

45  
29



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

Facultad de Química

Elaboración de un Manual de Seguridad  
en el Laboratorio para la Carrera  
de Química

TRABAJO MONOGRAFICO DE ACTUALIZACION

Que para obtener el título de

QUIMICO

P R E S E N T A

ALEJANDRO SARAVIA MEJIA



1989

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## INDICE

|              |     |
|--------------|-----|
| INTRODUCCION | 7   |
| CAPITULO 1   | 10  |
| CAPITULO 2   | 23  |
| CAPITULO 3   | 33  |
| CAPITULO 4   | 68  |
| CAPITULO 5   | 93  |
| CAPITULO 6   | 102 |
| CONCLUSIONES | 108 |
| BIBLIOGRAFIA | 111 |

## INTRODUCCION

El presente trabajo es el fruto de una reflexión que empezó a raíz de los terremotos del 85 acerca de lo que implica la seguridad en los laboratorios químicos. En aquel momento la idea surgió de un gran desastre y de la sacudida que todos los mexicanos, y en especial los habitantes del D.F., llegamos a sentir en nuestras conciencias, pero al paso del tiempo y a raíz de ir estudiando cada día más este tema llegué a la conclusión de que no sólo suceden tragedias a nivel nacional o después de grandes fenómenos naturales sino que estamos siempre con el riesgo de sufrir algún accidente. El profesional de la química está siempre en contacto con sustancias que aumentan el riesgo de que suceda un accidente, por ello es necesario que se capacite para evitarlos o combatirlos. Esta tarea implica una disciplina y una mentalidad que busquen en todo momento salvaguardar todo lo que les rodea, por ello es un trabajo que deberá durar toda la vida y no sólo momentos aislados o en necesidades muy concretas.

La estructura de este trabajo comienza con la justificación de la seguridad en el laboratorio y sus reglas básicas para evitar algún accidente. En ese mismo capítulo se aportan datos concretos en relación a los accidentes, gracias a un estudio epidemiológico realizado en el estado de Colorado EUA. El segundo capítulo nos introduce a un marco teórico en el manejo de

desastres, donde el fin principal es distinguir entre un sistema afectable (el laboratorio químico) y un sistema perturbador (cualquiera de los problemas que aquejan al laboratorio), con esto queremos dejar claro que los accidentes tienen una historia propia y pueden ser, en su mayoría, evitados. Para ello hay que saber hacer las cosas correctamente, es decir, manipular los instrumentos y las sustancias correctamente y conocer las técnicas de trabajo, si este objetivo se cumple, el riesgo de un accidente disminuye considerablemente. El tercer capítulo intenta dar algunas de las técnicas de manipulación más sencillas con las que un estudiante se enfrenta en la Facultad de Química. No se pretende dar un manual de laboratorio sino enfrentar al alumno a que tiene que conocer y manipular correctamente las sustancias en el laboratorio, quizás empezando con lo más sencillo, ya que si no hace bien lo fácil nunca hará bien lo difícil.

El cuarto capítulo introduce al alumno al estudio de las calamidades más comunes de su trabajo; intoxicaciones e incendios. Nos indica cómo se pueden iniciar y lo que se tiene que hacer para prevenirlos. El quinto capítulo habla de las quemaduras y heridas, que son de los principales problemas que acarrearán las calamidades. El último capítulo habla de los primeros auxilios, capacitación necesaria para cualquier estudiante de la Facultad de Química, para afrontar los problemas que se puedan presentar durante sus estudios profesionales.

Aunque este trabajo tiene como fin llegar a los alumnos nos es de suma importancia llegar a la conciencia de maestros y autoridades que son quienes llevan la responsabilidad de que un

laboratorio funcione correctamente. Si sucede un accidente en el laboratorio el alumno es el principal afectado pero en ocasiones el maestro es corresponsable del problema, por ello es necesario que desde el principio ayuden a sus discípulos a evitar todo tipo de anomalías. Por último podemos asegurar que las autoridades tienen un lugar importante en esta responsabilidad de salvaguardar la vida de los estudiantes y las instalaciones, de ahí que deban estar siempre atentos a lo que pueda surgir y a las necesidades que tienen los alumnos. Esta mentalidad debe ser una actitud y no sólo una moda pasajera.

## CAPITULO 1

### LA SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

La formación profesional que se adquiere en la Facultad de Química (FQ) debe observar detenidamente dos aspectos muy importantes del estudiante, la capacitación técnica y científica, y la formativa, que prepara al alumno en la resolución de problemas y situaciones no previstas. La primera se ofrece en las aulas y laboratorios mientras el alumno recibe y procesa la información que se le proporciona, la segunda es mucho menos sistemática y se va adquiriendo a partir de los mismos problemas que se presentan. El alumno, por ello, tiene que ir siendo autodidacta en lo que se refiere a toma de decisiones, aunque siempre con la asesoría de sus maestros.

La capacitación formativa es menos directa pero sumamente importante, siendo aquí donde cabe la necesidad de concientizar al alumno para que la desarrolle. Dentro de este aspecto cabe destacar lo referente a la seguridad, tema que se desarrollará a lo largo del presente trabajo.

Específicamente estudiaremos lo que se refiere a la seguridad en un laboratorio de enseñanza, esto es, a las necesidades que se puedan presentar en la FQ dentro de sus labores docentes. Este aspecto debe constituir una necesidad, ya que el profesional de la química llegará a ser responsable de un

laboratorio químico o de diferentes áreas de producción, donde le será confiado el cumplimiento, tanto de los fines específicos de investigación, análisis o producción, como de salvaguardar los bienes que ahí se encuentran, desde la vida misma de quienes ahí laboran, hasta la última pieza asignada al laboratorio o a la fábrica.

Es por esto que la formación del químico debe contemplar no sólo su estancia en la Universidad, sino su proyección dentro de la industria, o en su caso, del lugar donde llegue a prestar sus servicios profesionales. La responsabilidad que puede llegar a adquirir un químico es tan grande que no vale la pena escatimar esfuerzos para su formación, máxime si lo que se está protegiendo es la vida misma.

Es entonces necesario que se le dé mucho más importancia a la seguridad en los laboratorios de la FQ para ir creando la conciencia que necesitará, tanto en la Universidad como en la industria. El seguimiento de todos los pasos en lo que a este aspecto se refiere se verá reflejado, por un lado en una mayor eficiencia en el trabajo y por otro en una mayor confianza del alumno en sí mismo. Si el alumno sabe lo que hace, conociendo momento a momento los peligros que implica su trabajo e investigando la forma de contrarrestarlos, el experimento reflejará con mayor fidelidad lo que de él se busca, no habrá desperdicio de tiempo ni de reactivos, disminuirá el riesgo de que los instrumentos dejen de funcionar correctamente y, quizás lo más importante, el alumno sabrá que puede confiar en los resultados que obtiene- cabe señalar que la poca experiencia de



un alumno en el trabajo de laboratorio podrá alejar los resultados del experimento de los esperados teóricamente, el problema no es que se acerque o no a dichos datos, sino que se vaya capacitando para ir haciéndolo cada vez mejor. Si maestros y alumnos entienden ésto se perderá aquella mala costumbre conocida tan bien por todos los estudiantes que es el "cuchareo". Así el alumno irá adquiriendo poco a poco seguridad y confianza en su trabajo, mismos que necesitará demostrar en su desarrollo profesional.

Las medidas de seguridad en el laboratorio tiene como objetivo conservar la vida de quienes ahí laboran y los bienes materiales que le son asignados (muebles, inmuebles, equipo, instalaciones y reactivos). Para cumplir con este fin es necesario observar una serie de reglas que llamaremos básicas que deben ser observadas siempre y las que llamaremos específicas, que deben ser observadas para ciertos casos o para ciertas técnicas particulares. Ambas deben ser obligatorias. A continuación serán enunciadas.

#### I REGLAS BASICAS (1,2,3,4,5,6,7,8 y 9)

Es necesario:

1.1 Conocer el laboratorio, ésto es, la ubicación y operación de salidas, extintores, regaderas, lava ojos, controles de flujo (electricidad, gas y agua), botiquín y teléfonos de emergencia.

- 1.2 Trabajar con la protección necesaria; bata y lentes de seguridad siempre.
- 1.3 Evitar todo tipo de juegos o bromas.
- 1.4 No comer, ni beber, ni mascar chicle.
- 1.5 No fumar.
- 1.6 Mantener siempre limpio y ordenado el lugar de trabajo.
- 1.7 Evitar el contacto directo con cualquier sustancia.
- 1.8 Considerar tóxica o venenosa cualquier sustancia, sobretodo si es desconocida.
- 1.9 Nunca trabajar solo.
- 1.10 No usar bufanda, ni pelo suelto o cualquier objeto que cuelgue.
- 1.11 Respetar las áreas específicas de trabajo.
- 1.12 Empezar a trabajar hasta conocer los riesgos que presentan las sustancias o técnicas utilizadas.
- 1.13 Obedecer los letreros.
- 1.14 Evitar desechar los desperdicios en el bote de la basura y en la tarja.
- 1.15 Reportar cualquier anomalía del equipo o material utilizado.
- 1.16 No bloquear los accesos al laboratorio, ni los pasillos.
- 1.17 Mantener una correcta ventilación.
- 1.18 No almacenar en las gavetas de los alumnos líquidos inflamables por un lapso mayor al día de trabajo.
- 1.19 Etiquetar correctamente los frascos.

## II REGLAS ESPECIFICAS

11.1 Cuando se manejan sustancias peligrosas es importante:

11.1.1 Evitar el contacto o la exposición innecesarias con ellas.

11.1.2 No respirar vapores, si se desea oler alguna sustancia debe hacerse de la siguiente manera: Destapar el frasco dejando que escape un poco de vapor e ir jalándolo con la mano hacia la nariz para percibirlo. NUNCA OLERLA DIRECTAMENTE.

11.1.3 Transportar con cuidado las sustancias peligrosas, usando carretilla o diablo si la carga es mayor a un galón o equivalente.

11.1.4 Agregar siempre el ácido o la base al agua y no al revés, recordar la regla que dice "NO DAR DE BEBER AL ACIDO".

11.1.5 Limpiar cualquier derramamiento de sustancias.

11.2 Cuando se manipula material de vidrio es indispensable la protección en las manos, ya que el mayor número de accidentes por equipo se debe al uso de este material.

11.2.1 Si hay un desperfecto en el instrumental dejar a los técnicos del taller de vidrio el arreglo de estas piezas.

11.2.2 Tener un recipiente o cesto especial para depositar el material de vidrio roto. puede ser peligroso si se deposita en la basura.

11.2.3 No recoger los vidrios rotos con la mano, usar recogedor y escoba.

11.2.4 Si se desea cortar un tubo de vidrio se debe hacer la marca con una sierra o lima y ejercer la fuerza con las manos protegidas, teniendo el tubo cubierto con un trapo.

11.2.5 Si se desea insertar un tubo o varilla en un tapón se siguen los siguientes pasos: pulir las puntas con fuego. Lubricar el tubo con aceite mineral, glicerina o agua para que entre fácilmente por el orificio.

Introducir el tubo con movimientos giratorios lentos.

Procurar una distancia corta entre la mano que toma el tubo y la que toma el tapón para evitar que se rompa (disminuir la torca). Cubrir el tubo con una toalla o trapo para evitar que se proyecte un pedazo de vidrio o haya una cortadura.

11.2.6 Lavar con precaución el material ya que es común que tenga sustancias tóxicas.

11.2.7 Enjuagar bien con agua al lavar y usar jabón si es necesario (es común usar un exceso de jabón, dañino a la ecología).

11.3 Cuando se trabaja con aparatos eléctricos se deben observar las siguientes indicaciones:

11.3.1 Seguir correctamente las instrucciones de uso del aparato, si hay alguna duda en su funcionamiento evitar su uso hasta que el asesor le indique la forma correcta de manejarlo.

11.3.2 Inspeccionar que los alambres y contactos funcionen correctamente, así como la estabilidad del flujo de la línea, ya que cambios bruscos de voltaje pueden dañar al aparato.

11.3.3 No sobrecargar las líneas.

11.3.4 Reportar cualquier desperfecto y no hacer reparación uno mismo, a menos que se esté capacitado técnicamente para hacerla.

11.4 Cuando se trabaja con gases hay que tener las siguientes precauciones:

11.4.1 Si se presenta en cilindros:

No dejar caer ni golpear los cilindros, cuidando especialmente las válvulas con capuchas de metal.

No cargarlos, usar diablo para su transporte.

Afianzar los tanques a la pared, ayudándose de una cadena o un cinturón.

11.4.2 Si se encuentra en tubería:

Reconocer el color amarillo de la tubería de gas.

Revisar las posibles fugas con agua jabonosa y reportarlas.

Ubicar la llave que distribuye el gas en todo el laboratorio.

Introducir correctamente la manguera de hule, tanto en la salida de la tuberías como en la del mechero.

#### ESTUDIOS EPIDEMIOLOGICOS.

Una actitud que prevalece en algunos laboratorios químicos en cuanto a accidentes se refiere, es la de pensar que nunca se verán afectados por una situación de peligro, ni aún por probabilidad. Así pues, las personas que ahí laboran, comen,

beben y fuman sin la menor preocupación, y aún algunos preparan alimentos en recipientes utilizados en su trabajo. Quizás en esos laboratorios nunca ha existido ningún problema serio y se han visto libres de la sombra de las catástrofes. Para desterrar esta falsa idea es suficiente observar y analizar los datos que muestran los estudios epidemiológicos que se pueden obtener a partir de los accidentes sufridos en varios laboratorios.

Este tipo de estudios se hizo importante a partir de 1949, cuando se demostró científicamente la relación que hay entre los accidentes y/o enfermedades laborales, con la forma de trabajar cotidianamente con reactivos químicos dentro de una fábrica o un laboratorio. Gracias a estos estudios se descartó la idea de que el azar y la probabilidad son los causantes de los accidentes; la necesidad de resolver el problema de la seguridad alertó a la sociedad de tal forma que ahora es mucho más fácil encontrar métodos de protección en cualquier rama de la ciencia o la tecnología.

#### UN CASO (10)

En el estado de Colorado EUA se realizó un estudio epidemiológico de accidentes en laboratorios académicos de química. Los resultados que surgieron de ahí son de gran interés para nuestros objetivos y seguramente nos ayudarán a sacar algunas conclusiones provechosas.

En este estado norteamericano se encontraron 41 instituciones que imparten cursos de química en laboratorios a distintos niveles. Sólo el 13 % de ellas fueron seleccionadas

por tener la información necesaria (reportes de accidentes). El período evaluado va del año 1966 a 1984. Las instituciones se dividieron en 1) técnicas, 2) estatales o comunitarias 3) Educación media 4) Universitarias 5) médicas. La población en riesgo se dividió en: a) estudiantes, b) educadores, c) investigadores, d) investigadores sin relación con la enseñanza, e) fabricantes de material, f) trabajadores y personal administrativo, g) otros. Dentro del lapso señalado se presentaron reportados un total de 574 accidentes.

#### Resultados.

Del total de 574 accidentes, la mayoría de ellos causó al menos una lesión (sólo el 2 % no lo hizo). 502 accidentes reportaron el lugar, el 81 % fueron en laboratorios de enseñanza, el 13% en centros de investigación, el 2% en cuartos de fabricación, el 4% en otras áreas, de 438 el 49% sucedieron en laboratorios de primer ingreso, el 18% en orgánicos, el 13% en laboratorios de investigación, el 8% de análisis cuantitativos y el resto en "otros". Las edades (de 242) mostraron que el 48% de accidentes lo sufrieron personas entre 17 y 22 años de edad, el 23% de los 23 a los 27, el 14% de los 28 a los 33 y el 15% de los 35 a los 65. El 72% de los accidentados no estaban graduados. Los investigadores, graduados y trabajadores sufrieron un 5% por cada grupo, el resto no se clasificó. De 452 accidentes que especifican el sexo, el 73% fue en hombres y el 27% en mujeres. las actividades que se realizaban a la hora del accidente fueron: al insertar o ensamblar equipo 28%, al calentar 12%, al cargar o transportar equipo 9%, al limpiar 9%, al verter 8%, al

lavar 5%, al preparar mezclas 4%, al cortar 4%, al levantar 3%, al inhalar algún agente nocivo 3 %, "otros" 13%. En referencia al equipo utilizado, de 334 casos reportados, el 84 % era de vidrio, el 3% para fuego y el resto "otros". En cuanto a los reactivos, éstos fueron principalmente ácidos 49%, sustancias no identificadas el 39% y el agua caliente un 6%. El 55% de los accidentes se efectuaron debido a una ruptura del material, ya fuera antes del experimento o durante la operación, el 13% se debió a erupciones del líquido sobre las víctimas y el 13% cuando se efectuaba un calentamiento. De las lesiones reportadas (455), el 62% fueron laceraciones, el 35% quemaduras y el 3% "otros".

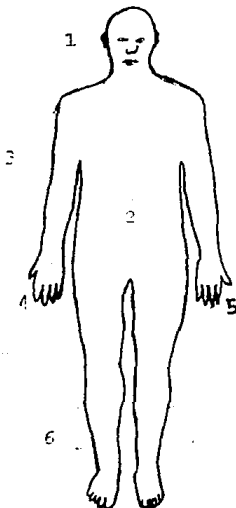
La figura ( 1 ) muestra la distribución de las lesiones en el cuerpo.

