

24.5



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

PROPUESTAS PARA MEJORAR LOS ASPECTOS DE SEGURIDAD EN LOS LABORATORIOS DE ENSEÑANZA EXPERIMENTAL DEL AREA DE QUIMICA EN LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN,

T E S I S

Que para Obtener el Título de:

QUIMICO

Presenta:

Renato Joel Reyes Hernández



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

1.	INTRODUCCION-----	1
2.	GENERALIDADES SOBRE ASPECTOS DE SEGURIDAD-----	3
2.1	Seguridad Industrial-----	3
2.2	Seguridad en los Laboratorios de Enseñanza Experimental en la FESC.-----	4
3.	PROPUESTAS PARA MEJORAR LOS ASPECTOS DE SEGURIDAD LN LOS LABORATORIOS DE ENSEÑANZA EXPERIMENTAL DEL AREA DE QUIMICA DE LA FESC.-----	5
3.1	Información-----	5
3.2	Vialidad-----	6
3.3	Ventilación-----	8
3.4	Señalización-----	15
	Señales de Identificación sobre Peligros a la Salud-----	16
	Señales de Identificación de Peligros de Flamabilidad-----	17
	Identificación de Reactividad (Estabilidad)-----	20
3.5	Conocimientos Necesarios de Primordial Im- portancia en la Prevención de Accidentes-----	27
	Peligros Químicos y Biológicos-----	27
	Polvos-----	30
	Prevención de Fuego-----	31

3.6	Peligros de Sustancias Químicas Comunes en el Laboratorio-----	35
3.7	Manejo de Sustancias Químicas y otros Materiales-----	43
	Manejo de Desperdicios de Sustancias Químicas-----	48
3.8	Almacenes Específicos-----	52
	Medidas de Precauciones para Almacenar cada Clase de Productos Químicos-----	58
	Derrames de Sustancias Químicas-----	63
	Inventario Químico-----	66
4.	Conclusiones-----	69
	Reglamento General-----	69
	Manual de Seguridad (Anexo I)-----	71
	Prueba de Seguridad (Anexo 2)-----	76
	Las 10 Reglas Básicas de Seguridad en el Laboratorio-----	78
	Bibliografía-----	79

PROPUESTAS PARA MEJORAR LOS ASPECTOS DE SEGURIDAD EN LOS
LABORATORIOS DE ENSEÑANZA EXPERIMENTAL DEL AREA DE QUIMICA
DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

1. INTRODUCCION

La seguridad o los aspectos que involucra ésta, a diferentes niveles (Industrial, Comercial, Civil, Doméstico, y de Enseñanza) ha sido motivo de preocupación creciente en los últimos años, ya que la no observancia de los reglamentos, o la falta de instalaciones adecuadas ha provocado grandes pérdidas humanas y materiales. Actualmente las autoridades, académicas de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán están preocupadas e interesadas por cubrir éstos para beneficio de la comunidad universitaria de la Facultad.

En este trabajo se expondrán aquellos aspectos que deberían observarse para evitar o prevenir en lo posible los accidentes que como riesgos de trabajo, pudieran suscitarse en las instalaciones de los laboratorios de enseñanza del area de ciencias químicas de la F.E.S. Cuautitlán, ya que actualmente no se cuentan con criterios definidos ni reglamentos generales que hagan posible evitar al mínimo los accidentes potenciales. Se

pretende que esta tesis sirva como base para mejorar en lo posible los aspectos de infraestructura que se requieran para beneficio de la comunidad estudiantil, profesores y trabajadores que están en contacto diario, con materiales, reactivos, e instalaciones; así mismo se pretende que surja o se propongan los reglamentos generales y específicos por área de trabajo.

2. GENERALIDADES SOBRE ASPECTOS DE SEGURIDAD EN OTROS NIVELES

2.1 Seguridad Industrial

Es de suma importancia para todas las industrias, ya que el objetivo de todas éstas es obtener beneficios económicos, los cuales no pueden perderse debido a accidentes y principalmente pérdidas humanas.

Actualmente la seguridad industrial es de gran interés, no solo para la industria, sino para los trabajadores y para el Gobierno que exige la formación de un Comité de Seguridad e Higiene el cual deberá estar registrado ante la Secretaria del Trabajo y Previsión Social.

Los trabajadores de la industria deben de estar conscientes de que el trabajo y su seguridad física dependen de una constante atención de las reglas de seguridad, dadas por su respectivo Comité, como es la protección a los ojos durante todo el tiempo, usar una protección segura, determinar la toxicidad de un producto químico desconocido antes de usarlo, etc.

2.2 Seguridad en los Laboratorios de Enseñanza Experimental de la F.E.S. Cuautitlán

La seguridad en la FESC. no sólo en los estudiantes de los últimos semestres sino también de los primeros semestres es inadecuada, ya que nunca se ha dado la enseñanza en forma sistemática sobre los aspectos más importantes de la seguridad en los laboratorios, del manejo del equipo, que hacer en caso de incendio, intoxicación, quemaduras con productos químicos, etc.

Se espera que por medio de este trabajo se den a conocer aspectos generales y los procedimientos y pasos a seguir en caso de accidentes y las precauciones del manejo de productos químicos así como su almacenaje.

3. PROPUESTAS PARA MEJORAR LOS ASPECTOS DE SEGURIDAD EN LOS
LABORATORIOS DE ENSEÑANZA EXPERIMENTAL DEL AREA DE QUIMICA
DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

3.1 Información

Los peligros en un laboratorio pueden reducirse usando un buen criterio, una cuidadosa manipulación, una adecuada información, -
vigilancia y sentido común.

Como ya se expuso, con este trabajo, se pretende, ayudar a prevenir en lo posible accidentes al personal que labora en los laboratorios y pérdidas o daños materiales. Para un efectivo programa de seguridad se requiere un compromiso total. La clave de este compromiso es el entendimiento razonable de principios básicos en prácticas de seguridad, para las cuales se tenga la voluntad de llevarlas a cabo y asumir la responsabilidad.

La experiencia ha demostrado la necesidad de mantener conciencia de los peligros que se presentan en el trabajo experimental realizados en el estudio de la química. La experiencia también ha demostrado que el mejor camino para la protección de un estudiante y de sus colaboradores es incorporar la seguridad como --

parte integral de cada faena y operación.

Los estudiantes de química, graduados y no graduados, deben mostrar un buen criterio, basado en sus conocimientos de química y de un buen sentido común en la prevención de accidentes o en situaciones de peligro. El estudiante está obligado a hacer un análisis de cada operación para su seguridad y la de los demás, compilando información acerca de su trabajo en la literatura. Basado en esta información a través de las aplicaciones de técnicas seguras y del uso del equipo de protección adecuado.

Un análisis de muchos accidentes en los laboratorios escolares indican claramente que suceden por un mal entendimiento de las propiedades de las sustancias usadas, de un uso inadecuado del material y equipo, de una inadecuada protección y un deficiente criterio por parte de los estudiantes en el laboratorio.

3.2 Vialidad

La vialidad es un factor primordial dentro de la seguridad en un laboratorio para la prevención de accidentes, ya que de ésta depende el buen funcionamiento del laboratorio.

Los estudiantes que trabajan en el laboratorio deberán tener limpios y ordenados sus bancos. El laboratorio desordenado es un lugar de trabajo peligroso. Cada trabajador de un laboratorio es responsable de:

- a) Cuidar y mantener limpios los bancos, mesas, campanas, pisos, pasillos, escritorios y todos los materiales que no se usen.
- b) Mantener limpio y libre el área vecina de las regaderas de seguridad, extinguidores y controles eléctricos.
- c) Mantener limpios y adecuados los pasillos que dan a los extinguidores.
- d) Mantener libre el piso de derrames de agua, de gotas resultantes de una agitación, de tapones, lápices y otros materiales que puedan hacer que uno propiece.
- e) Limpiar las manchas y los materiales usados para absorber éstas.
- f) Remover y cambiar los materiales de vidrio.
- g) Usar recipientes adecuados para los desperdicios de disolventes, vasos, trapos para limpiar, papel, etc.
- h) Mantener recipientes limpios y adecuadamente etiquetados.
- i) Tener solamente las cantidades necesarias de sustancias para los trabajos comunes.
- j) Desarmar y regresar el equipo sobrante.

k) Colocar la ropa en un lugar apropiado.

3.3 Ventilación

Frecuentemente la ventilación en los laboratorios no es la adecuada para prevenir a las personas a exposiciones de vapores, gases, polvos y aerosoles tóxicos que pueden causar severos daños. Muchas campanas de laboratorio y sistemas de escape están mal diseñados, se les da un mal mantenimiento y un uso impropio. La protección de la salud y de la seguridad del personal del laboratorio requieren de un sistema de ventilación adecuado.

Una de las medidas más apropiadas para reducir la necesidad de ventilación es la utilización de materiales menos peligrosos.

Una campana no es buena, a menos de que capture y retenga los contaminantes atmosféricos generados dentro de ella. Una campana no está diseñada para capturar los contaminantes transmitidos por el aire generados en otra parte del laboratorio y generalmente no está diseñada para controlar explosiones.

El éxito del funcionamiento depende primeramente de la velocidad del movimiento del aire a través de la campana. Los factores

que afectan la velocidad de entrada y del movimiento del aire a través de la campana son; corrientes de aire cruzadas, entradas de aire de perfil de la campana, cargas térmicas, mecanismos de acción, ranuras de escape y obstrucciones.

El éxito del buen funcionamiento de una campana también puede depender de su capacidad para confinar un fuego, para resistir la corrosión, para hacer una limpieza rápida de contaminantes tales como radioisótopos y patógenos antes que lleguen al sistema de escape.

Para que confiemos en una campana de laboratorio de uso general ésta deberá estar diseñada para el uso de líquidos inflamables y de gases y deberá estar construida de materiales resistentes al fuego para que pueda ser confinado en ella hasta que pueda ser extinguido.

La velocidad de entrada de aire a la campana determina si es o no segura. El requerimiento básico para capturar los contaminantes generados dentro de ella depende de una adecuada velocidad de entrada de aire. La mínima velocidad recomendada para las campanas de laboratorio es de 30.5 m³/min.. Las campanas -- que se utilizan para materiales altamente tóxicos requieren --

velocidades de 38 a 61 m³/min.

Aunque a velocidades de entrada de aire mayores de 30.5 m³/min. pueden ocasionar perturbaciones a las flamas de mecheros de gas, y dispersar polvos finos en campanas convencionales, esto puede evitarse usando una parrilla, una protección, o una campana diseñada en la cual la mitad del aire no pasa a través de la abertura más baja de la campana. Las obstrucciones y diseños deficientes de aberturas de escape de una campana se ilustran en la figura 1.

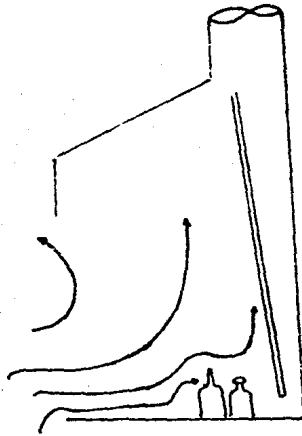


Fig. 1. Obstrucciones y mala ranura
reducen el funcionamiento de la camrana.

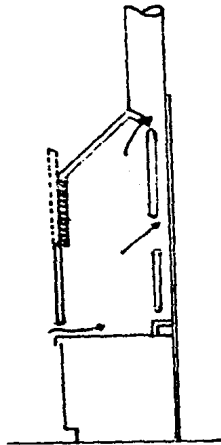


Fig. 2. Tres ranuras de escape suministran
un uniforme flujo de aire.

La figura 2 muestra un arreglo de tres aberturas de escape diseñadas para prevenir obstrucciones y permitir un mayor flujo de aire dentro y a través de la campana del laboratorio el cual prevendrá una mejor y mayor captura de contaminantes, al igual que un flujo uniforme de aire fuera de la campana al nivel de la abertura de la campana y en un laboratorio limpio previene una mejor exclusión de contaminantes, y un flujo de aire laminar (horizontal) contribuye a un mejor control de contaminantes en el laboratorio.

Las corrientes de aire cruzadas fuera de la campana pueden desviar o nulificar un flujo de aire dentro de ésta, esto es importante para localizar donde colocar las campanas dentro del laboratorio y así reducir las corrientes de aire de puertas y ventanas.

Una buena y dos malas localizaciones para campanas en el laboratorio se ilustran en la figura 3. La campana A tiene la mejor localización para trabajar correctamente en el laboratorio por que esta localizada con un mínimo de corrientes cruzadas de aire de ventanas, puertas y de peatones.

El paso de peatones frente a una campana debe de ser lo más lento que sea posible.

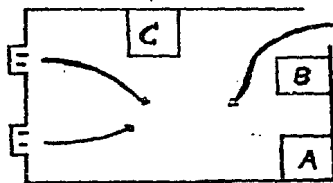


Fig. 3. Localización de campanas.

La figura 4a y 4b muestran como entran los vapores en forma de remolino al frente de una campana ordinaria y como son fácilmente atraídos por un transeúnte. La figura 4c muestra como una entrada de aire al nivel de la superficie de la campana previene la formación de remolinos.

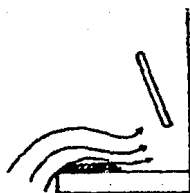


Fig. 4a. Vapores en forma de remolino en una campana.

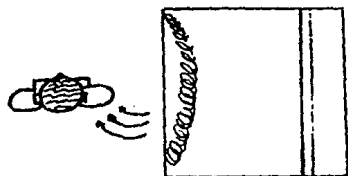


Fig. 4b. Vapores atraídos por un transeúnte.



Fig. 4c. Flujo correcto de aire a través de la campana.

Cuando una campana tiene una velocidad de aire de entrada no adecuada, un trabajador del laboratorio (estudiante, investigador, profesor, etc.) puede inhalar materiales tóxicos por la formación de remolinos. La figura 5 muestra como tales exposiciones pueden ocurrir y como pueden evitarse con una protección o por una sección móvil horizontal.

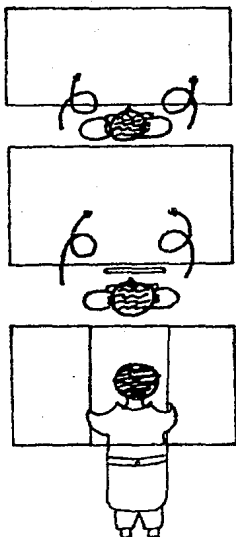


Fig. 5. Campanas con protección o con una sección móvil horizontal

El funcionamiento de una campana puede ser mejorado rápidamente utilizando la siguiente ecuación: $Q = AV$, donde Q es el flujo de aire, A es el área de entrada a la campana y V es la velocidad del aire a la entrada de la campana. Si Q permanece casi constante, y decrece el área de entrada a la campana, el valor de V y la velocidad de entrada del aire a la campana se incrementarán.

3.4 Señalización

El uso funcional de las señales de identificación de peligros -- permite prevenir rápida y eficazmente y a distancia, peligros relativos de daños a personas, de fuego o inestabilidad. El símbolo puede ser usado en un lugar visible del área de trabajo, donde el personal puede fácilmente leer la señal y del manejo requerido para el uso de algún material con un grado de peligro.

Algunas sustancias químicas pueden ser peligrosas en una o --- hasta cuatro formas diferentes a saber:

- 1) Peligros a la salud de sustancias químicas tóxicas si se inhalan, ingieren.
- 2) Peligros de flamabilidad. La tendencia de una sustancia a incendiarse.

- 3) Peligro de reactividad. El potencial de una sustancia a reaccionar violentamente con el aire, con el agua u otras sustancias.
- 4) Peligro por contacto: El peligro de una sustancia química cuando se absorbe por la piel, ojos, membranas mucosas.

Estos cuatro tipos de peligro pueden ocasionar daños de diferente grado. En una clasificación arbitraria cinco grados de peligro se reconocen e identifican por escala numérica:

- 0 No significa peligro
- 1 Ligeramente peligroso
- 2 Moderadamente peligroso
- 3 Severamente peligroso
- 4 Extremadamente peligroso

Las señales de identificación de peligros en recipientes químicos son convenientes para una mejor protección y para un mejor control de urgencias.

Señales de Identificación sobre Peligros a la Salud

- 4- Materiales que con un pequeño período de exposición (el cual dependerá del tiempo, de la sustancia y de la concentración), puedan causar la muerte o daño mayor, aunque se dé --

pronta atención médica.

Ejemplos: acrilonitrilo bromo

- 3.- Materiales que con un pequeño período de exposición puedan -
causar serios daños temporales aunque se les de tratamiento-
médico rápido.

Ejemplos: cloruro de acetileno hidróxido de sodio
anilina ácido sulfúrico

- 2.- Materiales que por una extensa o continua exposición puedan-
causar incapacidad temporal o posibles daños a no ser que se
de pronto tratamiento médico.

Ejemplos: tolueno estireno bromobenceno
piridina 1,3 butadieno

- 1.- Materiales que pueden causar irritación, pero solamente con-
daños menores.

Ejemplos: acetona sulfóxido de metilo n-heptano
metanol 2- nitropropano

- 0.- Materiales que aún bajo condiciones de fuego no causan daños
más allá que de los combustibles ordinarios.

Ejemplos: alcohol etílico.

Señales de Identificación de Peligros de Flamabilidad.

- 4.- Materiales que pueden ser rápidamente vaporizados a presión-
y temperatura ambientes o que son rápidamente dispersados en
el aire y pueden ser inflamados rápidamente. Este grado in--

cluire:

Materiales gaseosos, criogénicos (sustancias que bajan la temperatura), algunos líquidos o materiales gaseosos los cuales están en estado líquido bajo presión y tienen un punto de ignición menor de 23°C y tienen un punto de ebullición menor de 38°C . Materiales que en sus estados físicos o en condiciones ambientales puedan formar mezclas explosivas con el aire y las cuales son rápidamente dispersadas, tales como polvos de sólidos combustibles y vapores de líquidos combustibles.

Ejemplos: etano butano óxido de etileno zirconio

3- Líquidos y sólidos que puedan ser flamables bajo casi todas las condiciones de temperatura ambiente. Los materiales de este grado producen atmósferas peligrosas, aunque no afectadas por la temperatura ambiente, son rápidamente flamables bajo todas las condiciones. Este grado incluirá:

Líquidos que tienen un punto de ignición menor a 23°C y tienen un punto de ebullición arriba de 38°C y líquidos que tengan un punto de ignición arriba de 23°C y menor a 38°C ; Materiales sólidos en forma de polvos gruesos los cuales puedan incendiarse rápidamente pero que no generan atmósferas explosivas. Materiales en forma de fibras o desfibrados que pue--

den incendiarse rápidamente y crear peligro de fuego, tales como: algodón, henequén y cáñamo; Materiales los cuales se inflaman cuando se exponen al aire.

Ejemplos: aziridina acrilonitrilo tolueno butanol
xileno fósforo blanco o amarillo p-dioxano

- 2- Materiales que deben ser moderadamente calentados o expuestos a temperaturas relativamente altas antes que puedan inflamarse. Materiales de este grado no forman atmósferas peligrosas bajo condiciones normales, pero a temperaturas altas o bajo calentamiento pueden liberar vapores en suficiente cantidad para producir atmósferas peligrosas. Este grado incluirá:

Líquidos que tengan un punto de ignición arriba de 38°C , pero que no exceda de 76°C ; Sólidos y semisólidos que se evaporan rápidamente y son flamables.

Ejemplos: 2- butanona 2- nitropropano kerosina

- 1- Materiales que deben ser precalentados antes de su punto de ignición. Materiales de este grado que requieran un considerable calentamiento, bajo todas las condiciones de temperatura ambiente. Este grado incluirá:

Materiales que puedan incendiarse cuando se exponen a temperaturas de 567°C en un período de 5 minutos o menos.

Líquidos, sólidos y semisólidos que tengan un punto de ignición arriba de 76°C .

Este grado incluirá más que materiales combustibles ordinarios.

Ejemplos: ciclohexano sodio
 fósforo rojo zinc

0- Materiales no flamables este grado incluirá algunos materiales que no se incendian cuando se exponen a temperaturas de 567°C por un período de 5 minutos.

Identificación de Reactividad (Estabilidad)

El grado de peligro de reactividad se clasifica de acuerdo a la facilidad, proporción y cantidad de energía liberada como sigue:

4- Materiales que son capaces de detonar o explotar a temperatura y presión ambiente. Este grado incluirá materiales que son sensibles a choques mecánicos y térmicos a temperatura y presiones normales.

Ejemplos: peróxido de bencilo 2,4,6-trinitrotolueno
 ácido pícrico nitrate de etileno

3- Materiales que son capaces de detonar o de reaccionar explosivamente pero que requieren de una fuente de iniciación grande, o los que deben ser calentados antes de confinarse,

o aquellos que reaccionan violentamente con el agua. Este grado deberá incluir materiales que son sensibles a choques mecánicos y térmicos a elevadas temperaturas y presiones, o los que reaccionan explosivamente con el agua sin requerir calentamiento o confinamiento.

Ejemplos: 2- nitropropano flúor

2- Materiales que son normalmente inestables y rápidamente experimentan cambios químicos pero no detonan. Este grado incluirá materiales que puedan experimentar cambios químicos, con rápida liberación de energía a temperatura y presión normales, o los que puedan experimentar violentos cambios a elevadas temperaturas y presiones. También se incluirán materiales que puedan reaccionar violentamente con el agua o puedan generar explosiones potenciales al mezclarse con ella.

Ejemplos: acetaldehído acrilonitrilo acrilato de etilo
1,3-butadieno estireno sodio litio

1- Materiales normalmente estables, pero que pueden ser inestables a elevadas temperaturas y presiones, o pueden reaccionar no violentamente con el agua con alguna liberación de energía.

Ejemplos: eter isopropílico hidróxido de sodio
eter etílico fósforo decaborano

0- Materiales normalmente estables, al igual cuando están bajo condiciones de inflamarse, y que no reaccionan violentamente con el agua.

De la escala propuesta de 0 a 4 se recomienda que los números aparezcan en las etiquetas en orden de izquierda a derecha, denotando el grado de peligro para la salud, inflamabilidad, reactividad y por contacto.

La figura 6. Ilustra los números simbólicos para la identificación de los peligros de una solución acuosa de hidróxido de sodio (NaOH) al 50% en peso.

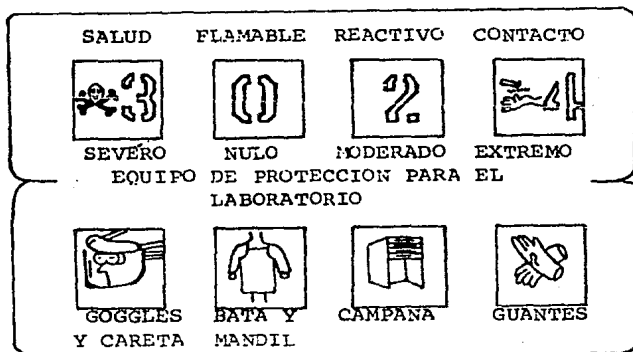


Fig. 6 Números y símbolos para una etiqueta de una solución acuosa de NaOH al 50%.

Así en orden de izquierda a derecha, esta solución es severamente peligrosa a la salud, no flamable, moderadamente reactiva y extremadamente corrosiva para la piel, ojos y membranas mucosas. Sin embargo el grado de peligro es numéricamente clasificado de 3 ó 4, con símbolos se muestra también el equipo de protección para el manejo de esta sustancia química.

Cuando no se conocen los peligros a la salud, flamabilidad, reactividad o por contacto de sustancias químicas, éstas deberán ser etiquetadas y consideradas como extremadamente peligrosas y manejadas de la misma manera.

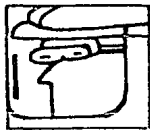
Los símbolos usados se muestran en la figura 7. Los símbolos de la figura identifican el equipo de protección para laboratorio, necesariamente para trabajos industriales donde los peligros pueden diferir en grado y en tipo. El símbolo o señal de alto en la figura 7 es usado cuando la sustancia presente es extremadamente peligrosa y deben, ser consultadas otras referencias antes de manejarla.



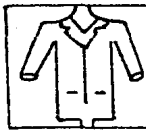
LENTES DE
SEGURIDAD



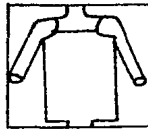
GOGGLES



GOGGLES Y
CARETA



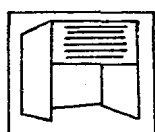
BATA



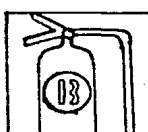
BATA Y
MANDIL



GUANTES



CÁMARA



EXTINGUIDORES

APROPIADOS

Fig. 7. Símbolos del equipo de
protección del laboratorio.

La función de las etiquetas en los productos químicos, en la
seguridad y en la salud.

Todas las sustancias químicas son peligrosas, por lo tanto es

necesario aplicar ciertas precauciones en su uso. Las precauciones generales pueden ser señaladas en pocas palabras: Interponer barreras físicas; usar pequeñas cantidades de sustancia; -- usar a través de diluciones; evitar mezclar; almacenar en localizaciones adyacentes sustancias químicas que puedan reaccionar entre si, disponer el tipo de extinguidor adecuado, etc.

Pero. ¿cuáles barreras, lentes de seguridad, goggles o caretas; que tipo de guantes? ¿Es realmente necesario el uso de campana (y ésta, está en condiciones de operar)? ¿Reaccionarán violentamente estos dos productos desconocidos?. Seleccionar el -- equipo necesario de seguridad y las debidas medidas en el manejo de sustancias químicas, así como sus precauciones dependen -- de una gran variedad de decisiones.

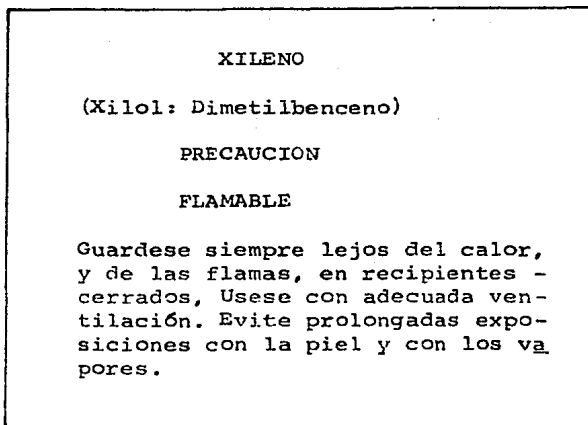
Las propiedades peligrosas deben ser leídas primero, después-- pueden ser seleccionadas las precauciones particulares. Un Químico, o estudiante de ciencias químicas sabe los peligros del -- HCl concentrado, acetona, etc. y puede seleccionar las precauciones para el manejo y uso de estas sustancias químicas. ¿Pero que sabe el intendente, o el personal de mantenimiento sobre -- principios químicos?, sobre las propiedades peligrosas del hexano, metanol, benceno, etc.; ¿Cuáles de éstos es tóxico, flama--

ble o reactivo? ¿Qué tan tóxico, que grado de flamabilidad, qué tan reactivo y con quién?.

Aunque es difícil y costoso crear un medio 100% seguro, es posible fijar las reglas suficientes para prevenir accidentes o - sufrir daños o heridas.

La función de las etiquetas es identificar las sustancias químicas, informar los peligros y las precauciones que se deben tener para reducir los riesgos de daños.

La figura muestra una etiqueta la cual tiene los elementos -- apropiados para una segura identificación.



3.5 Conocimientos necesarios de primordial importancia en la --
prevención de accidentes.

Peligros químicos y biológicos

Existen tres formas principales en las cuales, las sustancias tóxicas y patógenas pueden entrar al cuerpo:

- 1.- Ingestión: Por aquellas sustancias dañinas que al ser ingeri-
das por la boca pueden dañar los tejidos del sistema digesti-
vo o entrar al torrente sanguíneo y causar daños a otras par-
tes del cuerpo. Sin embargo, pequeñas cantidades de algunos-
tóxicos pueden ser neutralizados por el hígado y riñones sin
causar daños mayores, o bien sustancias poco solubles pueden
pasar a través del canal alimenticio con pequeña o nula ab-
sorción.
- 2.- Absorción: Bajo condiciones adecuadas, la piel humana puede-
ser penetrada por muchas sustancias, (líquidos particularmen-
te). Por ejemplo, disolventes que pueden disolver los ácidos
grasos de la piel, éstos pueden ser más fácilmente absorbi-
dos que los polvos y gases. También por cortes en la piel, -

~~por el uso de agujas hipodérmicas que usadas con descuido,~~ -
pueden introducir tóxicos y patógenos directamente al torrente sanguíneo.

La mejor regla a seguir, para prevenir envenenamiento a través de la piel es mantener limpia la ropa, evitar el contacto con materiales químicos, particularmente disolventes, usar guantes impenetrables y otras prendas de protección y manejar cuidadosamente las agujas hipodérmicas.

3.- Inhalación: Una de las vías más importantes de entrada de tóxicos dañinos es por medio del sistema respiratorio. Gases y polvos solubles, son generalmente absorbidos por el torrente sanguíneo a través de los pulmones, más que por ingestión o a través de la piel.

Los gases, humos y vapores que causan daños cuando son inhalados pueden clasificarse de la siguiente manera:

a) Asfixiantes. Los que no dañan directamente el sistema respiratorio, pero causan una deficiencia de oxígeno a los demás tejidos del cuerpo. Los asfixiantes simples como el nitrógeno e hidrógeno son dañinos solamente cuando desplazan al oxígeno

en el torrente sanguíneo. Un ejemplo es el cianuro y los compuestos cianogénos, los cuales inhiben la oxidación -- de la cadena respiratoria a nivel celular (ciclo de - Krebs).

b) Irritantes. Dañan los tejidos del sistema respiratorio- y a los pulmones, causando inflamación de las vías respira- torias. Se incluyen en esta clasificación el hidróxido de- amonio, el amoniaco, cloruro de hidrógeno, sulfato de dime- tilo, fosgeno y los haluros fosforados.

c) Vapores de metales. Los vapores de metales tienen una - gran diversidad de acción. Algunos son esencialmente tóxi- cos a los tejidos, tales como el mercurio y el plomo. ---- Otros, tales como el zinc y muchos otros producen fiebre, - las que no se prolongan por más de 48 horas.

Precauciones

Las siguientes precauciones pueden tomarse en cuenta como -- guía para reducir los peligros y riesgos mencionados:

a) Sustituir una sustancia tóxica por una no tóxica cuando se-

trabaje en el laboratorio.

- b) Aislar las operaciones peligrosas.
- c) Analizar la posibilidad de usar aparatos cerrados y métodos mecánicos en el manejo de material.
- d) Equipar con señales de advertencia a los aparatos de ser necesario.
- e) Usar la ventilación adecuada.

Polvos

Los polvos pueden ser definidos como partículas de sólidos -- finamente divididos, suspendidas o no en el aire, los cuales -- presentan dos peligros principales. Pueden causar fuego o una explosión bajo ciertas condiciones, o pueden ser tóxicos a la salud de las personas. Hay dos tipos principales de polvos los cuales pueden causar daño:

- 1.- Solubles. Polvos de sustancias tóxicas que pueden ser absorbidas por inhalación y llegar, al torrente sanguíneo y causar una intoxicación general si se presenta en una concentración tóxica.

2.- Insolubles. Algunos polvos, tales como la sílice y polvos de asbestos, son insolubles en las mucosas pulmonares. Los polvos que permanecen en los pulmones causan en los tejidos especie de cicatrices. Como consecuencia de ésto se respira con dificultad porque la absorción de oxígeno a través de los tejidos endurecidos es más lenta y las personas severamente afectadas son susceptibles a padecimientos como la tuberculosis.

Es difícil determinar las cantidades exactas de polvos que son perjudiciales a la salud, por lo que, es mejor mantener el aire tan limpio de polvos como sea posible, por medio de una adecuada ventilación.

Prevención de fuego

Siempre al principiar un fuego deben de estar presentes tres componentes: Debe haber un combustible, un agente oxidante, y una fuente de calor. Muchos incendios pueden evitarse simplemente manteniendo el combustible lejos de la fuente de calor.

Las principales fuentes de calor en un laboratorio son:

- a) Cerillos, encendedores, y mecheros.
- b) Parrillas eléctricas.
- c) Baños de vapor.
- d) Cortos circuitos.

Las principales fuentes de combustible en el laboratorio son:

- a) Madera.
- b) Superficies de pintura.
- c) Toallas y trapos con sustancias flamables.
- d) Papel y libros.
- e) Cabellos y ropa.
- f) Gases (metano, hidrógeno, etc.)
- g) Disolventes flamables.
- h) Muchos otros reactivos químicos flamables.

Para evitar un conato de incendio hay que guardar los productos químicos flamables abajo de la temperatura de su punto de inflamación, y mantenerlos lejos de las fuentes de calor.

El punto de inflamación de un combustible es la temperatura - más baja a la cual se volatiliza. La cual puede formar rápida-- mente una mezcla inflamable con el aire alrededor de el recipien-- te que lo contenga.

La temperatura de ignición de un material, sólido, líquido -- o gas, es la temperatura que se requiere para causar una rápida y suficiente oxidación la cual se mantiene cuando la fuente de calor es removida.

Un conato de incendio puede ser extinguido aplicando algunas-- reglas:

- a) Reducir el suministro de aire tapando el recipiente o apli-- cando CO_2 .
- b) Guardar el combustible abajo su temperatura de ignición.
- c) Reducir la concentración del combustible diluyendo con un -- material inerte.

Tipos de fuego

- a) Clase A: Madera, papel, ropa, etc. Se extinguen con agua, es-- puma y CO_2 .

- b) Clase B: Aceites, grasas, pinturas, etc. Se extinguen con espuma, CO_2 , y productos químicos secos.
- c) Clase C: Equipos eléctricos. Se extinguen con CO_2 , y productos químicos secos.
- d) Clase D: Metales activos tales como sodio, potasio, aluminio, magnesio, litio, diboranos, etc. Se extinguen con carbonato de sodio seco, cloruro de sodio seco o arena alcalina.

Las siguientes prácticas de seguridad deben ser observadas -- para prevenir o manejar un fuego.

- 1.- Asegurarse que los corredores y escaleras se mantengan limpios.
- 2.- Conocer la localización de las mantas contra incendio, regaderas de seguridad, baldes de arena y la de los extintores.
- 3.- Conocer como operar los extintores y el tipo de fuego para los cuales éstos deben ser usados.
- 4.- Si ocurre un conato de incendio, primero conseguir un extintor, después determinar si es extingible, dar asistencia y/o conseguir ayuda adicional.
- 5.- Nunca retornar un extintor que ha sido parcialmente usado. Marcar el extintor usado y entregarlo para ser reemplazado.

3.6 Peligros de sustancias químicas comunes en el laboratorio.

El hidróxido de sodio y de potasio son sólidos blancos, extremadamente solubles en agua. Los daños más comunes sufridos son quemaduras en la piel y a los ojos. Al disolverse en agua estos sólidos alcalinos generan mucho calor y las soluciones - deberán ser usadas una vez frías.

Hidróxido de amonio. Es un fuerte irritante y puede producir muerte repentina por espasmo bronquial, pero es inofensivo a - bajas concentraciones. Es rápidamente metabolizado. Es particularmente peligroso si salpica a los ojos.

Acido acético glacial. Es considerado el más corrosivo a la - piel, produciendo ampollas, dermatitis y úlceras. Los vapores - son altamente irritantes a ojos, nariz y faringe por inhalación. Este es uno de los pocos materiales que se expande estando congelado, por lo tanto, éste debe ser almacenado alrededor de su punto de congelamiento.

Acido clorosulfónico. Es un ácido fuerte, el cual se descompone violentamente con el agua formando una mezcla de ácido clorhídrico.

drico y sulfúrico. Las precauciones para su manejo son las mismas que para el ácido sulfúrico.

Acido crómico. Es un agente oxidante fuerte. Es tóxico e irritante. Este ácido se inflama al contacto con etanol o líquidos similares (agua, metanol, etc.). Los recipientes empleados no deben ser descartados de este riesgo hasta ser lavados completamente con agua. Los incendios ocurren cuando las latas que contienen el ácido crómico son tirados a la basura.

Acido clorhídrico. No es flamable, pero los vapores son irritantes al contacto con la piel y mucosas. Corroe rápidamente -- los metales con los cuales está en contacto, ya sea en solución concentrada o diluida.

Acido fluorhídrico. Es incoloro y corrosivo, ya sea en solución o como gas; es extremadamente irritante y corrosivo a la piel y membranas mucosas, produce severas quemaduras a la piel las cuales sanan lentamente.

Acido nítrico. Es un poderoso agente oxidante. Este deberá -- ser aislado del contacto de materiales reductores o de sustan--

cias orgánicas tales como madera o papel. Las soluciones más --
concentradas pueden producir combustión al contacto con agentes
reductores fuertes. En la mayoría de las oxidaciones de los ma-
teriales orgánicos, el ácido nítrico concentrado produce densas
nubes de óxido de nitrógeno de color rojo o café altamente tóxi-
cos los que producen irritación en los órganos respiratorios.

Acido pícrico. Es un sólido amarillo, el que debe tener menos
del 10% de agua para evitar el peligro de explosión. Es muy sen-
sible a explosiones y debe mantenerse fuera del contacto de me-
tales e hidróxido de amonio para prevenir la formación de picra-
tos los cuales son más sensibles a la explosión que el ácido --
mismo. El ácido pícrico es rápidamente absorbido por la piel y-
aún más rápido a través de heridas, produce principalmente dolor
res de cabeza, fiebre e insomnio. Una exposición a los polvos --
del ácido pícrico puede causar irritación a la nariz, a la fa--
ringe y especialmente a los ojos, principalmente ulceración a -
la córnea.

Acido sulfúrico concentrado. Carboniza y destruye tejidos de-
plantas o animales por su avidéz por el agua, la cual es removi-
da del material orgánico con el cual entra en contacto. Los va-
pores son extremadamente irritantes, tanto a la piel como a las

membranas mucosas. El ácido sulfúrico concentrado y el fumante no atacan al fierro, sin embargo, si los recipientes no están bien cerrados, el ácido puede absorber suficiente agua y diluir la capa más volátil. Este atacará el metal y desprenderá hidrógeno. Este deberá guardarse en recipientes alejados de la luz y de las flamas y la presión deberá ser desahogada antes de ser abierto.

Haluros de fósforo y oxihaluros. Son líquidos fumantes o sólidos los cuales se descomponen rápidamente con la presencia de agua o de aire húmedo para formar ácido clorhídrico, fosforoso y fosfórico. Los vapores son fuertemente irritantes a la piel, -- membranas mucosas, al sistema respiratorio, y a los ojos.

Fenol. Es un material sólido de baja presión de vapor. Este es flamable, pero no representa un serio peligro de incendio -- porque su punto de ignición es alto (78°C). Este es rápidamente absorbido a través del contacto con la piel y produce una sensación de hormigueo seguida de una pérdida de sensación. La piel se pone blanca y arrugada después se torna oscura y se forma una costra.

Anilina. La cual puede ser absorbida a través de la piel y es tóxica si se inhala o ingiere. Los compuestos de anilina producen cianosis y afectan al sistema nervioso central y a la vesícula biliar. Hay un alto porcentaje de casos reportados de cáncer causados por el alquitrán de hulla y sus derivados.

Sulfato de dimetilo. Es inodoro, sin embargo es un poderoso irritante a los pulmones, es lacrimógeno y vesicante (sustancia química que produce especie de ampollas). Se puede absorber a través de la piel y afectar a todas las membranas mucosas y al sistema respiratorio.

Sulfuro de hidrógeno. Es más tóxico que el ácido cianhídrico pero éste no es absorbido a través de la piel. La característica del olor no es una medida confiable como señal de advertencia, porque a altas concentraciones, éste tiene un olor algo dulce, así como también un efecto paralizador de los centros olfativos. El gas paraliza el centro respiratorio del cerebro.

Monóxido de carbono. Es una sustancia asfixiante, éste se combina con la hemoglobina de la sangre y forma un compuesto estable. La afinidad del monóxido de carbono por la hemoglobina es muy grande, 300 veces más que la del oxígeno.

Halógenos. Son muy peligrosos y altamente irritantes a los ojos y afectan a las secciones más bajas y más altas del sistema respiratorio.

Cianuros y nitrilos. El ácido cianhídrico es un gas incoloro altamente tóxico con olor a almendra amarga. Este es fácilmente absorbido a través de la piel a altas concentraciones. Bloquea la respiración celular por inhibición de la cadena respiratoria, no es un irritante al sistema respiratorio. Y desde el punto de vista de los peligros a la salud, los cianuros y nitrilos pueden ser divididos en tres grupos:

- 1.- Cianuro de hidrógeno, y las sales de éste.
- 2.- Compuestos halogenados tales como el cloruro de cianógeno.
- 3.- Nitrilos.

Los cianuros de hidrógeno y sus sales simples y solubles, están entre los más tóxicos y de acción rápida. Los materiales halogenados son también altamente tóxicos y poseen algunas de las mismas propiedades del HCN. