabajos o reportes de asignaturas se incorpora el destinatario o nombre del Profesor responsable del proceso evaluativo.

### 5.3.2 EL INDICE.

La mayoría de los reportes de laboratorio e investigación presentan el esquema del trabajo de los contenidos incluyendo su numeración y - las páginas correspondientes de cada tema.

El índice de contenidos en nuestro medio se acostumbra a colocarlo al principio de la obra. Las páginas se comienzan a contar después de la carátula pero no se enumeran sino hasta que empiece el prólogo (si lo hay).

Abajo del índice o a continuación de todos los contenidos puede redactarse el de gráficos o tablas en el caso de pasar de un número relativamente grande.

### 5.3.3. LA INTRODUCCION.

Para un reporte de laboratorio incluye:

1. La importancia del experimento

2. El objetivo fundamental
3. La forma en que fue conducido el experimento (metodología, recursos, variables, reacciones, etc.).
4. Los logros o conclusiones.

Para un trabajo de investigación:

1. Antecedentes o señalamientos que hicieron surgir el problema.
2. Formulación clara del trabajo (objetivos, variables, hipótesis).
3. Importancia y justificación de la investigación.
4. Metodología química (y estadística) que se utilizará para comprobar la hipótesis.

#### 5.3.4 EL CUERPO DEL REPORTE.

Es la parte donde se centraliza el proceso en sí, constituye la raíz del tema o proyecto. Este apartado puede organizarse de varias mane

ras:

TIPO "A":

1. Planteamiento del problema
2. Descripción de equipo y materil empleado
3. Procedimiento
4. Esquemas, figuras de los aparatos usados.
5. Resultados (Datos y cálculos)
6. Discusión de Resultados (puede hacerse en forma gráfica).
7. Conclusiones
8. Recomendaciones (si son pertinentes)

TIPO "B":

1. Antecedentes
2. Formulación del problema (o práctica)
3. Descripción de las soluciones propuestas
4. Ventajas y desventajas de las soluciones (pueden presentarse por mesas de trabajo

o por equipos).

5. Conclusiones
6. Recomendaciones

TIPO "C":

1. Resumen. (Para la redacción del resumen, la interpretación de los objetivos propuestos y los resultados obtenidos facilitan su redacción).
2. Formulación teórica del tema
3. Equipo y materiales
4. Procedimiento o plan de trabajo
5. Datos y cálculos
6. Observaciones y conclusiones
7. Recomendaciones

En los reportes de laboratorio tradicionales se incluyen cuestionarios donde se esbozan tópicos específicos sobre el proceso realizado, sus aplicaciones y aquellas ideas que concreticen los objetivos ge

nerales y específicos. Frecuentemente el cuestionario se convierte en la etapa de análisis de los hechos en forma sistemática, breve y concisa. El uso de tablas de constantes físicas y químicas, así como contextos de buena referencia teoría-práctica coordinan y facilitan el proceso enseñanza-aprendizaje.

Para los casos de utilizar la metodología "PRACT" Práctica Activa, (puntualizada en el capítulo IV) la forma que más se adapta para presentar el informe final sería el tipo "C", incluyendo la resolución de la tarea de investigación.

#### 5.3.5 LAS CONCLUSIONES.

Es la parte del informe o reporte donde se plasman las ideas propias, producto del análisis e interpretación de los resultados. Además se ha de observar si los objetivos propuestos fueron logrados parcial o totalmente, men-

cionando de ser posible la causa o causas de las conclusiones. Aquí se han de omitir la fraseología abundante y dedicarse a puntualizar los resultados del laboratorio, si las hipótesis fueron comprobadas o desaprobadas, justificando las causas-efectos que respalden lo anterior. Es notable que en las conclusiones no deben aparecer las ideas o conceptos obvios.

5.3.6 LAS RECOMENDACIONES.

Todos los reportes sin importar el nivel académico deberían de incorporar sugerencias o recomendaciones sobre el trabajo de laboratorio, orientado a lo siguiente; por ejemplo:

1. A las actividades previas a la práctica
2. En la búsqueda de nuevas metodologías
3. Por el mejoramiento de las técnicas del trabajo experimental.
4. A todo lo pertinente con el desarrollo científico interdisciplinario con el úni-

co propósito de aclarar aún más el problema.

5. Sugerir otro tipo de investigación que complete, amplie, o ignore el tema tratado.
6. Recomendar de ser posible, la factibilidad del trabajo realizado, para que sirva como un fundamento sólido para subsiguientes investigaciones.
7. Señalar la bibliografía más actualizada para ampliar el estudio, o para resolver los problemas más difíciles del proceso.
8. Hacer recordatorios, de los procedimientos que garanticen eficazmente la calidad de los resultados.
9. Otros conceptos o ideas que siendo pertinentes no se hayan recomendado en el resto del trabajo.

#### 5.3.7 LOS APENDICES.

La razón de los apéndices es presentar infor

mación adicional al trabajo teórico-práctico - que aclare y ayude a comprender el material tratado; comunmente los apéndices contienen:

- a) Tablas de datos voluminosos
- b) Listas demasiado largas
- c) Fotografías, figuras, diagramas, gráficos y otros datos que se relacionen indirectamente con el cuerpo del trabajo.
- d) Formas de hacer cálculos relativamente largos, deducciones de fórmulas, matemáticas - para químicas, factores de conversación y otros.
- e) Diseño de equipos
- f) Nomenclatura química, propiedades químicas y físicas.
- g) Cualquier resumen de temas químicos relacionados.
- h) Glosario

5.3.8 LA. BIBLIOGRAFIA.

En la actualidad la bibliografía de trabajos científicos debe ir como un listado al final del trabajo, de los libros o material escrito u oral consultado para la realización de la práctica.

Las notas, pié de página, están en desuso para reportes o trabajos de investigación en especial si aquí se colocan referencias bibliográficas; y la razón es bien lógica, pues se da el caso de que el artículo o la descripción de tal aparato es de sumo interés y el autor pone sus llamadas notas, desviando la atención del lector. Lo recomendable es poner, número que nos lleve a la parte bibliográfica que está al final del documento, por que resulta más cómodo, para cualquier lector y facilita la comunicación con otros autores de su medio. En el caso de que la bibliografía sea ordenada numéricamente, no es necesaria la secuencia alfabética.

5.3.9 FORMA DE PRESENTAR LA BIBLIOGRAFIA.

Cuando la bibliografía consultada es un Journal (revistas o compendio de investigaciones - en las diferentes ramas de la química).

1. Nombre de el (los) autor (es), comenzando - por el apellido y seguido de las iniciales del nombre. En el caso de la participación de varios autores se coloca el primero y luego la palabra (et al) que significa y otros.
2. Título del artículo, entre comillas
3. Nombre de la revista o journal, subrayado.
4. Número de volumen
5. Número de ejemplar (si existen varios), si la publicación es mensual, día de publicación.
6. Número de la página donde se halla el artículo.
7. Año de publicación (entre paréntesis).

Ejemplo: Dallas, L. R.; "Nuclear Magnetic Resonance Studies of the Solution Chemistry of Metal Complexes", Journal of the American Chemistry Society; - Vol. 93, No. 12. June 16, (1971).

Para los casos de haber consultado libros - de textos o especializados:

1. Nombre del autor
2. Título (subtítulo cuando es importante) subrayado y entre comillas.
3. Nombre del traductor o editor intelectual
4. Número de la edición si no es la primera
5. Lugar de publicación (país o ciudad)
6. Editorial
7. Volumen (si existe más de un ejemplar)
8. Año de publicación (entre paréntesis)
9. Paginación
10. Serie comercial, si la hay

Por ejemplo: Moore W. John, et al; "Química",  
traduc. Guillermo Garzón, 2da.  
Edición, Colombia, Editorial -  
McGraw-Hill, Latinoamericana, S.  
A. (1982).

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES DEL TRABAJO.

1. Para lograr modificar la enseñanza práctica - de la química en las actuales condiciones de nuestra universidad, es indispensable conocer los tópicos científicos relacionados con:
  - i) Las nuevas tendencias metodológicas de la enseñanza de las ciencias y en especial de la química.
  - ii) El desarrollo del proceso de investigación - con el propósito de fomentar las actividades interdisciplinarias y multidisciplinarias.
2. El propósito fundamental de la investigación es: descubrir la verdad y comprender la relación de - causa-efecto situado en un nivel para hacer pre - dicciones que conduzcan a resolver los problemas de nuestro medio.
3. El modelo metodológico presentado como "PRACTICA ACTIVA", favorece en gran manera la autoinvestiga - ción programada; señalando de manera especial la

observación y las técnicas experimentales que desarrollen el pensamiento científico.

4. Este método denominado "PRACT" esta basado en la formación activa, participativa, democrática, crítica y razonativa. Sin omitir la parte proyectiva hacia los demás individuos.
5. El "PRACT", reúne enfoques pedagógicos y didácticos aplicados a la Química de laboratorio generando un concepto más dinámico en la educación científica a tal grado que fomenta la integración del individuo a su medio.
6. Cualquier metodología de la enseñanza de la química experimental debe proyectarse en áreas de la comunicación científica escrita comenzando por la participación verbal entre el maestro-alumno.



RECOMENDACIONES FINALES.

1. Propiciar la enseñanza de la química práctica con la metodología propuesta llamada "PRACT", Practica Activa, en todos los niveles de las diferentes carreras que imparte la Facultad de Química y Farmacia.

2. Incorporar dentro de los planes de estudio de la carrera en Licenciatura en Química las siguientes materias:

i) Metodología e Investigación Científica (aplicada a la química).

ii) Comunicación Química.

Con el propósito de desarrollar las inquietudes de la investigación y proyección social como parte edificante en el nuevo profesional.

3. Fomentar la indagación bibliográfica en los primeros años de la Carrera de Licenciatura en Química, mediante el empleo de Tareas de Investigación que

oportunamente contempla la metodología "PRACT".

4. Enriquecer la existencia de libros, textos aplicados, revistas de la química experimental, paralelamente con documentos pedagógicos y didácticos a nivel general y específicos con la finalidad de mejorar el PEA (Proceso Enseñanza-Aprendizaje).
5. Crear un Laboratorio de Investigación Química, para practicar los trabajos intradisciplinarios y multidisciplinarios, tanto en los cursos básicos como en los niveles de enseñanza diferenciada.
6. Fomentar a nivel de facultad, la comunicación de las experiencias químicas de los estudiantes, mediante la creación de una "REVISTA" química estudiantil para ejercitar su proyección académica.
7. Invitar al sector estudiantil a proseguir los siguientes trabajos de graduación, por su gran importancia en la Educación de la Química.

- A) Elaboración de un Manual de Prácticas de la Química General y aplicada, en forma modular o bien empleando la metodología "Práctica Activa".
- B) Formación de una "GUIA DIDACTICA", para la enseñanza de la Química Superior (teórica-práctica).

APENDICES .

APENDICE "A"

¿Cómo elaborar objetivos operacionales?

El trabajo de laboratorio, así como cualquier otro proyecto necesita la formulación de objetivos, metas, - propósitos para obtener los resultados de dicho trabajo. Esto implica tener en cuenta:

- i) El carácter científico
- ii) La metodología
- iii) La importancia y beneficios

Todo lo anterior se presenta en cambios de conductas observables o no observables, clasificándose por - esto en:

GENERALES: Que consisten en metas de gran exten-  
ción que implican conductas no observables pudiendo  
dar origen a muchas interpretaciones.

ESPECIFICOS: Que son propósitos de corta exten-  
sión observables o no observables, pudiendo des-

glosar los objetivos operacionales.

OPERACIONALES: Presentan la manifestación de la conducta en torno de lo que debe hacerse, bajo las condiciones de ejecución, incluyendo la pauta o rendimiento mínimo aceptable, expresando en tanto por ciento.

Los objetivos operacionales pueden convertirse en específicos si se omite la pauta o patrón de rendimiento según convenga.

Para elaborar los objetivos operacionales, primero se escoge el dominio y el nivel (ver cuadros posteriores) y luego se siguen los pasos que a continuación se describen:

- 1º) Describir la conducta del alumno mediante un verbo preciso en modo infinitivo, bajo la pregunta: ¿Qué haré?, ¿Qué hará el estudiante?

DOMINIO COGNOSCITIVO

NIVELES DE CONDUCTA (Verbos)	
NIVEL (Proceso Mental)	
1	Asociar, citar, contar, decir como, dominar, describir, enumerar, enunciar, formulas, identificar, indicar, hacer listas, localizar, nombrar, relatar, repetir, reproducir, señalar.
2	Corregir, concluir, convertir, deducir, ejemplificar, explicar, extraer, extrapolar, establecer, generalizar, inferir, interpolar, establecer, interpretar, predecir, recom-pensar, reconstruir, reemplazar, reordenar, representar, re-sumir, transformar, ilustrar,.....
3	Aplicar, calcular, comprobar, demostrar, determinar, em-plear, manejar, medir, resolver, utilizar.
4	Clasificar, comparar, confrontar, contrastar, diferenciar, distinguir, identificar, inferir, relacionar, seleccionar, separar, sub-dividir.
5	Bosquejar, comunicar, crear, diseñar, escribir, formular, generar, idear, integrar modificar, producir, obtener.
	Apoyar, afirmar argumentar, contrastar, criticar, cuestio-nar, evaluar, justificar, juzgar, probar, rebatir, discu-tir, determinar.

DOMINIO AFECTIVO

NIVEL		NIVELES DE CONDUCTA
1	Recibir	Escuchar, indicar, nombrar, obedecer...
2	Responder	Adoptar, aprobar, ayudar, cooperar, cumplir, informar, preferir....
3	Valorizar	Apoyar, argumentar, compartir, estudiar, justificar, mejorar, proponer, renunciar, trabajar....
4	Organizar	Armonizar, codificar, defender, discutir, integrar, ordenar, organizar....
5	Carácter	Actuar, expresar, perfilar, revisar, resolver, reeditar, verificar....

DOMINIO PSICOMOTRIZ

NIVEL	NIVELES DE CONDUCTA (Verbos)
1. Movimientos Reflejos	No aprendido.
2. Movimientos Básicos Fundamentales.	No aprendido.
3. Habilidades Perceptivas	Tomar, distinguir, seleccionar, reproducir, tocar, esquematizar, diferenciar, probar .....
4. Habilidades Físicas.	Principiar, terminar, cambiar, reaccionar, levantar, presionar, hacer.....
5. Destreza de Movimientos.	Construir, armar, manejar, conectar, diseñar, operar, calibrar, regular, reparar, medir con instrumentos, componer.

- 2º) Establecimiento de las condiciones en que tendrá lugar dicha conducta. Con referencias a los instrumentos, textos, material de estudio, actividad, situación, medio que el estudiante puede emplear para su logro, y luego;
- 3º) Establecer la pauta de rendimiento individual, esta puede ser cuantitativa, cualitativa o ambas.

El enfoque de tipo cuantitativo se refiere al tiempo y al número de logros que dependen del nivel de complejidad de la conducta adquirida. Los criterios cualitativos se refieren al nivel de calidad deseada y claramente explícita.

- 4º) Finalizar con la pauta de rendimiento colectivo o sea el rendimiento esperado en el grupo total o población.

Por ejemplo:

El estudiante titulará tres soluciones ácidas con álcali fuerte, utilizando el método tradicional, en una hora debiendo acertar dos de tres, el 80 % del grupo de laboratorio.

- Conducta del alumno : Titular tres soluciones ácidas.
- Condiciones : Con álcali fuerte, utilizando el método tradicional.
- Pauta de rendimiento: En una hora, dos de cada tres - individual titulaciones.
- Pauta de rendimiento colectivo : El 80 % del grupo de laboratorio

APENDICE "B"

PRESION DE VAPOR A VARIAS TEMPERATURAS.

TEMPERATURA (°C)	PRESION DE VAPOR (mm Hg)	TEMPERATURA (°C)	PRESION DE VAPOR (mm Hg)
0	4.6	26	25.2
5	6.5	27	26.7
10	9.2	28	28.3
15	12.8	29	30.0
16	13.6	30	31.8
17	14.5	40	55.3
18	15.5	50	92.5
19	16.5	60	149.4
20	17.5	70	233.7
21	18.6	80	355.1
22	19.8	90	525.8
23	21.2	100	760.0
24	22.4	110	1074.6
25	23.8		

APENDICE "C"

TABLA DE SOLUBILIDADES.

	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	I <sup>-</sup>	O <sup>2-</sup>	S <sup>2-</sup>	OH <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> <sup>-</sup>
Na <sup>+</sup>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
K <sup>+</sup>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	S	S	S	S	-	S	S	S	S	S	S
Ag <sup>+</sup>	S	I	I	I	I	I	-	S	I	I	I
Mg <sup>2+</sup>	I	S	S	S	S	d	I	S	I	S	S
Ca <sup>2+</sup>	I	S	S	S	I	d	I	S	I	I	S
Ba <sup>2+</sup>	I	S	S	S	s	d	s	S	I	I	S
Fe <sup>2+</sup>	s	S	S	S	I	I	I	S	s	S	S
Fe <sup>3+</sup>	I	S	S	-	I	I	I	S	I	S	I
Co <sup>2+</sup>	S	S	S	S	I	I	I	I	I	S	S
Ni <sup>2+</sup>	s	S	S	S	I	I	I	S	I	S	S
Cu <sup>2+</sup>	s	S	S	-	I	I	I	S	I	S	S
Zn <sup>2+</sup>	s	S	S	S	I	I	I	S	I	S	S
Hg <sup>2+</sup>	d	S	I	I	I	I	I	S	I	d	S
Cd <sup>2+</sup>	s	S	S	S	I	I	I	S	I	S	S
Sn <sup>2+</sup>	S	S	S	s	I	I	I	S	I	S	S
Pb <sup>2+</sup>	I	I	I	I	I	I	I	S	I	I	S
Mn <sup>2+</sup>	s	S	S	S	I	I	I	I	I	S	S
Al <sup>3+</sup>	I	S	S	S	I	d	I	S	-	S	S

S = Soluble en agua

s = Ligeramente soluble en agua

I = Insoluble en agua (menor que 1 g/100 g H<sub>2</sub>O)

d = Se descompone en agua

- = No existe sal

APENDICE "D"

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD DENTRO DEL LABORATORIO.

Las prácticas de laboratorio requieren mucha atención para no provocar accidentes de trabajo. Para ello es necesario poner mucha responsabilidad y cuidado tanto en lo personal como también con los compañeros - vecinos de la misma mesa de operación. A continuación se indican algunas reglas de seguridad durante los experimentos.

- 1°) Por muy sencillo que parezca el experimento - se ha de proceder con responsabilidad y seriedad.
- 2°) No hacer técnicas de dudosa comprensión, para el caso, consulte a su orientador de la práctica.
- 3°) Por seguridad, lleve un plan de trabajo y precauciones del proceso a estudiar. No llegue al laboratorio desconociendo los métodos y técnicas, montajes de equipo, sustancias veneno-

sas o corrosivas, etc.

- 4°) Una gabacha de laboratorio es muy recomendable para protección de la piel y el vestuario.
- 5°) Reconozca los siguientes lugares: Bodega de reactivos, lavabos, extinguidores, depósitos de basura, llaves de gas, tableros de conexiones eléctricas y el botiquín de primeros auxilios.
- 6°) En casos de accidente, llame al orientador inmediatamente.
- 7°) Para las salpicaduras de ácidos y otros materiales corrosivos, lávese con suficiente agua inmediatamente, sobre todo si la parte dañada son los ojos.
- 8°) Nunca pipetee soluciones venenosas o las exponga cerca de la boca. Evite derramamiento

de estos materiales sobre la mesa de trabajo, pues sus manos podrían contaminarse.

- 9°) En casos de incendios de pequeños aparatos químicos ya montados, estos se logran apagar con pedazos de toalla húmedas sobre el fuego, o bien la arena es tan eficaz como el agua para apagar las llamas.
- 10°) Evacúe con extractores, ventiladores y otros, los gases tóxicos o combustibles del cuarto de laboratorio, pues su estancamiento puede producir serias consecuencias.
- 11°) Cuando caliente una sustancia en un tubo de ensayo tenga cuidado de su punto de ebullición, pues puede dañarse su cara o la del compañero de mesa.
- 12°) Manipule el material de vidrio con sumo cuidado este debe usarse bien seco y limpio para mejores resultados experimentales (sin contaminación de residuos de otras reacciones).

13°) Conozca la forma correcta de mezclar soluciones ácidas. Siempre se añade el ácido lentamente sobre el agua. Nunca el agua - sobre el ácido, pues la reacción es muy vi lenta.

BIBLIOGRAFIA.

Albareda, José María, "Consideraciones sobre la investigación científica", Editorial Aguirre, Madrid, 1951.

Best, J. W. "Cómo investigar en educación", Ediciones Morata, S. A., Madrid, 1969.

Birdwhistell, Ralph K. and O'Connor Rod; "The freeman Library of Laboratory separates in Chemistry", Vol. 2. 1981.

+Brescia, Frank; Arenta J.; Meislich H., Turk A.; Weiner E., "Fundamentos de Química. Método de Laboratorio Químico", Cía. Editorial Continental, S.A. de C.V., México, 1983.

Canales, Francisca H, et al. "Metodología de Investigación" Programa Centroamericano de Investigación sobre personal de salud: PASCAP No. 16, - 1984.

Challaye, Felicieen; Métodología de las Ciencias, Traducción del francés por Emilio Huidobro, y Edith de Huidobro, Editorial Labor S. A., Colección - Labor, Barcelona, 1935.

✗ Eutimio, D'Ovidio, "Enseñanza de la Química", Biblioteca de la Educación, Editorial Kapeluz Moreno - 372, Buenos Aires, 1952.

James, M. Mark; "Chemistry man and Society", W. B. - Saunders Company, Philadelphia London Toronto. 1972.

Jones, M.; Netterville, J.; Johnston D., Woodj. "Laboratory Manual for Chemistry Man and Society", W. b. Saunders Company 2a. Edition Toronto, - 1972.

Los Principios fundamentales de la investigación y la realidad educativa nacional; Dirección de Comunicación y Tecnología Educativa, Ministerio de Educación. República de El Salvador, C.A., 1985.