De los 294 accidentes reportados, 172 ocurrieron en la tarde y 122 en la mañana, el 52% ocurrieron entre las 2 y 3:50 pm. Sólo el 40% de los casos reportaron en el informe el mes en que ocurrieron, siendo septiembre y octubre-al final del semestres- y en abril- semestre de verano- cuando fueron más frecuentes. En cuanto a los primeros auxilios, el tratamiento a seguir fue: 31% lavando, 13% con curaciones, 10% con medicamentos, 10% cosiendo, 7% con vendajes . La mayoría de estas medidas fueron tomadas en el mismo laboratorio (34%) o en el centro médico de la institución, sólo el 5% necesitaron ayuda médica mayor.

La interpretación de los datos obtenidos en el estudio epidemiológico nos ayuda a visualizar el riesgo que se presenta en un laboratorio químico. Seguramente el número de personas que



Figura 1  
Distribución de las lesiones  
en el cuerpo humano



|                              |                |      |            |           |      |
|------------------------------|----------------|------|------------|-----------|------|
| 1 Cabeza/cara/cuello<br>n=50 | cabeza         | 13 % | 4 Mano     | derecha   | 41 % |
|                              | ojos           | 68 % |            | izquierda | 30 % |
|                              | cuello         | 3 %  |            | ambas     | 30 % |
|                              | otros          | 15 % |            |           |      |
| 2 Cuerpo<br>n=25             | pecho          | 36 % | 5 Dedos    | pulgar    | 30 % |
|                              | abdomen        | 28 % |            | índice    | 30 % |
|                              | otros          | 36 % |            | medio     | 13 % |
|                              |                |      |            | anular    | 7 %  |
| 3 Extremidades<br>superiores | lado derecho   | 48 % | meñique    | 7 %       |      |
|                              | lado izq.      | 26 % | combinados | 24 %      |      |
|                              | ambos          | 26 % |            |           |      |
| 6 Extremidades<br>inferiores | lado derecho   | 42 % |            |           |      |
|                              | lado izquierdo | 33 % |            |           |      |
|                              | ambos          | 23 % |            |           |      |

trabajaron en estas 13 instituciones durante el tiempo que se realizó la investigación fue mucho mayor al de los accidentes, pero no debemos pensar que aquellos tenían una predisposición o una mala suerte en contra suya. El problema que nos queda analizar es el referente al tipo de aquellos accidentes que pueden ser prevenidos e incluso evitados, conocer cuáles dependen del personal que está trabajando en un momento dado y cuáles se nos escapan de las manos. Es por ello que debemos observar qué reactivos y técnicas presentan más riesgo, en qué zonas del cuerpo debemos fijar nuestra atención para no sufrir lesiones, qué horarios son más riesgosos, en que época del año, etc.

Cada estudio epidemiológico arrojará distintos datos y bien sabemos que la FQ no pertenece al estado de Colorado, pero las conclusiones son parecidas. Se ha demostrado que los estudiantes de los primeros semestres en sus cursos de química general son más susceptibles de sufrir laceraciones en los meses de verano y que los estudiantes que trabajan tienen más riesgo en laboratorios de investigación, sobre todo al lavar el material.

Aunque algunas de las conclusiones anteriores fueron hechas por computadora sobre los accidentes reportados en Colorado se puede decir que hay ciertas rutinas que deben ser ejecutadas con mucho cuidado, en este trabajo se recomienda especial interés en las siguientes: ensamblar equipo, introducir tubos de vidrio en tapones oradados, cualquier tipo de calentamiento (con mechero, parrilla o canastilla), manipular las sustancias, principalmente los ácidos y el agua caliente; cuidar que no se produzcan

proyecciones de reactivos por la boca de los matraces (no "apuntar" con los matraces o tubos). Además hay que proteger correctamente el cuerpo, principalmente los ojos y las manos. Capacitarnos para la aplicación de primeros auxilios y conocer los principios básicos de intoxicaciones e incendios para actuar a tiempo si se presentan estas calamidades en el trabajo de laboratorio.

El siguiente capítulo está dedicado a describir un marco teórico que nos ayudará a entender los eventos que se presentan en un accidente, a evaluarlos y a poder evitarlos o minimizarlos. Posteriormente se estudiarán con mayor profundidad los riesgos que pueden afectar un laboratorio químico con mayor frecuencia.

## CAPITULO 2

### INTRODUCCION AL MARCO TEORICO EN EL MANEJO DE DESASTRES. (11,12,13 y 14)

El concepto tradicional de desastre (desgracia grande, suceso infeliz y lamentable (15)) es insuficiente para el estudio de riesgos y carece de toda estructura para las necesidades de seguridad e higiene, especialmente para un laboratorio químico.

En principio este concepto no distingue entre el fenómeno que se presenta y el resultado de dicho fenómeno, así que para el estudio de pronóstico de daños es necesario redefinir el concepto "desastre" e introducir en un marco teórico más completo los eventos que se presentan junto a este fenómeno.

El presente marco teórico tiene como objetivo distinguir entre un evento que provoca un daño, llamado calamidad y el mismo estado de daño, llamado desastre. Es aquí donde cabe la distinción entre un sistema perturbador y un sistema afectable.

El sistema afectable puede ser definido como aquel sistema integrado por el hombre, su organización y los bienes que posee para su subsistencia. El sistema perturbador es todo aquello que interactúa con el sistema afectable produciendo algún daño. La magnitud, duración y localización deben ser evaluadas para cada desastre en particular. Es necesario que el estudio de pronósticos de daños sea capaz de prevenir, mitigar o rescatar al

sistema afectable con un máximo de eficiencia y un mínimo de recursos. En esto radica el éxito o fracaso de un estudio de esta naturaleza.

El estudio de los sistemas afectable y perturbador y la relación que hay entre ambos es una necesidad para la eficiencia de cualquier proyecto que busque disminuir tanto la frecuencia como la intensidad de calamidades; máxime si se trata de un laboratorio químico donde el riesgo es sumamente alto.

Debido a que un sistema afectable puede estar relacionado con varios sistemas perturbadores, y éstos a su vez entre si, es necesario entender los mecanismos con los que pueden interactuar. Esto resulta obvio si se piensa que un desastre puede surgir no de una primera calamidad sino de una segunda o tercera, provocada por el mismo sistema afectable. Por ejemplo, una persona tratando de destrabar una válvula dentro de una pipa de petróleo perdió la vida por una intoxicación. Así pues, un pequeño desastre como fue la interrupción del flujo de petróleo se tradujo en uno mucho mayor como la muerte del trabajador, por un acto de imprudencia de él mismo. Por otro lado no toda calamidad produce necesariamente un desastre, o de otra forma, algunos eventos que en un sistema afectable producen algún desastre, en otros sistemas o en otros tiempos no lo hacen. Por ejemplo en algunos casos el tener un mechero encendido ayuda a calentar alguna sustancia hasta una temperatura deseada, mientras en otro laboratorio o a otras horas en que se usan disolventes puede ocasionar un incendio. Así se ve, como se dijo, que el mismo

evento interactuando con el mismo sistema afectable puede o no provocar un desastre, dependiendo del tiempo y el espacio en que ocurre.

También se ha dicho que un estudio de prevención de desastres debe contemplar la protección del sistema afectable (prevención y mitigación), su rescate y su restablecimiento. En la medida que estos objetivos se puedan cumplir la eficiencia del proyecto será mayor.

Como en toda organización y actividad humana, en el proyecto de acciones contra desastres, debe existir un órgano que sea capaz de ejecutar acciones y tomar decisiones antes, durante y después de un desastre. Para ello se necesita definir los posibles sistemas perturbadores, hacer una evaluación de ellos y de sus posibles interacciones y proponer acciones concretas para salvaguardar al sistema afectable a su cargo, También tendrá que definir los límites de su sistema y evaluar las capacidades que tiene para este fin.

#### Estudio del sistema perturbador (calamidades)

Un sistema perturbador es aquél capaz de producir calamidades, es decir, impactos al sistema afectable haciendo que éste pase de un estado normal o seminormal a uno de desastre. Para que ello suceda, normalmente hay una secuencia de cinco pasos: preparación, inicio, desarrollo, traslado y producción de impactos. Aunque puede existir una retroalimentación entre dichos pasos. Para el estudio de una calamidad es necesario tanto identificarla (nombre, fecha, lugar, cobertura y trayectoria)

como evaluarla (magnitud, intensidad, velocidad de desarrollo y frecuencia).

#### Impactos de calamidades

A la incidencia de un elemento del sistema perturbador en el sistema afectable se le llama impacto, por ello es de suma importancia evaluar las formas, tiempos y espacios en que pueden presentarse dichos impactos. Es quizás en este punto donde se distingue entre un estudio eficiente de uno que no lo es, ya que cuanto éste sea capaz de prever la calamidad y la forma en que interactúa o su retroalimentación, será de mayor utilidad.

#### Estudio del sistema afectable

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, el sistema afectable es aquel que está integrado por el hombre, su organización y los bienes que posee para su subsistencia. Al ser tan amplia esta definición es necesario ubicar cuál será, dentro de la organización humana en general, nuestro sistema. El laboratorio de enseñanza química de la FQ, con sus recursos humanos (profesores, alumnos y trabajadores) y sus recursos materiales (construcción, mesas de trabajo, instalaciones, campanas, equipos y reactivos) constituirá el sistema afectable al cual hay que proteger de las calamidades.

Es necesario entender las relaciones que se dan entre los que ahí trabajan. En primer lugar encontramos al maestro, encargado de conducir el proceso enseñanza-aprendizaje, para que el alumno se capacite técnicamente y dé los medios para tener una seguridad en todo momento, consigo mismo y con el grupo en su

totalidad. Debe estar capacitado para elegir los métodos correctos para salvaguardar al laboratorio y capacitar a los estudiantes, ayudando a formarles un criterio de seguridad. El alumno es aquél que toma la información que le es dada para procesarla, tomar lo que le es útil para resolver los problemas que se le presenten, tanto en la escuela como para su futura vida profesional. El es quien lleva la responsabilidad de dar un sentido a una organización tan compleja como es la Universidad, y más concretamente la Facultad de Química. De él depende el éxito o fracaso de este proceso. El trabajador es una persona capacitada que tiene como función ayudar al maestro en sus labores, permitiendo que los alumnos puedan adquirir el material y los reactivos que les son necesarios para las prácticas que realizan. En cierta forma los trabajadores tienen mucho que enseñar a los alumnos, ya que ellos están también en contacto directo con el material y los reactivos, pueden saber el riesgo que presentan ciertas sustancias y conocen la manipulación adecuada de todo lo que se maneja en el laboratorio.

En un laboratorio de enseñanza hay dos tipos de productos, el primero o más inmediato es el conjunto de sustancias que se generan al realizar las prácticas. El segundo es el conjunto de las experiencias y conocimientos que se van adquiriendo simultáneamente al hacer ese mismo trabajo. Las características de este producto hacen que las relaciones maestro-alumno se distingan de las que se presentan en una fábrica o laboratorio de producción, ya que ahí el químico tendrá que realizar su trabajo



para generar bienes de consumo, mientras que en la FQ (excepto en casos muy específicos) se generan a quienes serán los futuros prestadores de bienes de servicio.

#### Daños

Los daños que se pueden presentar en cualquier sistema afectable se clasifican en: humanos (los que alteran la integridad de la persona), materiales (los que afectan la infraestructura, muebles o equipos), productivas (los que alteran el proceso enseñanza aprendizaje en el laboratorio). Además podemos encontrar daños sociales, ecológicos, así como de otros tipos. Estos podrán ser evaluados por su costo directo (la pérdida en sí misma) o por su costo indirecto (que consiste en el rescate y la recuperación).

#### Estado del sistema

De acuerdo al funcionamiento y eficiencia del sistema afectable se puede hablar de cuatro estados que nos ayudan a evaluar y realizar las medidas correctivas que se deban aplicar. Estos son: normal, insuficiente, de desastre y de retorno.

El sistema debe estar en su estado normal, que implica que el funcionamiento sea correcto, y que se pueda trabajar al 100% de sus capacidades sin ningún contratiempo, tanto en los aspectos humanos como en los materiales. En este estado está implícito también un máximo de seguridad, es decir que no atenta contra sí mismo o contra algún otro sistema. Dentro del estado de insuficiencia se pueden clasificar todos los eventos que tienden a alejar al sistema de su funcionamiento normal, y que sin

presentar desastres, se ven modificadas sus capacidades. Esta situación puede darse tanto por errores del personal (diseño o mal funcionamiento del equipo) como por situaciones ajenas a él mismo, como la interrupción del flujo eléctrico. La primera situación tiene orígenes internos y la segunda externos. La presencia de dicho estado debe ser corregida inmediatamente, ya que aunque no es una situación de desastre, el riesgo crece. El estado de desastre es aquél producido por un agente externo (calamidad) que produce un fallo total o un descontrol al sistema afectable, y que tiende a crecer. Este estado, a pesar de ser el menos común, es el que representa más peligro, y el objetivo de cualquier estudio de pronóstico de daños es evitarlo. El estado de restablecimiento es aquel que conecta todos los niveles posibles entre al estado de desastre y el normal, devolviendo de esta forma el correcto funcionamiento del sistema.

En un laboratorio se debe tener como elemento necesario el funcionamiento normal, no sólo en relación con la seguridad, sino con todos los demás aspectos. Este funcionamiento permitirá obtener la mayor eficiencia en el trabajo y ayudará a la formación del químico. Aunque se desea permanecer en esta situación siempre, está latente el posible cambio de estado, por lo que el estudiante debe estar preparado para actuar en niveles de insuficiencia y restablecer la normalidad, y más aún, si se llega al desastre saber cuáles son los pasos necesarios para el rescate del sistema.

Es en esta necesidad donde se justifica la capacitación técnica de los estudiantes, para afrontar calamidades y proteger al laboratorio de desastres. Se ha creído conveniente que para esta capacitación se desglosen los aspectos de prevención (conocer las técnicas y reactivos y tomar las precauciones necesarias de protección), de rescate (control de incendios y primeros auxilios) y su restablecimiento (que va desde reanudar las actividades interrumpidas, hasta la reconstrucción del lugar). Este trabajo tiene como fin concientizar y capacitar a los alumnos en las dos primeras tareas, la tercera depende de las autoridades, que pueden ser desde el profesor hasta el director, según sea la gravedad del accidente.

#### Definición de la estructura del sistema afectable

Para lograr los objetivos que se han planteado es necesario desglosar los subsistemas que conforman un laboratorio de enseñanza química, entender las necesidades que se tienen y definir las interrelaciones posibles. En este marco teórico se distinguen tres tipos de estas interrelaciones entre subsistemas: por dependencia, por efectos negativos y por peligrosidad. Los subsistemas pueden estar relacionados por dependencia si uno de ellos se ve afectado cuando el otro falla o interrumpe sus funciones. Un ejemplo sería el sobrecalentamiento que puede venir en una reacción cuando el flujo de agua del refrigerante se corta o disminuye, es decir, el sistema de enfriamiento falla porque depende del flujo de agua de la tubería. La dependencia

puede ser directa o indirecta, dependiendo de la intensidad del daño. La interrelación por efectos negativos se da cuando el funcionamiento normal de un subsistema afecta al otro. Un ejemplo sería la reacción de sulfuración que puede ser utilizada como una rutina en el laboratorio. El funcionamiento de esta reacción produce necesariamente una contaminación al medio ambiente. El uso correcto de una reacción (sulfuración) produce un mal en otro subsistema (medio ambiente). Por último, la interrelación por peligrosidad se da por el alto riesgo que presenta el subsistema. Un ejemplo puede ser el riesgo que se presenta al almacenar disolventes orgánicos en algún lugar cerrado (almacén), ya que éstos tienen alta probabilidad de provocar un incendio, independientemente del correcto o incorrecto funcionamiento de los otros subsistemas (abasto, distribución). Dentro de esta tercera clasificación se encuentran los eventos que conocemos como peligrosos, como las intoxicaciones, envenenamiento, explosiones y otros.

#### Pronósticos de daños

Uno de los objetivos del presente trabajo es el de elaborar una serie de medidas que ayuden a evaluar los daños que se pueden sufrir en un laboratorio para tomar medidas de protección (prevención o mitigación), de rescate o de restablecimiento. Para ello es necesario hacer un pronóstico de daños. Por pronóstico de daños se entiende la evaluación anticipada de las alteraciones probables en el sistema afectable, resultantes de los impactos de las calamidades que interesan. De acuerdo con el desarrollo de

este estudio hay que determinar primero cuál es el posible sistema perturbador, después describir al sistema afectable y finalmente evaluar las posibles interacciones entre ambos sistemas. La profundidad del estudio depende del desglose que se haga, y éste se puede realizar en base a la información recabada y a las necesidades que se detecten, pues así como una persona tiene el riesgo de intoxicarse en el laboratorio las probabilidades de tener un accidente nuclear son mínimas, de ahí que en el pronóstico de daños se estudiarán los efectos tóxicos de muchas sustancias y se difundirán técnicas de primeros auxilios, al mismo tiempo que nunca se contemple estudiar los efectos de un accidente nuclear.

Los siguientes capítulos tratarán con detalle la forma de proteger y rescatar el funcionamiento correcto de los laboratorios químicos ante calamidades como intoxicaciones e incendios, o sus consecuencias como quemaduras y lesiones.

En resumen podemos decir que el marco conceptual que se describe en este capítulo tiene como fin distinguir entre dos eventos (calamidad y desastre) para poder deslindar funciones en el manejo de la seguridad, sobre todo antes de que ocurran los accidentes, o en su caso para poder combatirlos. Antes que nada queremos desechar la falsa idea de que "un accidente se debe más al azar o a la voluntad de Dios" que al manejo humano de las variables que están en juego (10) y por ello es necesario tener una mentalidad que nos ayude a evitar problemas posteriores en cuestión de seguridad.

## CAPITULO 3

### TECNICAS DE LABORATORIO Y PROTECCION

Para el estudio de prevención de accidentes siempre se tiene que tomar en cuenta qué tan capacitado está el personal que manipula, tanto el material como las sustancias involucradas. Es importante reconocer que algunos de los principales factores que provocan accidentes son la ignorancia y la falta de experiencia en lo que se hace. A veces se cree que con sólo explicar en el pizarrón una vez la forma en que se lleva a cabo una determinada rutina (pesar, filtrar y pipetear entre otras) es suficiente, cuando en la práctica se ve que para dominarla hay que repetirla una y otra vez. En laboratorios de primera enseñanza esto no es atendido correctamente y por ello cuando el alumno ingresa a la Facultad no sólo no sabe cómo se hacen las cosas, sino que tiene una serie de mañas que si no son corregidas en los primeros semestres después será casi imposible modificar. Cabe destacar que esto ha sido contemplado por el personal que ha modificado el plan de estudios y sobre todo por aquéllos que se encargaron de la elaboración de los manuales de la laboratorio de la materia Química General.

En el presente capítulo se tomarán las principales técnicas o rutinas con las que un químico se verá enfrentado durante su trabajo de laboratorio, desde la escuela hasta la industria. De

ahí que este trabajo cumpla con uno de sus objetivos; capacitar técnicamente a los alumnos para que el trabajo de laboratorio sea más eficiente, confiable y sobre todo seguro.

La inclusión de esta sección responde, dentro del marco teórico que se está manejando, a la prevención de accidentes, ya que, como se ha dicho, el conocimiento preciso en el manejo de técnicas o material es el principio de una correcta seguridad y el primer paso para mantener al sistema afectable libre de cualquier calamidad.

Las técnicas aquí presentadas son la suma de pasos que se han considerado más eficientes, pero se asume que la experiencia en su uso puede modificar algunos de los pasos o invertir su orden. Es por ello que sugerimos que éstos sean modificados sólo si la rutina, efectuada un sinnúmero de veces, lo demanda.

Explicar en un trabajo monográfico todos los conocimientos y rutinas que se realizan comúnmente en un laboratorio químico es un trabajo bastante amplio y rebasa los límites de nuestros objetivos, de ahí que se hayan seleccionado los que se creyeron más útiles, concientes de que se omiten algunos que también pueden ser necesarios. Las técnicas que se describirán a continuación son: medición, separación, calentamiento y enfriamiento.

#### MEDICION

Una medición es la comparación entre una magnitud desconocida y una conocida (tomada esta última como patrón).

Las ciencias naturales, y con ellas las humanas, se han desarrollado gracias a las mediciones que se hacen día a día en toda labor de investigación, y es por ello que todo químico deba aprender a comparar su trabajo con el de los demás e incluso con la misma naturaleza. Existen muchas magnitudes que se pueden medir y muchas las técnicas para hacerlo, pero para las necesidades de los estudiantes de esta carrera estudiaremos sólo 4: peso, volumen, temperatura y presión.

#### PESO

Los aparatos utilizados para medir el peso son comúnmente llamados balanzas (figs 2 y 3). El tipo, modelo y capacidad de cada una de ellas cambia con demasiada frecuencia, pero para las características del presente trabajo basta con estudiar dos tipos de ellas; la granataria y la analítica. El funcionamiento de ambas se basa en el principio de palancas, sólo que en la primera el sistema es mecánico y en la segunda es eléctrico.

Para el uso de cualquier balanza debe tenerse en cuenta que su precisión y exactitud dependen fundamentalmente del cuidado que se tenga, tanto cuando se trabaja con ella como cuando se le da el mantenimiento necesario. Las precauciones más importantes para este cuidado se mencionan a continuación; utilizar sólo la balanza que se le ha asignado y ser responsable de su uso junto con los demás compañeros a quienes se les asignó el mismo instrumento. Manejarla lentamente para no deteriorar su mecanismo sobre todo si es eléctrico. Procurar que el fiel y los platillos se mantengan fijos cuando no se está utilizando. Para pesar un



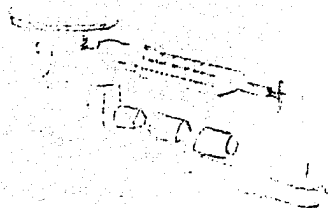


Figura 2  
Balanza granataria

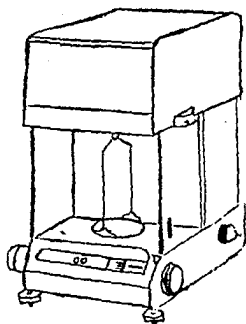


Figura 3  
Balanza analítica

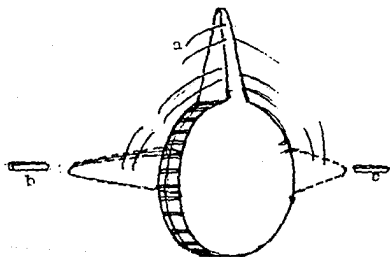


Figura 4  
Disparo de la balanza  
a) Apagada  
b) Semidisparo (adelante)  
c) Disparo (atrás)

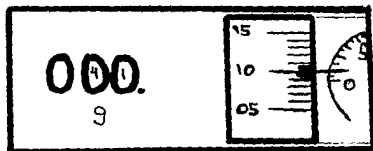


Figura 5  
Ejemplo 41.1010 g

objeto debe estar limpio, seco y a la temperatura ambiente, si ha estado en una estufa o mufla debe ser introducido a un desecador el tiempo necesario para su enfriamiento (en algunos casos llega a ser de media hora la espera). Nunca tocar los objetos con las manos ya que la grasa de los dedos puede modificar los resultados. Colocar en los platillos solamente materiales como vidrio, porcelana, plástico o metal, nunca la sustancia directamente. Los sólidos se pesan en un vidrio de reloj o en un papel tarado o en un pesasustancias, los líquidos se pesan solamente en frascos tapados o en matraces. La limpieza debe ser escrupulosa antes y después de cada pesada, si un sólido llega a caer se limpia con un pequeño pincel, si es líquido se seca con un trapo limpio. Colocar el objeto a pesar en el centro de la balanza para evitar vibraciones cuando se suelte el platillo. No sobrecargar la capacidad de la balanza. La balanza debe ser colocada en un lugar firme, sin posibilidades de que sea golpeada y lejos de donde se generen gases o sustancias corrosivas. Se debe proteger de las altas temperaturas y de los rayos del sol. Para evitar la humedad del aire, y con ello la corrosión, se introduce un vaso con alguna sustancia higroscópica. Debe estar prohibido hacer algún ajuste en el funcionamiento de la balanza si ésta falla.

#### Balanza granataria.

Revisar que la tara de plástico, el platillo y el brazo se encuentren limpios. Verificar que está ajustado el cero de la balanza, para ello se ponen todas las pesas en cero con la tara

vacía y el fiel debe coincidir con la marca fija. Si no coincide se debe girar el tornillo de ajuste (hacia adentro baja el fiel y hacia afuera sube) hasta que marque 0. Se coloca en la tara el objeto a pesar y se deslizan las pesas hasta encontrar el momento en que el fiel vuelva a coincidir con la marca. Para ello se desliza la más grande de ellas hasta que haya un movimiento del brazo, se regresa a la marca anterior y se repite con la siguiente masa y así sucesivamente hasta que coincida, como se ha dicho anteriormente, con el 0. Una vez que se ha llegado a este equilibrio se suman todas las cifras que indican las masas para determinar el peso del objeto. Para evitar el maltrato, cualquier sustancia que se pesa debe ser retirada con cuidado, evitando movimientos bruscos del brazo, finalmente poner el seguro para que la barra quede fija y no pierda su calibración.

#### Balanza analítica

Las consideraciones que se darán corresponden a la balanza analítica de monoplato, que es la más común en los laboratorios de la Facultad de Química. Al iniciar una pesada en este tipo de balanzas es necesario cerciorarse de que está nivelada, para ello se ve que la burbuja de nivel coincida con el círculo inscrito en el tubo de vidrio. En caso de que no lo esté se nivela con los tornillos que se encuentran en la base de la balanza. Para comprobar que está ajustada a 0 se gira el botón de disparo hacia atrás y se ve si la escala de proyección coincide con la marca de 0, en caso negativo se gira el mando de ajuste del cero hasta que el trazo quede centrado. Una vez que se comprueba que

la balanza está lista se debe introducir el objeto, abriendo la puerta y colocándolo en el centro del platillo (nunca se colocará algo en el platillo si éste está libre, es decir si hay un disparo o semidisparo). Se hace un semidisparo y se mueve el mando de pesas más grande hasta que la escala de proyección cambie de dirección con respecto al cero y después volver el mando a la posición anterior, se hace lo mismo con la masa que corresponde a los gramos (el movimiento debe ser lento y de unidad en unidad procurando apagar la balanza entre cada uno de estos cambios). Una vez que se ha llegado a un valor aproximado se libera el disparo y se busca que el índice de la escala coincida exactamente con algún valor, moviendo el mando de la escala micrométrica. Este valor se encuentra cuando el valor de la escala óptica coincida con el centro del indicador. El peso del objeto es la suma de los valores indicados en los mandos de pesas más aquellos que aparecen en la escala de proyección y en la del micrómetro. La balanza se debe apagar y retirar el objeto (nunca al revés) y regresar todos los valores al cero, cuidando de que quede bien cerrada y limpia. Durante su operación las puertas deben permanecer cerradas.

En ocasiones se acostumbra pesar por diferencia, es decir se pesa el recipiente con la sustancia y el recipiente sin ella y la diferencia entre ambas pesadas es el peso de la sustancia.

#### VOLUMEN

Los recipientes empleados para la medida de líquidos pueden ser de medidas aproximadas o exactas. Estas últimas deben indicar

la temperatura a la cual han sido calibradas para medir, así como las letras TC (del inglés "to contain", si es de procedencia alemana E o si está en español PC, para contener) o TD ("to deliver", A en alemán y PV, para verter en español) que indican si el material contiene o vierte el volumen indicado.

Este material debe usarse para medir volumen de sustancias a una temperatura igual o aproximada a la que fue calibrado (generalmente a 20 C). Además deberá ser lavado antes y después de su uso para evitar la formación de incrustaciones. Si al vaciarse el líquido quedan gotas en las paredes se entiende que el material está sucio y no podrá ser usado.

Los líquidos cuando están en tubos estrechos presentan una curvatura llamada menisco. Para obtener la medida se lee el trazo que coincide con el fondo del menisco (línea tangente al menisco) si el líquido moja las paredes este menisco es cóncavo, si no lo hace es convexo (fig 6). En el primer caso la lectura se hace con la parte inferior de la curva a menos que la disolución sea tan oscura, como la del permanganato, que se tenga que leer con la parte superior. En el segundo caso se lee con la parte superior de la curva. Para evitar errores de paralaje se debe trazar una línea recta imaginaria que pase por el trazo de graduación más aproximado, el menisco y el ojo y que sea completamente horizontal (fig 7). Es conveniente ayudarse de fondos blancos o negros que ayuden a contrastar la línea del trazo y el menisco.

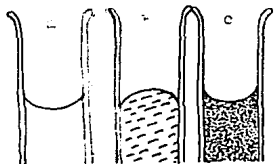


Figura 6

Meniscos

- a) menisco cóncavo (transparente)
- b) menisco convexo (hachurado)
- c) menisco cóncavo (punteado)

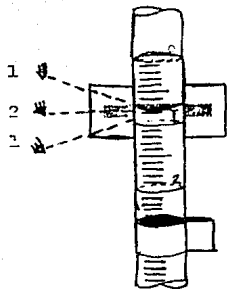


Figura 7

Error de paralaje

- 1) incorrecto
- 2) correcto

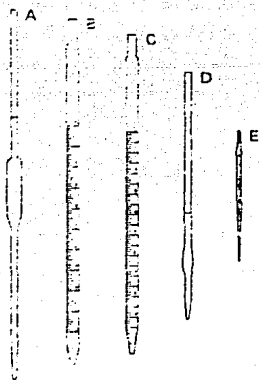


Figura 8

Pipetas

- A) volumétrica
- B) Mohr o graduada
- C) serológica
- D) Ostwald
- E) lambda

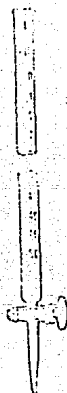


Figura 9

Bureta

## RECIPIENTES QUE MIDEN VERTIDO

### Pipetas

Existen dos tipos de pipetas: Las volumétricas y las graduadas. Todas ellas deben ser llenadas hasta una altura mayor a la línea de aforo ó 0, ayudándose de una perilla o propipeta para evitar problemas de intoxicación (aunque no se ingiera el líquido, es probable que los vapores si lleguen a causar algún daño), una vez arriba de dicha línea se deja caer el líquido hasta que el menisco coincida con la línea deseada como se ha explicado. Este flujo puede ser controlado por la misma propipeta o con el dedo índice, pero nunca con el pulgar, como muchos lo acostumbran. Es importante limpiar con papel filtro o higiénico el líquido que se pega en las paredes externas, ya que podría conducir a errores. Una vez que se tiene el líquido se deja vaciar libremente en el vaso receptor, esperando a que caiga todo el contenido (no soplar, ya que los instrumentos así están calibrados). Una vez terminada la operación se lava con agua corriente y destilada y se coloca en un porta pipetas, en posición vertical y cuidándose del polvo.

### Características de las pipetas (fig 8)

#### pipetas:

**Volumétricas:** vacía un volumen fijo de líquido, pudiendo tener uno o dos trazos. Las capacidades más comunes oscilan de 1 a 200 ml y son de vaciado libre.

Mohr o graduadas entre dos trazos: Puede vaciar un volumen de líquido variable, las capacidades más comunes van de 1 a 25 ml. El vaciado se hace hasta la línea inferior.

Serológica: También es de volumen variable, y sus capacidades van de 0.1 hasta 10 ml.

Ostwald-Folin: Vacía un volumen fijo y sus capacidades van de 0.5 a 10 ml. Estas son las únicas pipetas en las que se debe soplar hasta la última gota para vaciar.

Lambda: Puede ser de contenido o vaciado, en las primeras el líquido se arrastra por lavado con un disolvente adecuado, mientras que en las segundas se sopla hasta la última gota. Ambas tienen capacidades que van desde 0.001 hasta 2 ml.

#### Buretas

Este instrumento permite verter un volumen variable de líquido. A pesar de que existen muchos tipos de ellas, nos centraremos a estudiar la bureta representada en la figura (9), que es la más común en los laboratorios de la Facultad de Química.

Para un buen funcionamiento, las llaves de vidrio necesitan un lubricante entre las superficies esmeriladas -generalmente glicerina. Algunas sustancias, como las bases, producen serios problemas en las llaves si permanecen mucho tiempo en el interior, de ahí que siempre deba ser lavada inmediatamente después de ser usada. Aquellas que tienen llave de teflón son más



resistentes a los reactivos, y no necesitan ser lubricadas. En estas últimas la calidad es mucho mayor pero el costo es muy elevado.

Al ser utilizada la bureta se debe afianzar a un soporte con unas pinzas especiales para ello (pinzas para bureta) a una altura de  $1/3$ , de arriba hacia abajo, con el fin de evitar fracturas en ella debido al posible giro. Debe quedar en una posición completamente vertical y perfectamente fija. Para llenarse se usa un embudo y se vierte una pequeña cantidad del líquido por medir para impregnar las paredes y desechar las posibles sustancias que se encuentren presentes. Se vacía y se vuelve a llenar, ahora hasta arriba del cero y se deja caer hasta que el flujo de salida sea continuo y coincida con el cero (es importante que la punta quede bien bañada del disolvente). La llave debe abrirse con la mano izquierda para poder agitar el matraz de valoración con la derecha. La forma correcta de tomar la llave se muestra en la fig (10).

Al abrirse la llave el líquido se desplaza hacia abajo gracias a la gravedad, la velocidad de vaciado depende de cómo sea abierta. Lo más recomendable es vaciarla lentamente para evitar que se queden gotas en las paredes o para evitar el exceso de líquido vertido. Para que el alumno pueda realizar esta técnica es necesario que la repita una y otra vez ya que sólo la práctica podrá ayudarle. Se ha pensado que un buen ejercicio consiste en desalojar el volumen completo, primero gota por gota y posteriormente con la llave completamente abierta, o vaciarla hasta un volumen previamente determinado.

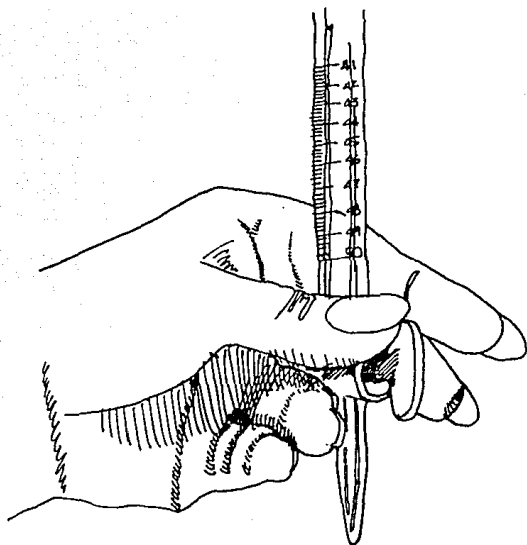


Figura 10

Forma correcta de abrir una  
bureta

## Probetas

Las probetas (fig 11) son recipientes que sirven para medir el vertido de líquidos. El volumen que mide puede ser variable y la precisión que tiene es bastante confiable. Las capacidades van desde 5 ml hasta 1 000 ml, siendo las más comunes las de 50 y 100 ml. Las divisiones son de 1 ml.

## RECIPIENTES QUE MIDEN CONTENIDO

### Matraces aforados.

Son recipientes de cuello alto (fig 12), donde presentan una línea llamada de "aforo", que marca el nivel al cual debe llegar el líquido para completar el volumen de calibración. Por esto mismo se utilizan cuando se desea obtener exactitud en la medición de volúmenes fijos. Por sus características de medición debe evitarse siempre el calentamiento o la disolución de reactivos que no necesitan un volumen fijo.

Los usos más generalizados son los de preparar soluciones normalizadas y la disolución de sustancias o muestras a volúmenes conocidos y fijos. Si se desea preparar una disolución se debe añadir el soluto en las cantidades previamente calculadas y la mínima cantidad de disolvente, suficiente para disolver al reactivo - de ser necesario se puede agregar un poco más del disolvente. Ya completa la disolución se agrega poco a poco el disolvente necesario para llegar a la línea de aforo, cuidando que al final sea gota por gota (un exceso arruinaría completamente el experimento). Una vez llegado al aforo (se conserva el criterio del menisco) se tapa el matraz y se invierte varias



Figura 11  
Probeta



Figura 12  
Matraz aforado



Figura 13  
Vaso de precipitados

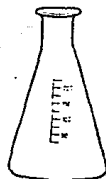


Figura 14  
Matraz Erlenmeyer

veces con el fin de homogenizar la disolución.

Nunca se almacenarán disoluciones en estos matraces, ya que se puede atacar el vidrio y perderse la calibración del instrumento, para ello se debe buscar un recipiente adecuado.

#### Vasos de precipitado

Los vasos de precipitado (fig 13) son recipientes de boca ancha que pueden contener líquidos. La precisión en la medida es muy deficiente y por ello no se le da mucha importancia a las graduaciones que en ocasiones tiene, su uso más bien se limita a efectuar algunas reacciones en ellos.

#### Matraces Erlenmeyer

Son recipientes de boca angosta (fig 14) que sirven para contener líquidos. Por la forma que tienen son utilizados para agitar disoluciones y en general su uso es semejante al de los vasos de precipitado, careciendo también de la precisión necesaria para hacer medidas confiables.

Aunque la industria del material de laboratorio ha desarrollado nuevos productos para aumentar la eficiencia y la calidad o simplemente para abaratar los costos, el material más comúnmente usado es el de vidrio.

Existen varios tipos de vidrios para ser utilizados en el laboratorio. Los más comunes son: de sílice (ordinarios y especiales) de cuarzo, analíticos (de fosfatos y boratos) y de óxido de plomo. Las características de éstos se muestran en la tabla (1)

TABLA (1)

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| vidrio blando o a la cal        | Tiene composición variable, es atacado por sustancias alcalinas en disolución, es muy sensible a los cambios de temperatura.  |
| cuarzo fundido                  | Tiene una excelente resistencia a los cambios de temperatura, es inerte a los halógenos, ácidos y atmósferas oxidante o reductora, su máxima temperatura de trabajo es de 1050 C.   |
| vidrio de alto contenido        | Con características semejantes al cuarzo fundido, resistente como el borosilicatado a los cambios de temperatura y más resistente a los álcalis. Su temperatura máxima de trabajo es de 1 000 C   |
| vidrio resistente a los álcalis | Más sensible a los cambios de temperatura, casi exento de Boro, comúnmente conocido como vidrio Corning   |
| vidrio borosilicatado           | Resistente a los cambios de temperatura intermedios (150 C) atacado por álcalis, acuosos o en caliente o por larga permanencia, su temperatura de trabajo es de 200 C. Es muy utilizados en trabajos analíticos comúnmente conocido como Pyrex. |

En general se puede decir que el material de vidrio es frágil, mal conductor del calor y buen aislante térmico, es atacado por el ácido fluorhídrico y los fluoruros, álcalis fundidos y algunos óxidos y sales. Su aspecto caliente es igual al frío, por lo que hay que tener mucho cuidado al trabajar con él.

## Limpieza del vidrio

La limpieza debe hacerse inmediatamente después de ser usado el instrumento, para evitar que haya alguna cristalización o incrustación en el interior, ya que además de dificultar la limpieza misma aumenta el riesgo de que se rompa y cause un accidente. Lo primero que hay que hacer es quitar la mayor cantidad posible de los desperdicios no incrustados con una espátula, después se usa un escobillón y posteriormente se busca un disolvente para lavar el resto. Para encontrar el disolvente óptimo se sugiere el siguiente orden: agua, agua con jabón, lejía, ácidos, disolventes orgánicos, mezcla sulfonítrica y al final mezcla crómica. En casi todos los casos es conveniente ensayar primero en frío y después en caliente. Una vez que el material está limpio se debe enjuagar con agua destilada, si ésta escurre perfectamente por las paredes se puede decir que el instrumento está suficientemente limpio -debido al alto costo del agua destilada se recomienda hacer ésto sólo en los casos que lo ameriten. Para secar el vidrio es suficiente con dejar que escurra junto a la tarja o en el porta material que se encuentra junto al lavabo. Si se desea acelerar el secado se puede usar la estufa o algún disolvente volátil como el etanol o la acetona, pero debido al alto costo que tienen no lo consideramos prudente, además de que se pueden quedar algunos residuos en el material.

## TEMPERATURA

La temperatura se puede definir como el promedio de la energía cinética que tienen las moléculas y nos habla de la

capacidad de las sustancias para ceder o tomar calor de otros cuerpos.

Existen varios instrumentos para medir esta magnitud, pero por su versatilidad, economía y facilidad de trabajo, el único que será estudiado en este trabajo es el termómetro de mercurio (fig 15). Este metal tiene un coeficiente de dilatación bastante uniforme, no moja el vidrio y se obtiene con gran pureza. Su punto de fusión es de  $- 39\text{ C}$  y el de ebullición de  $357\text{ C}$ , aunque si se ayuda con una presión interna en el capilar puede medir temperaturas más altas, Los termómetros están calibrados generalmente con el capilar de la columna totalmente sumergido en el cuerpo. Esto causa uno de los principales errores en su uso, ya que al medir la temperatura de una sustancia en la que una mitad de la columna está a una temperatura y la otra mitad a otra, la dilatación no es pareja y por lo tanto la medición es errónea. Otros errores comunes son el de paralaje y la resistencia que opone el capilar al flujo del metal, este último se mitiga si antes de introducir el termómetro se golpea ligeramente en la columna, además de buscar el valor cuando el mercurio se dilata (asciende) y no cuando se contrae (desciende).

La diferencia que hay entre un termómetro y otro de los que se encuentran en la Facultad de Química es la graduación. Los más comunes son de  $0$  a  $50$ ,  $200$  ó  $300\text{ C}$  y de  $-10$  a  $100, 150, 300$  y  $400\text{ C}$ . Generalmente las escalas marcan entre grado y grado o de dos en dos aunque se les llega a encontrar con divisiones cada décima de grado.



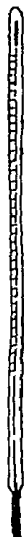


Figura 15  
Termómetro

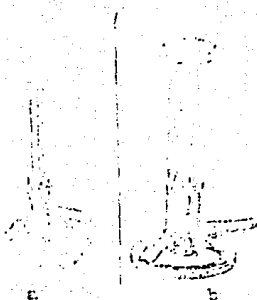


Figura 16  
Mecheros  
a) Bunsen  
b) Fisher

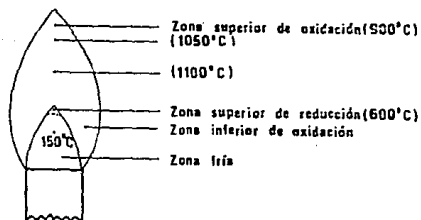


Figura 17  
Temperaturas de la  
flama

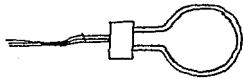
El uso de este instrumento debe ser delicado ya que además del riesgo que presenta por ser de vidrio, el mercurio que contiene es muy tóxico, sobre todo si se introduce por alguna herida (el accidente más común con los termómetros se presenta cuando se les quiere introducir a un tapón horadado, produciendo heridas en las manos).

#### TECNICAS EMPLEADAS PARA CALENTAR Y ENFRIAR

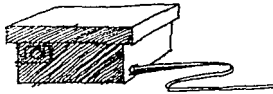
El control de la temperatura es un rutina muy utilizada en un laboratorio. Lo más común en este tipo de trabajos es calentar alguna sustancia o mezcla, aunque también sucede con frecuencia que se necesita enfriar.

En el primer caso existen dos tipos de instrumentos; los que funcionan con gas como los mecheros Bunsen y Fisher (fig 16), y los que funcionan con electricidad, como las parrillas, resistencias, canastillas, estufas y muflas (fig 18). Para enfriar se utilizan baños de hielo, o mezclas de éste con acetona o sal, que reducen considerablemente la temperatura.

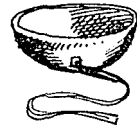
Cuando se usa el gas se deben calentar sustancias completamente no inflamables, los mecheros no deben ser encendidos en lugares donde haya disolventes, ya sea en el ambiente o en recipientes cercanos al lugar de trabajo, o fuera de los lugares asignados para ello. Generalmente cada laboratorio tiene sus señalamientos en cuanto a estas áreas, de no ser así se considerará como prohibido, si hay alguna duda se consultará al profesor.



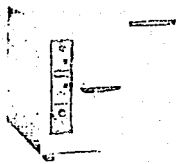
Resistencia



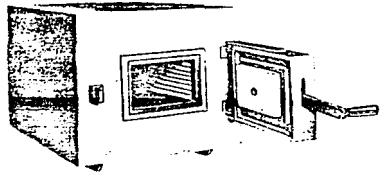
Varrilla



Canastilla



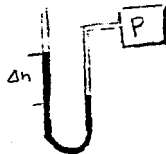
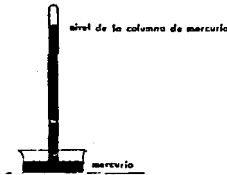
Estufa



Horno o mufla

Figura 18  
Instrumentos eléctricos para calentar

Figura 19  
Barómetro



Para encender un mechero hay que cerrar completamente la entrada del aire y conectar perfectamente la manguera tanto a la salida de la tubería como al mismo mechero. Se acerca un cerillo encendido y se abre la llave del gas buscando que la flama no se apague. Inmediatamente después se abre la entrada del aire y se regula la flama. Si entra suficiente oxígeno del aire la llama tendrá una pequeña zona fría (150 C) hasta abajo y otra más caliente arriba. Si no entra suficiente la llama tendrá una temperatura menor, producirá hollín y será inestable a las corrientes de aire.

Los mecheros Fisher y Bunsen funcionan con el mismo principio, la única diferencia es que el aire se regula de distinto modo y el primero permite un flujo mucho mayor de gas y por lo tanto alcanza temperaturas mucho mayores. Cualquiera que sea el mechero que se use debe observarse la mayor seguridad posible, ya que el uso de estos instrumentos es el que presenta mayor riesgo para que se produzca un incendio.

El uso de la electricidad para calentar es muy variado. El aparato más sencillo consiste en un recipiente metálico con una resistencia, siempre que se usen deberán tener suficiente agua para que no se rompan, ya que al evaporarse y bajar el nivel del líquido la resistencia trabaja en un medio seco, por ello hay que tener un cuidado especial para mantener ese nivel y no destruir el aparato. La figura (17) muestra las temperaturas que puede alcanzar la llama de un mechero correctamente encendido, con las zonas de oxidación y reducción.

Si se usa una parrilla se tiene la posibilidad de graduarla, ya sea con los controles del mismo aparato o con un reóstato acoplado a él. Algunos de estos instrumentos tienen integrado un sistema de agitación magnética, si éste se utiliza se debe cuidar que el nivel del líquido no se acerque a los bordes del recipiente, ni que el giro del imán proyecte hacia afuera alguna parte del líquido.

Las canastillas son muy utilizadas para calentar sustancias orgánicas inflamables, la temperatura se regula con un reóstato. Debe ser seleccionada de acuerdo al tamaño del matraz en que se va a calentar, ya que si no coinciden la forma y el tamaño es seguro que se perderá mucho calor (o electricidad) y aumenta el riesgo de un sobrecalentamiento.

Las estufas eléctricas suministran temperaturas reguladas en el rango de 200-250 C. Son muy usadas para secar material o muestras. No se deben introducir materiales volátiles, de bajo punto de fusión o que produzcan gases tóxicos. Si se introduce material de vidrio debe ser previa autorización del maestro.

Los hornos eléctricos o muflas proporcionan temperatura regulada hasta los 100-1200 C. Deben ser usados con extrema precaución. Al introducir algún objeto se deben proteger las manos con guantes de asbesto.

Para cuando se necesita enfriar alguna sustancia se puede usar refrigeradores, congeladores o cámaras frías, aunque en la Facultad de Química carece de estos aparatos en la mayoría de sus laboratorios. Ante éste problema, la alternativa como se indicó antes es la de enfriar con hielo, ya sea solo o con algún tipo de

mezcla frigorífica. Por lo general no se necesita una temperatura exacta sino un rango, la tabla (2) contiene las temperaturas aproximadas de algunas de estas mezclas que se forman con hielo y algún electrolito.

TABLA (2)

| SUSTANCIA            | % DE LA SUSTANCIA | TEMPERATURA<br>EUTECTICA (C) |
|----------------------|-------------------|------------------------------|
| Acido clorhídrico    | 24.8              | -86                          |
| Hidróxido de potasio | 32.0              | -65                          |
| Cloruro de zinc      | 52.0              | -62                          |
| Cloruro de calcio    | 29.8              | -55                          |
| Carbonato de potasio | 39.5              | -36                          |
| Cloruro de magnesio  | 20.6              | -34                          |
| Hidróxido de sodio   | 19.0              | -28                          |
| Nitrato de cobre     | 36.0              | -24                          |
| Cloruro de sodio     | 28.9              | -21                          |
| Nitrato de sodio     | 37.0              | -18                          |
| Nitrato de calcio    | 35.0              | -16                          |
| Cloruro de amonio    | 22.0              | -16                          |
| Cloruro de potasio   | 19.7              | -11                          |
| Sulfato de manganeso | 47.5              | -10                          |
| Cloruro de bario     | 29.0              | - 8                          |
| Sulfato de zinc      | 27.2              | - 7                          |
| Sulfato de magnesio  | 21.5              | - 4                          |

#### PRESION

La medición de la presión en un laboratorio se hace generalmente con un barómetro de mercurio (fig 19). Este funciona gracias a que la presión que ejerce el mercurio se iguala a la presión que se desea medir, y conociendo el desplazamiento del metal se puede conocer el valor buscado. Generalmente estos

valores se dan en milímetros, una de las unidades de presión más utilizadas. Cuando se desea medir la presión de algún sistema se toma una manguera que una a dicho sistema con el tubo del manómetro, de esta forma, al nivelarse las presiones como se mencionó anteriormente se mide la distancia o desplazamiento del mercurio para conocer el valor buscado. A pesar de que el barómetro no es muy utilizado en los laboratorios químicos su uso representa un riesgo muy peculiar, ya que al contener mercurio expone a quien lo maneja a los vapores que desprende el metal. Es muy común que quien no está muy familiarizado con el uso de este elemento juegue con él, lo manipule directamente con las manos y resulte levemente intoxicado. Los maestros deberán tener mucho cuidado con el uso del mercurio, sobre todo si lo manejan en grandes cantidades como las que contiene un barómetro.

## TECNICAS DE SEPARACION

### FILTRACION

La filtración es el método más común para la separación de mezclas sólido - líquido, y se usa sobre todo cuando lo que se desea recuperar es el sólido. Las filtraciones más utilizadas son a presión normal y al vacío (fig 20). En el primer caso el material que se usa es un pedazo de papel filtro y un embudo, que puede tener o no estrías y ser de tallo largo o corto. En el segundo se necesita un kitasato, un buchner y un pedazo de hule para sellar, (el papel se corta del mismo tamaño del buchner) y se conecta al vacío (pueden existir instalaciones de vacío o un



Fig 20-a

Figura 20

Filtración

a) Presión normal

b) vacío



Figura 21

Papel filtro (doblado y cortado)

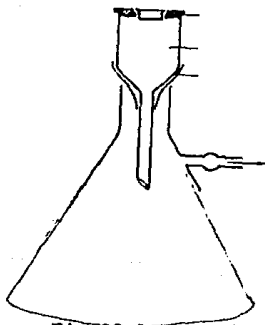


Fig 20-b



bomba) con una manguera de látex gruesa. El papel filtro puede ser sencillo o tener ciertas especificaciones como el tamaño del poro, el contenido de cenizas y la composición química. Una vez seleccionado éste (debe escogerse por el precipitado y no por la disolución) se dobla en cuatro partes iguales y se le corta una de las puntas externas (fig 21). Si el sólido es amorfo se pueden hacer más pliegues al papel para aumentar la superficie de contacto. El tamaño debe seleccionarse de tal forma que la sustancia no ocupe más de la tercera parte del papel. Se introduce en el embudo y se moja con el disolvente que se está usando para que se adhiera a las paredes, posteriormente se agrega el disolvente necesario para que haya una columna en el tallo que permitirá acelerar la filtración y finalmente se añade la mezcla a separar. Durante toda la operación se debe tener bien afianzado el embudo y en una posición completamente vertical para facilitar el trabajo.

Si la filtración se quiere hacer más rápido se puede usar el embudo con estrias, las cuales aumentan la superficie de contacto entre el papel y las paredes. Si se desea filtrar alguna sustancia caliente se usa el embudo de tallo corto, para evitar se enfrie en el trayecto, en este caso conviene que el embudo esté a la misma temperatura de la mezcla por separar. Es común que el precipitado se lave con nuevas porciones del disolvente, si así se hace debe ponerse un vaso limpio debajo del embudo en lugar del que contenía el filtrado de la primera parte, esto es por si se presenta la necesidad de filtrar de nuevo, ya que no es lo mismo hacerlo con todo el líquido que con una pequeña porción.

Si esta operación se hace al vacío se debe cortar el papel filtro en función de la forma y tamaño del Buchner, de tal forma que se cubra toda su superficie sin que haya pliegues o arrugas, se moja con el disolvente y se pone la mezcla cubriendo el papel de una forma homogénea, una vez hecho esto se abre la llave del vacío. El equipo debe ser montado como indica la figura (20). Para lavar el precipitado se cierra la llave se agrega el disolvente y se vuelve a abrir, esto se hace para que el lavado sea homogéneo y no sólo en donde cayó el disolvente.

Cuando se filtra al vacío se debe tener la precaución de ver si el material resiste las bajas presiones, tanto para el vidrio (kitasato) como para la manguera látex (especial para vacío), así como la correcta unión del buchner y el kitasato (con una zapata de hule).

### Destilación

Esta técnica es quizás la más utilizada para separar mezclas homogéneas líquido-líquido, y consiste en evaporar uno de los compuestos a una temperatura definida (punto de ebullición) para ser condensado posteriormente. Para que dos líquidos se puedan separar por este método deben tener puntos de ebullición suficientemente distanciados, una diferencia de 20-30 grados puede ser suficiente. La destilación simple es la más común en los laboratorios de enseñanza.

El material necesario es el siguiente; un matraz de bola, un termómetro, una T de destilación, un refrigerante con sus mangueras y un colector, así como una fuente de calor, que

generalmente es una canastilla. Es común utilizar un redstato para controlar la temperatura.

El aparato se monta como indica la figura (22). La mezcla por separar se coloca en el matraz, observando de que no ocupe más de un tercio del volumen total, para controlar el experimento se agregan piedras llamadas de "ebullición". Una vez que el vapor entra al refrigerante se debe condensar a los más unos tres dedos abajo, de no ser así se incrementa el flujo de agua. El líquido debe ser recolectado en un recipiente adecuado y que no deje escapar lo que cae en él, sobre todo si el líquido es muy volátil.

El flujo de agua debe ser vigilado constantemente porque suele variar de un momento a otro, las mangueras deben estar libres de presión y sin pellizcarse para que el flujo no varíe. En algunos casos hay que agregar alguna sustancia que ayude a la ebullición o impida la formación de peróxidos (altamente peligrosos) como la sosa al destilar éter.

#### MEDIDAS DE PROTECCION

Uno de los factores que más deben ser revisados es aquél referente a la protección. El riesgo de que suceda un accidente persiste aún cuando el personal del laboratorio conozca perfectamente el trabajo que realiza, ya que el factor humano siempre es vulnerable y tiene posibilidades de fallar, o peor aún, pueden suceder eventos que no dependen de ninguno de ellos. Si aún con el manejo correcto de técnicas, sustancias y equipo,

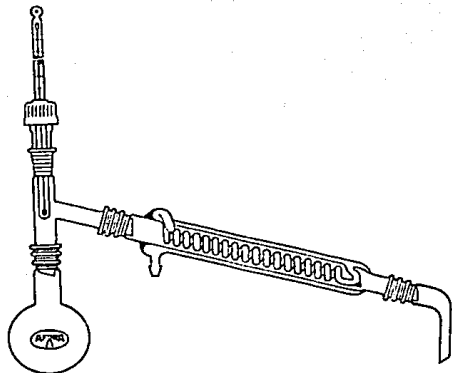


Figura 22  
Destilación simple

un accidente se presenta en el lugar de trabajo, lo primero que ayuda a salir adelante es el conjunto de medidas de protección que hayan sido tomadas antes del evento. Este tipo de protección debe ser usado correctamente siempre que sea necesario o esté indicado, y presenta quizás la diferencia entre un simple impacto del sistema perturbador y un desastre. Por eso aquellas medidas que para algunos son innecesarias o inútiles toman gran importancia en la prevención de accidentes como serían el uso de bata y lentes de seguridad por nombrar los más comunes.

La industria química, directa o indirectamente, ha hecho que se produzcan una infinidad de equipos para la prevención de accidentes, pero la mayoría resulta muy específico, caro y difícil de conseguir para un estudiante de la Facultad de Química por ello sólo mencionaremos aquel que es indispensable y que puede (y debe) ser adquirido por cualquier alumno y por quien se encargue del laboratorio.

#### PROTECCION DEL CUERPO

El uso de la bata tiene como fin protegernos de los reactivos químicos que nos pudieran caer en el cuerpo, así como de un posible fuego. De acuerdo con estas necesidades, el material más conveniente es el algodón o alguna mezcla algodón/fibra sintética, en la cual el algodón esté en mayor proporción, y que no sea combustible. El color no es tan importante, aunque algunos profesores la prefieren blancas. La limpieza continua es sumamente importante, ya que los reactivos que quedan en ella pueden producir problemas, al grado de que

usar una bata sucia puede ser más perjudicial que el no usarla.

#### PROTECCION DE LOS OJOS

El cuidado de los ojos es de suma importancia en el trabajo de laboratorio, ya que son una de las zonas más vulnerables del cuerpo. La protección por lo tanto debe ser continua y eficiente para evitar pérdidas irreparables. Ya en 1958 De Reamer (17) reporta que más de 14,000 trabajadores estaban registrados en el "club del búho sabio", organización que agrupa a cualquier persona que haya salvado la vista, de uno o ambos ojos, durante el ejercicio de su profesión, gracias al uso adecuado de equipo de protección.

Existen infinidad de lentes para este tipo de necesidades. Los más accesibles a cualquier estudiante son los lentes de seguridad y los goggles (fig 23). Los primeros pueden tener un borde metálico o de plástico y protección lateral, generalmente se usan cuando se tiene buena vista. Los goggles sirven para aquellos que necesitan lentes correctivos para trabajar, aunque en realidad pueden ser usados por cualquier persona. Si se usan lentes de contacto se debe tener en cuenta que los disolventes que se encuentran en el ambiente pueden atacarlos (10), por lo que se sugiere no usarlos dentro de las áreas de trabajo. Si aún con estas recomendaciones se llega a tener algún accidente por ningún motivo podrán ser colocados de nuevo en la víctima, por más lavadas que se les hagan a los lentes. Además la víctima tendrá que ser llevada al oftalmólogo.

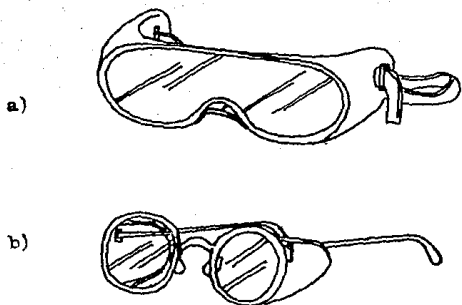


Figura 23

Protección de los ojos

- a) goggles
- b) lentes de seguridad

Los lentes de seguridad o goggles deben tener las siguientes características: ser cómodos, que no presenten problemas para la vista y que carezcan de cualquier defecto de pulido en su superficie. El material debe ser compatible con usos oftálmicos (que no lesione o queme el ojo). Es importante que sean delgados pero con buena resistencia a los impactos, para ello la American Standard Safety Code for Head, Eye and Respiratory Protection propone algunas especificaciones y pruebas para estos materiales. El grosor debe ser entre 3 y 3.8 mm para los lentes y no menos de 0.05 pulgadas para los goggles. Los lentes de plástico deben resistir la caída de una aguja de 1.56 Oz y una pulgada de diámetro a una altura de 15 m, si se orada el material no puede ser usado. Los de vidrio deben resistir la fractura de balines de acero de 7/8 pulgadas de diámetro que caen a una altura de 50 pulgadas. Si el balín queda incrustado en el vidrio o rebota, puede ser usado. El trabajo con luz ultravioleta debe ir acompañado de filtros que protegen los ojos, ya que este tipo de radiación es muy dañina para los ojos.

#### PROTECCION DE LAS MANOS

En algunos experimentos el uso de guantes es indispensable. Si el riesgo que se presenta es el sufrir una quemadura con sustancias químicas conviene usarlos de hule, si se usan para trabajar en caliente es conveniente que sean aislantes de la temperatura. El uso de los guantes entorpece la agilidad de las manos, de ahí que sea poco común su uso, pero no con ese pretexto se puede pasar por alto este tipo de protección.



## CAPITULO 4

### CALAMIDADES

Uno de los objetivos principales del presente trabajo es la de distinguir entre las causas de los accidentes y los accidentes en sí, de ahí que sea de suma importancia detectar los mayores riesgos que acarrea el trabajo con sustancias peligrosas dentro del laboratorio químico.

Los riesgos más evidentes en este sentido son las intoxicaciones y los de incendios. En este capítulo se introducirán algunos conceptos básicos para entender con mayor precisión estos problemas.

### INTOXICACIONES

El trabajo de laboratorio tiene como constante el uso de reactivos y productos, que aunque no se desee, presentan un riesgo para la salud. El peligro inherente a dichas sustancias puede presentarse de diversas formas, Una de las más importantes es la referente a las intoxicaciones. El estudio de este peligro dentro del marco teórico que ha sido presentado debe contemplar al sistema perturbador (conjunto de reactivos y productos que se manejan en el laboratorio), al sistema afectable (todas las personas que laboran ahí como maestros, alumnos y trabajadores) y

la relación que hay entre ambos, que de hecho es el tema específico de la toxicología.

Empezaremos estudiando los conceptos básicos de esta rama científica para poder ubicar los elementos que intervienen en una intoxicación .

Agente tóxico.- Es toda sustancia capaz de producir un efecto nocivo en un organismo vivo, desde el daño de sus funciones hasta la muerte. El daño que produce es de carácter bioquímico y puede ser a nivel de tejido o sistema, destruyendo, modificando o alterando el funcionamiento normal o produciendo cambios a nivel genético o mutagénico.

Toxicidad.- Capacidad inherente de un agente químico de producir un efecto negativo o nocivo sobre organismos vivos. Se necesitan tres elementos para esta interacción, a) Un agente tóxico capaz de producir el efecto (elemento del sistema perturbador) b) Un sistema biológico con el cual el agente tóxico pueda interactuar (elemento del sistema afectable) y c) Un medio por el cual ambos (sistemas perturbador y afectable) puedan entrar en contacto e interactuar (relación que hay entre los sistemas como susceptibilidad del organismo, grado de toxicidad y dosis entre otros).

Toxicología.- Es el estudio de los efectos de los agentes sobre el organismo, su objetivo es el de establecer el uso seguro de agentes químicos. El toxicólogo es el profesional que se encarga de estudiar todo lo relacionado a esta ciencia, su principal interés es evaluar el riesgo en el uso de las

sustancias tóxicas y establecer los límites de seguridad en el uso de las mismas.

Al evaluar la toxicidad se deben tomar en cuenta algunos conceptos básicos que nos ayudarán a formar un criterio general, y que será necesario aplicar para cada caso en particular. A continuación se describen los que se consideran más importantes.

Dosis.- Es la cantidad de sustancia que entra en contacto con el organismo. El efecto del agente tóxico está en función directa a esta cantidad. Uno de los valores más aceptados para esta evaluación es la DOSIS LETAL 50 (LD 50), que se define como la cantidad de sustancia (dosis) capaz de matar al 50 % de los organismos a los que se suministra (principalmente ratones y ratas). El tiempo de observación va de 1 a 4 semanas, aceptándose las 2 semanas como un lapso óptimo. Generalmente se expresa en mg de sustancia entre kg de peso corporal. Si el agente tóxico es un gas o un líquido volátil que puede ser inhalado, el valor se denomina CONCENTRACION LETAL 50 (LC 50), definido como la concentración de dicho compuesto en la atmósfera capaz de matar al 50 % de la población expuesta.

Valores umbrales.- Otro valor aceptado es el que ha dado la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Dicho valor, denominado TLV (del inglés Treshold Limit Value), indica la cantidad de sustancia tolerada por un individuo sin que se presenten perturbaciones. Se puede obtener en cualquiera de las siguientes tres clasificaciones: Valor umbral tiempo-peso TLV/TWA (Time-Weight average), indica la máxima concentración que puede soportar un individuo durante 8 hrs/día ó

40 hrs/semana durante una temporada relativamente grande sin que se observe ningún efecto negativo. El TLV-STEL (Short-Term-Exposure-Limit) indica la máxima concentración bajo la cual un individuo puede estar expuesto hasta 15 minutos sin que se presenten problemas. Es importante que este valor no sea alcanzado más de cuatro veces en un día y que al menos se dejen 50 minutos entre cada una de las exposiciones. El TLV-C (ceiling) es aquel valor que no debe ser excedido nunca. Rebasar este límite puede incluso llevar a la muerte.

Los valores de TLV al ser umbrales nos indican el valor máximo con el cual no se presentan daños, pero existen factores que pueden modificarlos para cada individuo en particular, como serían la susceptibilidad, idiosincracia química y estados de salud y nutrición entre otros.

Los valores que se presentan en las tablas o libros pueden tener variaciones, dependiendo de algunos factores en la investigación, de ahí que sean sólo una guía para ayudarnos a conocer la toxicidad de los compuestos y podamos evaluar el riesgo que presentan las sustancias involucradas en los experimentos que realiza un estudiante de la facultad. De ahí que los maestros busquen, al preparar sus planes de trabajo en el laboratorio, reactivos que no presenten alto riesgo para la salud.

Grado de toxicidad.- Debido a la imposibilidad de considerar igual de tóxicas a todas las sustancias, se han clasificado de acuerdo al efecto que producen y a la dosis necesaria para producirlos, ver tabla (3).

TABLA (3) GRADO DE TOXICIDAD

|                             | *            | +              |
|-----------------------------|--------------|----------------|
| 1.- practicamente no tóxico | 15 g/kg      | 100 000        |
| 2.- ligeramente tóxico      | 5-15 g/kg    | 10 000/100 000 |
| 3.- moderadamente tóxico    | 0.5-5 g/kg   | 1 000/10 000   |
| 4.- muy tóxico              | 50-500 mg/kg | 100/1 000      |
| 5.- extremadamente tóxico   | 1-50 mg/kg   | 10/100         |
| 6.- supertóxico             | 1 mg/kg      | 10             |

\* las unidades son g o mg de sustancia entre kg de peso corporal

+ Las unidades son ppm en exposiciones de 4 horas

Riesgo.- A pesar del grado de toxicidad, que de por sí ya nos indica un peligro, lo más importante no es este valor sino el riesgo que se asocia a su uso. Entendiendo como tal la probabilidad de que una sustancia produzca un daño en condiciones específicas de uso, y se establece con diferentes grados de confianza, de acuerdo a lo que se desea obtener de dicho uso. Ante el riesgo que se presenta en el trabajo con sustancias peligrosas se deben imponer condiciones de seguridad, entendiendo a ésta como la probabilidad de que no se produzca un daño en el uso de una sustancia en condiciones específicas de uso. Por ello debemos conocer, tanto el efecto tóxico de las sustancias, como el riesgo que presentan ciertas técnicas y la frecuencia con que son usadas para disminuir los efectos adversos. Este es uno de los objetivos principales de todo programa de seguridad.

## CLASIFICACION DE LOS AGENTES TOXICOS

Para ayudar al alumno a reconocer los riesgos que presentan las sustancias peligrosas en el trabajo de laboratorio hay que clasificarlos de acuerdo a :

- Estado físico (sólido, líquido o gas).
- Composición química (hidrocarburo, alcohol, ácido).
- Uso (análisis, disolvente).
- Ambiente (laboratorio).
- Organo que afecta (hígado, riñón, pulmones).
- Grado de toxicidad (muy tóxico, ligeramente tóxico).
- Su efecto (carcinogénico, mutagénico).
- Mecanismo de acción biológica (inhibidores de grupos tior, agentes metahemoglobilizantes).

Teniendo en cuenta la carga de trabajo de los estudiantes y la imposibilidad de hacer una evaluación exhaustiva para cada uno de los reactivos, se puede realizar esta investigación al inicio de cada práctica o grupo de ellas, discutiendo los compuestos que presentan más riesgo para la salud, así como formar pequeños equipos que, anterior al trabajo experimental, expongan ante el grupo los resultados que son necesarios. Para este tipo de investigaciones se pueden usar libros como el Merck Index, los mismos frascos de las sustancias que se usan y también las tablas que publican los productores de reactivos químicos como Merck o la del IMP, que de hecho se encuentran en los laboratorios de primer ingreso. El trabajo anterior que se pueda hacer para prevenir un accidente o para conocer los posibles riesgos de un

experimento siempre será positivo, aún cuando, y es lo que se busca, nunca surja algún problema.

Exposición.- Es una medida del contacto entre la sustancia y el organismo, la intensidad de dicha exposición es función de la cantidad o concentración y de su duración. Existen otros factores que deben ser tomados en cuenta como las propiedades fisicoquímicas (solubilidad, presión de vapor, constante de ionización, reactividad química, estabilidad y tamaño), las condiciones de la experimentación (vía de administración, velocidad, dosis, vehículo) las funciones biológicas (absorción, distribución, especie, edad, sexo, peso, diferencias genéticas, estado de salud) y las ambientales (temperatura, humedad, hora, administración simultánea con otros agentes químicos, tensión).

Duración de la exposición y sus efectos.- La intoxicación puede variar no sólo en la dosis aplicada, sino en el tiempo en que se administra. Dependiendo del lapso de contacto y de los efectos que presentan, las intoxicaciones pueden ser clasificadas como agudas o crónicas (en algunos casos cabe una tercera clasificación intermedia, conocida como semiaguda).

La intoxicación aguda se produce por la administración de grandes dosis de un agente químico, en una o varias exposiciones, en un periodo menor a las 24 horas. Por lo general el paciente presenta síntomas muy poco después del contacto. Si un paciente ha estado expuesto a sustancias desconocidas debe considerarse como intoxicación aguda. Se debe averiguar inmediatamente cuál es la sustancia problema, primero preguntando a la misma víctima, y si le es imposible contestar averiguarlo ya sea con los que

trabajaban con él o buscando el frasco que contiene la sustancia que con mayor probabilidad causó el problema. Los primeros auxilios deben ser aplicados al mismo tiempo que se llama a los servicios médicos. Todo el personal de laboratorio debe conocer las técnicas básicas de primeros auxilios y también tener una responsabilidad específica en cada caso de necesidad (llamar al médico, aplicar algún antídoto, limpiar algún derramamiento). La capacitación en este renglón y la conciencia de grupo pueden ser en muchos casos la diferencia entre la vida y la muerte.

La intoxicación crónica se produce por pequeñas dosis del agente químico, administradas con cierta frecuencia durante periodos largos, pudiendo aparecer los síntomas inmediatamente después de cada aplicación o pasado un tiempo largo entre el contacto y las manifestaciones de la intoxicación.

Si se presenta el paciente con síntomas después de una exposición conocida, es necesario evaluar tanto la exposición (historia, concentración), como las complicaciones orgánicas (toxicidad intrínseca).

Si se presenta el paciente sin síntomas después de una exposición conocida, es necesario evaluar la intensidad y la posibilidad de que ocurra un deterioro asintomático en la función de ciertos órganos, para ello es conveniente investigar, de acuerdo al agente químico involucrado, el peligro que presenta.

Si se presentan síntomas que no responden a intoxicaciones conocidas se debe acudir inmediatamente al médico y ponerlo en antecedentes de los reactivos que manipula en el laboratorio, ya



que, aunque la intoxicación puede ser ajena al trabajo del laboratorio, el químico tiene mayor probabilidad de padecer enfermedades que casi cualquier otro profesionista.

En ocasiones los efectos de una intoxicación aguda y los de una crónica son completamente distintos, un claro ejemplo se ve con el tolueno, que produce daños a nivel neurológico en grandes dosis y daños renales y en sistemas enzimáticos después de dosis pequeñas pero continuas.

En el laboratorio químico es tan probable tener una intoxicación aguda como crónica, por ello los alumnos deberán tener en cuenta qué tipo de exposiciones se pueden presentar y cuál es la forma de evitarlos. Por ejemplo el contacto con disolventes carcinogénicos es mucho mayor en laboratorios de química orgánica, mientras que con metales pesados la frecuencia es mayor en laboratorios de química inorgánica.

#### RUTAS DE ENTRADA AL ORGANISMO

Un agente tóxico tiene tres rutas generales por las que puede introducirse a un organismo; la respiratoria (inhalación), la cutánea y la digestiva.

La vía respiratoria es la de mayor importancia en el trabajo de un laboratorio químico (el 90 % de las intoxicaciones industriales se dan por esta ruta), especialmente en el caso de sustancias sólidas y líquidas con presión de vapor apreciable (los gases pueden ser mucho más tóxicos pero su uso siempre implica más precauciones). Al entrar en el cuerpo pueden hacerlo en cualquiera de las siguientes formas: gas, vapor, aerosol,

polvo, humo o niebla. La solubilidad en agua es un factor importante para saber el lugar al que llega dentro del sistema respiratorio. Los gases que son muy solubles como el amoníaco o cloruro de hidrógeno, se disuelven fácilmente en las membranas mucosas y en la vía respiratoria superior, causando irritaciones en esos sitios. Los vapores menos solubles, como los nitrogenados, penetran más profundamente y lesionan especialmente los alveolos. Sustancias con valores intermedios de solubilidad como el cloro y el ozono causan irritación tanto en las vías respiratorias superiores como en los pulmones. Algunas sustancias como el monóxido de carbono no irritan el sistema respiratorio, sino que actúan en la sangre.

El tamaño de la partícula determina la posibilidad de entrar por esta ruta. Si el diámetro de la partícula es mayor a 10 micras el problema se desarrolla en la faringe o en la cavidad nasal (en este sitio se detiene aproximadamente el 50 % de las partículas mayores de 8 micras). Las partículas menores son llamadas respirables. Aquellas entre 1 y 5 micras se sedimentan en los bronquiolos, mientras tanto las partículas menores se difunden hasta los alveolos. El organismo se defiende de estas partículas arrojándolas hacia el exterior o introduciéndolas al torrente sanguíneo para que sean destruidas por el sistema linfático. Algunas especies químicas como el Berilio, la sílica y el asbesto se resisten y permanecen en los alveolos por mucho tiempo, produciendo irritación, inflamación, fibrosis y alergias, aunque algunos de ellos, como el óxido de fierro pueden

permanecer ahí por mucho tiempo sin que provoquen algún síntoma maligno.

La vía cutánea es aquella en la que el contacto se da en la piel, pudiendo actuar de cuatro formas distintas. La primera es cuando las películas lipídicas que recubren la piel detienen el avance. La segunda es cuando la sustancia reacciona con la piel y causa una irritación leve. En la tercera el agente tóxico penetra la piel y causa sensibilización. La última es cuando la sustancia penetra la piel y entra al torrente sanguíneo y ataca sistémicamente, como por ejemplo la anilina y el tetraetilo de plomo. La vía de entrada hacia la célula dérmica juega un papel importante en la absorción, debido a la superficie total que presentan. La intoxicación será más grave si de por sí la piel está dañada por irritaciones, inflamaciones o incluso alergias.

La vía por ingestión ocurre básicamente por alimentos o cigarros, de ahí que se descarte casi por completo la posibilidad por esta ruta, además las cantidades que se manejan en el laboratorio son lo suficientemente pequeñas para no afectar considerablemente. Lo que se debe hacer para evitarla es seguir las reglas establecidas (no pipetear con la boca, ni comer o fumar), y si acaso llega a suceder se tiene que avisar de inmediato a los servicios médicos y dejar en sus manos el problema. En la mayoría de los casos lo que toca hacer de primeros auxilios es provocar el vómito y dar de beber leche.

ESTA TESIS  
SALIR DE LA  
NO DEBE  
BIBLIOTECA

## EFECTO TOXICO

Es de suma importancia saber cuál es la acción que produce el agente tóxico dentro del organismo, a dicha acción se le llama "efecto". Los distintos efectos que se pueden presentar en un organismo son: efecto local, que ocurre en el lugar del primer contacto, efecto sistémico, que se presenta después de ser absorbido y distribuido en algún lugar distinto al de primer contacto. Pueden presentarse ambos tipos al mismo tiempo, por ejemplo el tetraetilo de plomo causa irritación en la piel, pero al introducirse al cuerpo llega a afectar al sistema nervioso central y al riñón. Efecto reversible es aquel que produce daños que pueden ser corregidos o reparados como las lesiones que se producen en el hígado con una intoxicación aguda de alcohol. El efecto irreversible es aquel que produce daños que no pueden ser reparados, por ejemplo la intoxicación crónica con tetracloruro de carbono, que produce daños irreparables al hígado.

**Alergia química.**- Es la reacción adversa producida por un agente químico como consecuencia de una sensibilización previa por dicha sustancia o alguna parecida.

**Idiosincracia química.**- Es una reactividad genética anormal a determinados agentes químicos.

**Mutagénesis.**- Es la capacidad de los agentes químicos de causar cambios en la naturaleza genética de la célula.

**Carcinogénico.**- Sustancia que induce la producción de tumores.

**Teratogénico.**- Sustancia que produce daños en el desarrollo del feto, por lo general en los primeros meses de gestación.

## INTERACCION DE AGENTES QUIMICOS

Si la intoxicación se produce por medio de dos o más sustancias, siempre hay interacción entre ellas. Estas interacciones pueden ser de tres tipos; aditiva, cuando el efecto total es la suma de los efectos individuales, como sería la intoxicación con dos insecticidas. Sinérgica, donde el efecto tóxico es mucho mayor que la suma de ambos efectos por separado, como el tetra cloruro de carbón con alcoholes o la misma aspirina con coca cola. Antagónica, ocurre cuando dos agentes químicos administrados juntos interfieren uno con el otro, ya sea compitiendo por algunos sitios comunes o por la producción de un nuevo agente con un grado tóxico distinto. Este tipo de interacciones explica el funcionamiento de los antidotos, utilizados para competir contra los venenos o disminuir sus efectos tóxicos.

## MECANISMOS DE ACCION DE AGENTES TOXICOS

Conocer la forma en que actúan los agentes químicos en el organismo puede resultar importante, sobre todo si se tiene en cuenta que delucidar este mecanismo puede llevar a la producción de antidotos o técnicas de salvación, ya sea para que reaccionen con dicho agente o para que compitan por el mismo sitio. A continuación se presentan algunos de los mecanismos más conocidos y que implican mayor riesgo.

Interferencia en el transporte de oxígeno.- El monóxido de carbono se combina con la hemoglobina (Hb) transformándola en carboxihemoglobina (COHb), la afinidad del CO con la hemoglobina

humana es cerca de 210 veces mayor que con el oxígeno, por lo que lo desplaza de la oxihemoglobina (HbO<sub>2</sub>). Un factor importante en el equilibrio químico de esta reacción es la concentración de los gases. Si el oxígeno está presente en un 20 % y el anhídrido en 0.1 % el equilibrio se desplaza hacia la producción de COHb y se interrumpe el transporte de oxígeno hacia los tejidos.

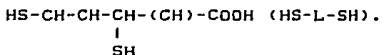
Algunos nitritos, como los de calcio, sodio y amilo, así como las anilinas y el nitrobenzeno producen la oxidación del Fe (II) a Fe (III) dentro de la hemoglobina, produciendo metahemoglobina, proteína incapaz de fijar el oxígeno.

Los efectos de óxido-reducción de estos compuestos no son del todo graves si se toma en cuenta que pueden ser utilizados en intoxicaciones con cianuros. Estos compuestos actúan a nivel de citocromos, combinándose con el Fe (III) de dichas enzimas, el cianuro no se combina ni con la hemoglobina ni con la oxihemoglobina, pero posee gran afinidad con la metahemoglobina (Fe III). Por esto mismo son utilizados estos compuestos, ya que transforman la Hb en metahemoglobina complejando al cianuro, terminando como cianometahemoglobina. Además el cianuro reacciona con el tiosulfato para producir tiocianato, que es eliminado del cuerpo por vía renal, de ahí que en intoxicaciones de este tipo se usen soluciones de nitrilos y tiosulfato.

Plomo.- Este metal ejerce su acción tóxica inhibiendo la síntesis del grupo hemo al bloquear algunas enzimas que trabajan a este nivel. Sin revisar detalladamente los procesos que intervienen en la producción de este centro enzimático, la

intoxicación con plomo puede ser detectada si se presentan algunos de los siguientes efectos: aumento de la protoporfina 1 X en eritrocitos, inhibición de la -aminolevulinicodehidratasa (ALAD) en los eritrocitos, eliminación urinaria de ácido aminolevulinico superior a lo normal.

Arsénico.- El As (III) se une a los grupos tioles de las proteínas para formar un complejo, así las enzimas cofactores que poseen dichos grupos son inhibidas. La más importante de ellas es la que ayuda en la descarboxilación oxidativa de los ácidos cetónicos (pirúvico). Este bloqueo se debe a que se combinan los grupos tioles del ácido lipóico cuya fórmula es



## INCENDIOS

Uno de los fenómenos que pueden producir un desastre dentro de un laboratorio químico es el de un incendio. Este se puede producir de muchas maneras y dañar a gran parte del sistema afectable. De hecho en cualquier otro sistema este riesgo siempre está latente, desde lugares en los que no tiene acceso el hombre hasta aquellos que le son indispensables o los que están densamente poblados. La sociedad ha creado toda una infraestructura para prevenir y combatir este tipo de problemas, para ello ha realizado una gran publicidad en contra de los incendios y ha llegado a tener un cuerpo especializado y técnicamente preparado para combatirlos y extinguirlos. El hecho

de considerar al laboratorio como nuestro objeto de estudio nos hace evidenciar que el riesgo de que se produzca un incendio es mucho mayor que en otras áreas, ya que aumenta considerablemente la cantidad de sustancias inflamables y el uso indiscriminado de energía, muchas veces en forma de llama abierta, siendo ambos elementos importantes para la producción del fuego.

El estudio de los incendios debe contemplar, como se ha visto a lo largo del presente trabajo, a los sistema perturbador y afectable y la relación que hay entre ambos.

Fuego.- Reacción rápida de un material combustible con una sustancia comburente- generalmente oxígeno- y un tercer elemento en forma de energía, desprendiendo gran cantidad de calor. Ambas sustancias deben estar en estado gaseoso.

Incendio.- Un fuego fuera de control.

El sistema afectable está constituido por todo el personal, y los reactivos que se encuentran en el laboratorio, especialmente aquellos inflamables como los disolventes orgánicos y el gas butano, así como todo el mobiliario que puede ser atacado por las llamas, como son las mesas, bancos y escritorios. Deben ser consideradas también todas las posibles fuentes de energía.

Para la producción del fuego y por tanto la de un incendio se deben unir tres elementos; el combustible, el comburente y una fuente de calor. Estos deben estar siempre presentes, por tanto si se desea producir o extinguir un fuego se tiene que considerar este principio, a veces llamado "triángulo del fuego .



**Combustible.-** Toda sustancia que es capaz de oxidarse con la presencia de fuego y oxígeno, generalmente son compuestos orgánicos, sólidos líquidos o gaseosos.

**Comburente.-** Sustancia oxidante, que permite la reacción de oxidación en cadena del combustible.

**Fuente de calor.-** Es el lugar donde se genera la energía suficiente para producir este tipo de reacción, normalmente es una llama abierta, pero puede presentarse de otras formas. La energía al inicio es suministrada por un agente externo, pero una vez iniciada la reacción se produce en cantidad suficiente para mantenerse sola.

#### CLASIFICACION DEL FUEGO

De acuerdo al tipo de combustible se distinguen cuatro tipos de fuego, éstos tienen distintas características y sobre todo se atacan de distinta forma.

##### FUEGO:

**Tipo A:** Es aquel producido por sólidos como madera, telas, papel o cartón. Al quemarse producen cenizas y son de combustión difícil.

**Tipo B:** Es aquel producido por líquidos, como disolventes orgánicos, gasolinas, aceites o pinturas.

**Tipo C:** Es aquel producido por material eléctrico, y por ello es doblemente peligroso, ya que al no saber combatirlo se corre el riesgo de sufrir descargas eléctricas o electrocuciones.

**Tipo D:** Es aquel que involucra metales alcalinos o alcalinotérreos, como sodio y magnesio. Estos metales deben estar

siempre anhídros, ya que la menor cantidad de agua puede producir una explosión, debido a la rápida oxidación de estos metales.

#### LÍMITE DE FLAMABILIDAD Y FLASH POINT (tabla 4)

Para que se produzca el fuego, de acuerdo al triángulo antes citado, es necesario que se alcancen ciertos niveles de concentración y temperatura. Dichos niveles nos dan una idea de qué tan peligrosa es una sustancia y bajo qué condiciones. De estos elementos cabe destacar los dos más importantes; límite de flamabilidad y flash point.

Límite de flamabilidad.- Si se introduce un alambre de platino caliente a una mezcla de aire que contiene 1 % de metano, se produce la oxidación del metano que se acerca al alambre, pero la reacción no va más allá, es decir que no se produce ninguna llama. Si por el contrario, se pone una mezcla de metano con 1 % de aire, el mismo alambre sólo reducirá al oxígeno que se acerque a él. Este fenómeno sucede debido a que hay límites de flamabilidad, fuera de los cuales es imposible que se produzca alguna flama. Estos límites siempre hacen mención de un valor máximo y uno mínimo de concentración del compuesto en aire, así que si se baja la concentración del compuesto el oxígeno estará en exceso y si se aumenta entonces será insuficiente. Tanto los valores como el rango entre ellos dependen exclusivamente de la naturaleza del compuesto.

Flash point.- El mayor peligro que presentan las sustancias orgánicas en relación al fuego es la capacidad que tienen para

formar vapores, ya que estos tienen una movilidad mucho mayor y pueden alcanzar una flama para reaccionar, si una de estas sustancias se calienta lo suficiente se produce una mayor cantidad de vapor, mismo que se combina con el aire para formar una mezcla flamable. A la temperatura a la cual esta mezcla se enciende se le llama "flash point". Esta temperatura depende también de la naturaleza del compuesto.

TABLA (4) Límites de flamabilidad y flash point.

| SUSTANCIA           | LÍM. DE FLAMABILIDAD<br>% DE VOLUMEN EN AIRE |      | FLASH POINT<br>C |
|---------------------|--|------|------------------|
|                     | Bajo   | Alto |                  |
| Metil amina         | 5.0  | 21   | -                |
| Etil amina          | 3.5  | 14   | -18              |
| Trimetil amina      | 2.0  | 12   | -                |
| Metanol             | 6.0  | 37   | 12               |
| Etanol              | 3.3  | 19   | 13               |
| isopropanol         | 2.3  | 13   | 12               |
| Formaldehido        | 7.0  | 73   | -                |
| Acetaldehido        | 4.0  | 55   | -38              |
| Acetona             | 2.6  | 13   | -20              |
| Metil etilcetona    | 1.8  | 11   | 7                |
| Acetato de metilo   | 3.2  | 16   | - 9              |
| Acetato de etilo    | 2.2  | 11   | 4                |
| Eter metílico       | 3.4  | 18   | -                |
| Eter etílico        | 1.9  | 48   | -45              |
| Oxido de etileno    | 3.0  | 80   | -18              |
| Cloruro de metilo   | 8.1  | 17   | -                |
| Cloruro de metileno | Prácticamente no inflamable                  |      |                  |
| Metano              | 5.0  | 15   | -                |
| Etano               | 3.0  | 13   | -                |
| Propano             | 2.4  | 9.4  | -                |
| Butano              | 1.9  | 8.5  | -                |
| Benceno             | 1.4  | 8.0  | -17              |
| Tolueno             | 1.3  | 7.0  | 4                |
| Hidrógeno           | 4.0  | 74   | -                |
| Amoníaco            | 16   | 25   | -                |

Formas de ignición en vapores flamables.- Los vapores no tienen mayor problema para incendiarse ya que generalmente al alcanzar una llama la reacción con el oxígeno (presente en el aire) se da inmediatamente, aún pequeñas chispas son suficientes. La mayoría de estos vapores son más densos que el aire, que tiene un peso molecular promedio de 29 g/mol, por lo que tienden a quedarse en la parte más baja como el suelo o en las mesas de trabajo, en ocasiones llegan a bajar de un piso a otro en un edificio. Normalmente la estela que dejan los vapores a su paso son continuas y al alcanzar la temperatura de ignición la flama producida se propaga hasta la fuente de vaporización. Esta forma de propagación debe ser considerada por el personal que trabaja en el laboratorio, por ello siempre se recomienda mantener separadas ambas fuentes; de combustible y de calor, a menos que el experimento así lo demande.

Debido a que el calor de una parrilla puede encender algunas sustancias, debe evitarse el calentar en ellas compuestos que son fácilmente inflamables. Para ello se utilizan las canastillas de fibra de vidrio, mencionadas en el capítulo anterior. En ocasiones se utilizan baños maría o de aceite para calentar, los primeros llegan a 90 grados y los segundos llegan a temperaturas mayores, en cualquier caso el alumno debe consultar al maestro para elegir el tipo de calentamiento que utilizará.

En ocasiones el peligro proviene de reacciones que se han salido de control, para evitar esto se debe tener en cuidado de cada paso en la reacción, observar todos los cambios, ya sea de apariencia o de temperatura, para poder actuar a tiempo.

Incrementos en la temperatura, producción de humos en exceso o un cambio brusco en el aspecto de los reactivos es motivo suficiente para pensar que hay problemas. Si se detecta alguna de estas anomalías se debe desconectar inmediatamente la fuente de calor (gas o electricidad) y en ocasiones enfriar rápidamente. Ante cualquiera de estas situaciones es necesario actuar segura y rápidamente, sin perder el control de uno mismo.

### EXPLOSIONES

Una explosión es una reacción química extremadamente rápida que desprende una gran cantidad de calor. Esta cantidad de energía es muy grande y viaja en todas direcciones. En un laboratorio puede ser producida por polvos, gases o gases licuados, incluso en ocasiones el almacenamiento prolongado de algunas sustancias pueden producir explosiones (como los peróxidos) aun con pequeños movimientos o ligeros calentamientos.

### CONTROL DEL FUEGO

Como se ha mencionado, para que un fuego se produzca y permanezca deben coincidir los tres elementos del triangulo, en las cantidades o concentraciones suficientes. Si lo que se desea es extinguir algún fuego lo primero que hay que hacer es romper la interacción entre ellos. La eliminación de la fuente de calor es casi imposible una vez que el fuego ha comenzado, ya que la misma reacción libera la energía suficiente para mantenerlo vivo, así que esta medida sólo puede ser tomada "antes" de que se produzca, y por esto se convierte en una medida de protección.

La remoción del combustible también resulta inoperante en principio, ya que la temperatura que alcanza evita que se pueda llegar a él, en este sentido lo único que se puede hacer es quitar el combustible que no ha sido alcanzado por el fuego.

La disminución de la concentración del oxígeno es quizás la técnica más utilizada para extinguir algún incendio, por ello si éste se cubre con una tela no combustible o se usa un extintor se disminuye drásticamente la concentración del comburente y el fuego se apaga.

#### AGENTES EXTINTORES

Existen sustancias que nos ayudan a combatir incendios, ya sea por disminuir la concentración de oxígeno o por evitar la formación de intermediarios en la reacción. Algunos son tan sencillos como el agua. El conocimiento de estas sustancias nos ayuda a combatir con precisión cada uno de los tipos de incendio que pueden existir.

Agua.- Se puede utilizar para incendios tipo A. Sus características fisicoquímicas (capacidad caloríficas, punto de ebullición) lo hacen el agente extintor ideal para este tipo de incendios, pero por otro lado lo hace inútil e incluso peligroso para los otros tipos. Su uso en el laboratorio es muy restringido ya que la mayoría de fuegos que se presentan ahí no son del tipo A.

Gases comprimidos.- Son gases inertes que se utilizan para bajar la concentración del oxígeno del aire, y sirven para incendios tipo A y B. El más común es el CO<sub>2</sub> ya que su costo es

muy bajo, no deja residuos, no daña el equipo eléctrico y puede enfriar con facilidad. Debido a que este gas es tóxico debe ser usado sólo en áreas poco ocupadas.

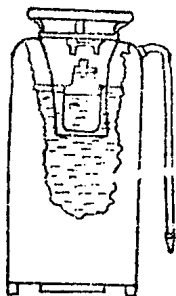
Polvo químico seco.- Pueden contener bicarbonato de sodio o potasio, polvo fino de mármol y talco, también contienen sulfato de amonio o potasio y cloruro de potasio. Estos polvos están finamente pulverizados y secos, sofocan las llamas casi inmediatamente debido a que inhiben la reacción en cadena. Debido a que no enfrían es conveniente usar agua una vez extinguido el fuego. Su eficiencia es mucho mayor en incendios tipo B y C, sobre todo si son producidos por grasas y aceites, aunque también llegan a ser usados en incendios tipo D.

Halones.- Se usan derivados del metano, mas densos que el aire, como el  $\text{CFBrCl}$  (líquido) y  $\text{CFBr}_3$  (gas). Son inestables a altas temperaturas, produciendo radicales que inhiben la reacción.

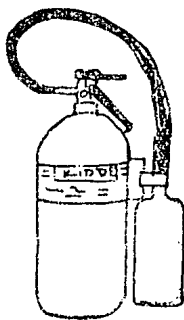
#### EXTINTORES\*

Estos son los aparatos más accesibles para el combate de incendios. Su uso es sencillo, pero debe ser perfectamente conocido por el personal que trabaja en el laboratorio. Debido al peso que tienen y a la forma de ser utilizados es conveniente que se le dediquen algunas sesiones de práctica para que todos sepan utilizarlo en casos de necesidad.

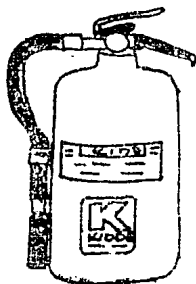
Existen dos tipos de extintores (fig 24); los presurizados, que tienen la presión almacenada junto al agente extintor y los no presurizados, que tienen un compartimento donde se almacena un



agua



bióxido de carbono



polvo químico seco

Figura 24

Extintores

\* El uso de la palabra extinguidor es muy común, pero el nombre correcto de dicho aparato es extintor. Aunque gramaticalmente es incorrecto, estas palabras se usan indistintamente para referirse al mismo instrumento.



gas (generalmente nitrógeno), que al ser activado el cartucho se une al agente extintor y le permite la salida a presión.

El uso de los extintores varia en cada tipo y modelo, pero existen algunos pasos comunes:

- 1.- Quitar el seguro y remover la manguera del sujetador.
- 2.- Apuntar con la manguera a la base del fuego con una mano mientras se sostiene el extintor en la otra.
- 3.- Apretar la palanca para que el agente extintor combata el fuego.
- 4.- Descargar la cantidad de materia suficiente para que el fuego se apague, con un movimiento de abanico.

Se deben tener dos extintores de apoyo mientras uno empieza a combatir el incendio, ya que si todos se usan al mismo tiempo puede producirse tal nube de polvo en la que se perdería la visibilidad y el control. La persona que use el extintor deberá colocarse a 2 ó 3 metros de distancia o más si se esparce el combustible y desde un lugar en el que el viento le sea favorable (generalmente debe dar en la espalda). Mientras se combate el incendio con los recursos propios del laboratorio alguien debe llamar a la estación de bomberos. Al ser activado un extintor produce un fuerte ruido, el cual debe ser familiar a quien lo usa para evitar sorpresas.

## CAPITULO 5

### QUEMADURAS

Las quemaduras son uno de los accidentes más comunes en los laboratorios químicos y se deben principalmente al contacto con objetos calientes o con sustancias corrosivas como ácidos y bases, o a choques eléctricos.

A pesar de que existen varios tipos de quemaduras, tanto en su origen como en su gravedad, se pueden generalizar como lesiones en la piel u ojos en los que se manifiesta una falta de integridad a nivel de tejidos u órganos.

Debido a la naturaleza de las quemaduras y a la forma en que se presentan, es conveniente definir al conjunto de personas que trabajan en el laboratorio como el principal elemento del sistema afectable y a todas las posibles fuentes de calor, así como a todas las sustancias, corrosivas e inflamables como el sistema perturbador.

Como en casi todos los accidentes de laboratorio, las quemaduras se producen con agentes que son de uso corriente en el trabajo cotidiano y que no se pueden suprimir. La importancia de esto radica en que no debe evitarse el contacto con estos agentes sino hacerlo de una forma adecuada y técnicamente correcta, evitando cualquier evento que se escape de nuestras manos y cuidando nuestra integridad, la de los demás y la del laboratorio

en su conjunto. Para ello hay que saber calentar sustancias, verterlas etc (ver cap III) y tener conocimiento de cómo combatir siniestros (cap IV).

Las quemaduras son quizás los accidentes más difíciles de tratar una vez que se han realizado, ya que las heridas dejan cicatrices de por vida y el tratamiento debe ser realizado en forma adecuada desde el principio (de ahí la importancia de los primeros auxilios) hasta que se da de alta al paciente. Además de que hay poco personal capacitado para este trabajo.

Toda persona que corre algún riesgo de quemaduras debe ser consciente de que el daño será mayor a: mayor temperatura, mayor tiempo de exposición, menor distancia, mayor densidad y adhesividad de los líquidos, mayor desprendimiento de humos, mayor intensidad de corriente. Por esto mismo se debe analizar cada una de las técnicas que se realizan continuamente y procurarse la protección debida. La evaluación de riesgos debe hacerse antes de realizar el experimento y debe ser de carácter preventivo.

Como se ha insistido a lo largo del presente trabajo, no es suficiente detenerse en las medidas preventivas sino conocer la forma de combatir los problemas cuando se presentan. Para ello es necesario conocer técnicamente una quemadura y cuál es la forma de combatirla a nivel de primeros auxilios.

Las consecuencias de una quemadura dependen mucho del agente que las causa, pero sobretodo de la profundidad que alcanza. Para facilitar su estudio y hacer un diagnóstico correcto se debe

tener en cuenta qué penetración presenta. Para ello se han clasificado de la siguiente forma:

Quemaduras de primer grado; producen vasodilatación y afectan la capa córnea y producen un eritema.

Quemaduras de segundo grado; producen vesiculación en la capa córnea, hasta la destrucción de la dermis, producen un flictema.

Quemaduras de tercer grado; Producen destrucción de la piel y los tejidos subyacentes, producen una escara.

En algunos casos esta clasificación no es suficiente y por ello algunos médicos prefieren hacer esta clasificación de seis grados y no de tres. Para los fines del presente trabajo la clasificación anteriormente expuesta es suficiente.

Cuando un paciente ingresa a los servicios médico por una quemadura se realiza un estudio etiológico en el que importa el tipo de agente que la causó y algunas de las condiciones del accidentado, ésto es para elaborar un tratamiento correcto. El estudiante de química debe conocer estos factores para evitar algunas quemaduras y saber que está indicado y qué contraindicado en el tratamiento, sobre todo en el momento del accidente.

#### Estudio y descripción de las lesiones.

1.- Extensión. El cuerpo humano se divide, según la superficie de la piel, en 9 porciones que cubren el 9 % c/u del total (regla del 9). Ver fig (25). Si la quemadura llega a cubrir de un 18 a un 20 % o más, se le llama "gran quemado" y se necesita internar al paciente,

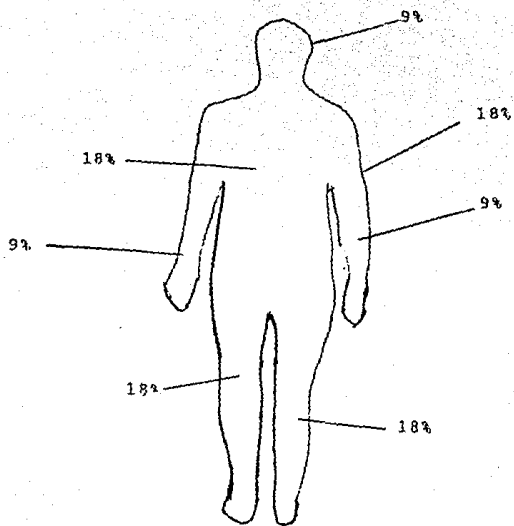


Figura 25

Regla del 9

Agente físico.-

Energía térmica (fuego,  
líquido hirviendo)  
Energía eléctrica  
(electrocución)  
Energía lumínica (rayos  
laser, UV e IR)  
Energía mecánica  
(dermoabsorción)  
Energía nuclear  
(radiante)

Diagnóstico Etiológico

Agente Químico.-

Ácidos (orgánicos e  
inorgánicos)  
Bases (sosa, potasa)  
Tóxicos (intoxicación  
por humos y gases)

Edad

Peso corporal

Estado de nutrición y de salud

Lesiones asociadas (fracturas, contusión, heridas, hemorragias,  
obstrucción de vías respiratorias).

2.- Profundidad. Evaluar si la quemadura es de 1, 2 ó 3 grado.

3.- Localización. Cabeza  
Cuello  
Vías respiratorias  
Manos  
Pliegues de flexión  
Periné o genitales

En algunos casos será necesario que el paciente ingrese en algún centro médico, para ello los criterios a seguir son los siguientes; extensión total de la quemadura mayor a 16%, que la mitad de la o las quemaduras presenten una profundidad de tercer grado y las producidas por electricidad o por sustancias químicas.

#### HERIDAS Y LESIONES

Las heridas o lesiones son los daños que sufre el cuerpo por factores externos. Pueden ser abiertas o cerradas. Las primeras pueden ir acompañadas de infecciones, contaminación o hemorragias, las segundas a veces van acompañadas de fracturas o problemas con órganos internos.

#### Tipos de heridas.

Contusión, resultan del impacto con objetos, a pesar de que piel está intacta, pueden presentarse problemas por aplastamiento de los tejidos internos. Es frecuente la aparición de hematomas (moretones). El problema que acarrea depende del golpe recibido y del órgano afectado.

Herida abierta, es aquella en la que la piel está rasgada o cortada. Existen cuatro tipos de heridas abiertas. Abrasión, la más superficial y por lo tanto la menos grave, sólo se presenta un pequeño desprendimiento del tejido epidérmico sin que haya penetración en las demás capas cutáneas. A pesar de que no presenta mayores riesgos es prudente lavar perfectamente la herida. Cortada, producida por objetos cortantes o filosos, depende de la profundidad y del órgano afectado, generalmente produce sangrado. Laceración o herida desgarrada, es causada por un objeto lo suficientemente filoso para desgarrar parte del tejido, tienden a cerrar y formar coagulo antes que las cortadas, es difícil observar si hay algún tipo de lesión en los tejidos. Heridas penetrantes, resultan de la penetración de la piel o mucosa con un objeto punzante, por la abertura que presenta es casi imposible conocer la profundidad, ya que hay objetos largos que pueden penetrar por orificios muy pequeños.

#### EFECTOS NOCIVOS

Las lesiones por contusión no presentan problema de infección ni contaminación, pero si el golpe fue suficientemente extenso puede seccionar alguno o algunos órganos, por lo que se necesitará una intervención quirúrgica. En ocasiones también se acompaña de fracturas, que deben ser tratadas de inmediato por personal capacitado.

Una de las consecuencias más graves de las heridas abiertas es la hemorragia. Existen dos tipos de ellas, la arterial y la venosa, siempre la primera presenta mayor peligro y se puede



reconocer por su color rojo vivo, en contraste con el rojo oscuro o azulado que tiene la venosa. La pérdida de sangre es peligrosa y puede ser mortal si llega a la mitad del volumen total. Aproximadamente el 8 % del peso corporal es sangre.

Las fracturas abiertas o compuestas son cuando la piel y los tejidos son desgarrados y se establece contacto con el exterior. En este caso se presentan varias lesiones simultáneamente y es necesario que el paciente sea trasladado a un quirófano inmediatamente.

Las heridas a órganos específicos se pueden presentar junto con una herida abierta, ya que el objeto que se introduce al cuerpo puede lesionar a dicho órgano, por lo general este tipo de accidentes debe ser tratado en un quirófano.

#### INFECCION

Las infecciones se producen por el contacto de microorganismos, presentes en casi todos los medios y por lo tanto en contacto con la herida. Depende del estado de limpieza, del objeto punzante y de la piel, así como de los primeros auxilios, si la infección es severa o no.

#### TRATAMIENTO DE LAS HERIDAS

Lesiones por contusión; el tratamiento consiste en la aplicación de compresas frías para detener el sangrado y la aplicación de un vendaje a presión. Es necesario guardar reposo. Una vez que se ha producido el accidente en el laboratorio, lo que corresponde es la aplicación de las compresas y llamar una ambulancia. Si la lesión no es muy grande es suficiente que vaya

a la enfermería.

#### Heridas abiertas.

Las abrasiones se tratan solamente limpiando la zona afectada y cubriendo con un apósito (gasa o venda). De ser necesaria la aplicación de antibióticos deberán ser suministrados por un médico.

Las heridas profundas pueden producir una gran pérdida de sangre, por eso lo primero que hay que hacer es detener la hemorragia. Para ello hay tres métodos: a) Aplicación de una gasa a presión, ayudado con la mano o dedo por varios minutos. b) Compresión de la arteria por arriba de la herida. c) Aplicación de un torniquete. En ocasiones conviene elevar la parte afectada por arriba de la cabeza, sobretodo si es un hemorragia venosa. Aquello que se coloque en las heridas debe estar perfectamente limpio y estéril. Si la hemorragia es muy grande puede correrse el riesgo de la infección con tal de detener el flujo, siguiendo el orden propuesto (a,b y c). El torniquete debe ser aplicado correctamente ya que llega a ser peor hacerlo mal que abstenerse de aplicarlo. Una vez detenido el flujo no deben quitarse los coágulos existentes ya que podría iniciarse otra vez.

## CAPITULO 6

### PRIMEROS AUXILIOS

Debido a las características de los accidentes en un laboratorio químico es imposible contar con un equipo médico especializado para cada uno de ellos. A pesar de estas limitaciones, la rapidez que se requiere para combatir los problemas que traen consigo hace evidente la necesidad de que los implicados (maestros, alumnos y trabajadores) sepan defenderse, al menos hasta que se esté en manos más competentes. Este es la idea que fundamenta la necesidad de que toda persona que trabaje en un laboratorio, o cualquier otro centro de alto riesgo, tenga los conocimientos mínimos de primeros auxilios. Así como hemos enfatizado que el conocimiento de las técnicas o rutinas de trabajo y las posibles calamidades que se presentan en el laboratorio es una necesidad para evitar un posible impacto sobre nuestro sistema afectable, ahora lo hacemos recalcando la necesidad de restablecer dicho sistema una vez que no se pudo evitar el desastre. En otras palabras, es tan importante saber evitar un accidente como combatirlo cuando se presenta.

La capacitación de los alumnos en primeros auxilios no evita que se presenten los accidentes, pero si disminuye el riesgo de que acarren problemas serios. La aplicación correcta de estas técnicas puede llegar a ser la diferencia entre la vida y la

muerte. Además es importante que se sepa discernir entre las diferentes alternativas, ya que una equivocación en la elección o aplicación de la técnica puede ser más dañina que dejar a la víctima como estaba. Un estudiante que aplique los primeros auxilios deberá hacer lo que sabe y lo que le está autorizado y no intentar hacer nada más. El trabajo posterior siempre lo realiza un médico capacitado y es a él a quien se le deben facilitar todos los medios para que salve a la víctima.

Los primeros auxilios, como su nombre lo dice, son todas las técnicas que ayudan al paciente a conservar un estado de salud estable hasta que llegue a recibir un tratamiento especializado. El papel fundamental de dichas técnicas es conservar la vida y para ello es necesario mantener todos los signos vitales en un estado al menos suficiente. Los pasos que deben darse en orden de importancia, es decir primero aquellos que implican mayor riesgo inmediato contra la vida. Por ello se recomienda la siguiente secuencia:

- 1.- Descubrir si el paciente respira, si no lo hace es necesario aplicarle respiración artificial.
- 2.- Ver si la víctima presenta hemorragias. En caso de haberlas detenerlas.
- 3.- Buscar signos de fractura o choque.
- 4.- Si la víctima está conciente hablar con ella para obtener información de sus dolores y heridas.
- 5.- Si la lesión lo requiere, una persona deberá llamar al médico o a una ambulancia, si se está solo se llamará una

- vez que se halla terminado de aplicar las medidas urgentes.
- 6.- Aflojar la ropa apretada, en especial cuello y cintura. Si tiene anillos o aretes le serán quitados, así como todo lo que pueda estorbar (llaves, plumas).
  - 7.- Trabajar rápido, con firmeza y seguridad, sin causar lesiones al paciente.
  - 8.- Si hay vómito agachar la cabeza y dirigirla hacia un lado para evitar problemas de obstrucción o aspiración.
  - 9.- No darle de beber a una víctima inconciente. Si no lo está se le puede dar de beber sólo si se está seguro de que no necesitará alguna operación.
  - 10.- Mantener a la víctima acostada, quieta y con buena temperatura.
  - 11.- Si hay fractura o sospechas debe ser movido con extremo cuidado, habiendo fijado la parte afectada con una tabla o similar.

## LESIONES

### Quemaduras

Rescate del fuego.- El aire que está cerca del suelo es el mejor, si es necesario sacar a alguien de un laboratorio lleno de humo, lo mejor es entrar arrastrándose llevando un pañuelo húmedo en la boca. Simultáneamente se debe llamar a los bomberos. Si se ha captado fuego en la ropa, es necesario tirarse al suelo y revolcarse de tal forma que se extingan las llamas. Hay que recordar que una herida por quemadura, la intoxicación por el monóxido de carbono y el pánico son una mezcla que hace actuar

incoherentemente a la víctima.

En una quemadura los primeros auxilios se deben enfocar a aliviar el dolor y evitar infecciones. En quemaduras graves debe ser transportado de inmediato con un médico. En quemaduras sencillas se debe poner de inmediato la parte afectada en agua fría y limpia, ya que esto proporciona alivio e impide lesiones en los tejidos profundos. Posteriormente se le aplican toallas empapadas en agua con hielo. La herida debe ser cubierta tan pronto como sea posible, sin que se apliquen estimulantes, medicamentos o remedios caseros. Es de suma importancia tranquilizar al paciente ya que este tipo de accidentes producen una tensión muy grande.

#### Quemaduras por sustancias químicas

Las quemaduras producidas por ácidos o bases deben ser lavadas de inmediato con abundante agua, si la cantidad de sustancia que entró en contacto con la piel es muy grande se debe remover en la regadera del laboratorio y de ser necesario se le quitará la ropa al paciente. Si la herida es de poca importancia se lava con agua y jabón y se venda con algún tipo de gasa estéril. La aspirina suele ser útil para aliviar el malestar general. Es frecuente que al surgir una quemadura de esta naturaleza (ácido o base) se busque "neutralizar" la sustancia. Dentro del contexto de un accidente esto es más bien una imprudencia que un remedio efectivo, ya que además del calor que se produce nunca se podrá calcular la cantidad exacta que hay que agregar.

Cuando se presentan contactos entre algunas sustancias químicas y la piel se producen lesiones parecidas a las que ocurre con el calor. Se debe remover la mayor cantidad de sustancia posible y posteriormente lavar con abundante agua y jabón. Si hay ropa en contacto se debe quitar. Dependiendo de la superficie en contacto se usa la regadera o la tarja.

En ocasiones, además de la quemadura se presenta una intoxicación debida a la inhalación de los vapores de la sustancia en cuestión, por lo que es importante evaluar esta posibilidad.

La aplicación de ungentos después de la quemadura es frecuente pero a veces innecesaria o contraindicada, por lo que sólo será aplicada por el médico.

#### Electricidad

Las lesiones por electricidad pueden ser muy variadas, desde aquellas que sólo producen un leve hormigueo hasta las que ocasionan la muerte. Debido a que las lesiones de este tipo se producen con mayor gravedad en el interior del cuerpo es necesario que la víctima reciba tratamiento médico especializado. Si se nota una falla en la respiración se le dará respiración artificial. Si el corazón falla se le dará masaje cardiaco. El rescate de la víctima debe ser realizado rápidamente y sin tener contacto con la corriente eléctrica, ya que el rescatista puede lesionarse. Si hay lesión externa se cubre con una gasa limpia y la víctima se lleva inmediatamente con el médico.

## INTOXICACIONES

Cuando una persona se intoxica en el laboratorio, lo primero que hay que hacer es reconocer al agente tóxico o veneno, principalmente por información de la misma víctima. Una vez identificado es importante diluirlo con grandes cantidades de agua (o algún otro líquido) o desecharlo, produciendo el vómito, ya sea con agua tibia y salada o estimulando la parte posterior de la faringe (con el dedo o abatelenguas). Los casos en los que el vómito está contraindicado es con ácidos, bases y algunos hidrocarburos, ya que se pueden producir lesiones serias si la sustancia regresa por la misma vía por la que entró.

Generalmente es conveniente administrar claras de huevo, leche o una mezcla de ambos. También el antidoto universal es un buen remedio, sobretodo si el veneno es desconocido o se ignora el antidoto específico, éste se prepara con un poco de carbón activado, ácido tánico e hidróxido de magnesio. El carbón absorbe las sustancias (como fenol, estriquina), el ácido tánico precipita los alcaloides y el hidróxido de magnesio neutraliza a los ácidos. La dosis recomendada de este antidoto es de 15 gramos.

Se debe evitar el choque, impidiendo que la víctima se enfríe y dándole respiración artificial. Debe ser llevado al médico lo más pronto posible.



## CONCLUSIONES

La seguridad en un laboratorio químico es una necesidad ante la evidencia de que los accidentes se presentan en ellos. Por ésto se debe formar al alumno a que cuide su integridad, la de los demás y al laboratorio en general.

Un estudiante debe procurar siempre: 1.- Evitar cualquier accidente, teniendo en cuenta las reglas de trabajo y conociendo las técnicas que usa, así como el riesgo que presenta el material que manipula y las sustancias que usa. 2.- En caso de que no se pueda evitar el accidente, combatirlo con las técnicas específicas de rescate, como combate de incendios, primeros auxilios contra una intoxicación, entre otros. 3.- Ayudar a restablecer el funcionamiento normal del laboratorio y conducirlo a un estado normal.

Para lograr estos fines es importante que las autoridades mantengan las condiciones adecuadas en lo que a seguridad se refiere, apoyando la capacitación de los alumnos y manteniendo la infraestructura necesaria en todos y cada uno de los lugares de trabajo. Se ha visto que la Facultad de Química carece de algunos elementos indispensables para ello, como: lavaojos, recipientes de desecho de productos y algunos instrumentos de seguridad como mantas contra incendios, o el mal funcionamiento de algunos de los que están colocados, como campanas y salidas de emergencia.

La seguridad en el trabajo con sustancias peligrosas es mucho más importante de los que muchas personas piensan. En el presente trabajo se ha hecho énfasis en la necesidad de capacitar a los futuros químicos desde el inicio de su carrera, pero es importante reconocer también que este objetivo tiene el fin de favorecer un trabajo eficiente dentro de una vida profesional, ya que la responsabilidad que se llega a alcanzar es sumamente alta.

La industria química en ocasiones ha puesto gran interés en este aspecto y los resultados han sido buenos, pero en ocasiones, a pesar de los esfuerzos realizados, la publicidad y la capacitación que se les dá a los trabajadores, se llega a tener problemas que trascienden como tragedias mayores. Tal es el caso de la explosión en la planta de gas en San Juan Ixhuatepec, que a pesar de muchas precauciones causó la muerte de muchas personas. Cabe señalar que en este accidente se pudo haber evitado un gran número de muertes aun sin evitar la explosión, con lo que se demuestra claramente la necesidad de planear la seguridad objetivamente, sin favoritismos políticos o ideológicos y que vea globalmente por el sistema afectable en función de los posibles sistemas perturbadores. No puedo ver mayor justificación para actuar con seguridad en todo momento y muy especialmente en el manejo de sustancias peligrosas que la evidencia de que en ocasiones la diferencia es la vida o la muerte. Es importante que se revise la política en este aspecto y se preste más atención a ello. Para ello propongo los siguientes puntos:

- 1.- Llevar a cabo cursos de seguridad desde el principio de la carrera, uno al ingresar a la Facultad y otro a la mitad del programa de estudios.
- 2.- Efectuar simulacros de incendio y evacuaciones al menos dos veces al semestre.
- 3.- Capacitar pequeños grupos en cada laboratorio para actuar en caso de desastre, teniendo cargos específicos para no repetir tareas.
- 4.- Promover conferencias con médicos, bomberos e ingenieros para fomentar una formación amplia y eficiente.
- 5.- Hacer revisión de salidas de emergencia, campanas, regaderas, extinguidores, etc., al menos una vez al semestre, donde los mismos alumnos participen.
- 6.- Promover la elaboración de carteles donde se haga énfasis en aspectos de seguridad y en el cuidado ecológico que se deben tener al trabajar con sustancias peligrosas.
- 7.- Promover compras masivas de lentes de seguridad o goggles (de buena calidad) para que todos los alumnos puedan adquirirlos a precios accesibles.
- 8.- Hacer los estudios técnicos y económicos para introducir en todos los laboratorios recipientes de desechos y lavaojos.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 Departamento de Química Inorgánica y Nuclear. Química General, laboratorio y taller. División de Química, Facultad de Química UNAM México 1986.
- 2 Carranza, F.V.J. Seguridad en el laboratorio químico. Tesis UNAM 1983.
- 3 Corkern, W.H. and Munchausen, L.L. Safety in the chemistry laboratories: a specific program. J Chem Ed. 60 11 A296 1983.
- 4 Kaufman, J.A. Laboratory safety guidelines: 40 steps for a safer laboratory. J Chem Ed. 64 2 161 1987.
- 5 Green, M. E. and Turk, A. Safety in working with chemicals. Mc Millan Publishing Co, inc. USA 1978.
- 6 Fawcett, H.H. and Wood, W. Safety and accident prevention in chemical operations. John Wiley and sons. USA 1965.
- 7 The General Safety Committee of the Manufacturing Chemist's Association inc, Guide for safety in the chemical laboratory. D Van Nostrand Company Inc. USA 1954.
- 8 Hazards in the chemical laboratory. Ed by Bretherich L. 3 ed. England 1981.

- 9 Steere, N.V. Safety in the chemical laboratory Vol 1,2 and 3. J Chem Ed. USA 1971.
- 10 Hellman, M.A., Savage, E. P. and Keefe, t.J. Epidemiology of accidents in academics chemistry laboratories. Part 1, Data survey. J Chem Ed. 63 11 A267 1986.
- 11 Sierra, G., Terán, A. y Gelman, O. Planes de atención de emergencia y reducción de riesgos ante el manejo de sustancias peligrosas en el campus universitario. II informe interno, UNAM México 1986.
- 12 Gelman, O., Terán, A. y Sierra, G. Organización y planeación para la seguridad y la salvaguarda en la ciudad universitaria. Informe interno. II, UNAM México 1986.
- 13 Gelman, O y Negroe, G. La planeación como un proceso básico en la conducción. Revista de la Academia Nacional de Ingeniería 1 253 1982.
- 14 Gelman, O. y Macías, S. Desastres y su pronóstico. Boletín del Instituto Mexicano de Planeación y Operación de Sistemas 69 1 1983.
- 15 Diccionario enciclopédico UTHEA. Tomo 3.
- 16 Ayres, G. H. Análisis químico cuantitativo. Ed Harla, México 1981.
- 17 Calmet, F.J. y García, M. J. Manual practico del laboratorio químico y farmacéutico. Ed Pracma España 1979.

- 18 Departamento de Química Inorgánica y nuclear. Manual de laboratorio de Química General. Departamento de Química. Facultad de Química UNAM 1986.
- 19 De Reamer, R. Modern safety practices. John Wiley and sons inc. USA 1958.
- 20 Fernícola, N. A. y Jauge, P. Nociones básicas de toxicología IPN México 1985.
- 21 Filov, V. A., Golubev, A. A., Livblina, E. I. and Tolokontsev, N.A. Quantitative toxicology, selected topics. John Wiley and sons. USA 1979.
- 22 Dreisbach, R. H. Manual de toxicología clínica: prevención, diagnóstico y tratamiento. 5 Ed. Editorial El Manual Moderno México 1984.
- 23 Proctor, N. H. and Hughes, J. P. Chemical hazards of the work place. J.B. Lippincott Company USA 1978.
- 24 González, U. M. Quemaduras humanas: tratamiento integral. Ed Interamericana México 1960.
- 25 Román, C. J. y Villaseñor, A. R. El manejo integral del paciente quemado. Hospital Rubén Leñero. IPN México 1982.
- 26 Cole, W. H. Primeros auxilios y enfermos y heridos. Ed. Interamericana México 1976.
- 27 Castillejos, S. A. Selección de instrumentos para medir

volumen. Video tape. Facultad de Química, UNAM 1981.

28 Castillejos, S. A. Material y aparatos básicos de un laboratorio. Video tape. Facultad de Química, UNAM 1981.

29 Noguera, R. M. Prevención de accidentes de laboratorio. Video tape. Facultad de Química, UNAM 1981.

30 Noguera, R. M. Control de accidentes de laboratorio. Video tape. Facultad de Química, UNAM 1981.

31 Didacta. Técnicas básicas de un laboratorio. Video tape. Facultad de Química, UNAM 1978.

32 Gutiérrez, P. J. La balanza analítica. Diaporama. Facultad de Química UNAM.

33 Capitán Santos Cervantes Pérez, estación de bomberos, UNAM. Información personal, mayo 1988.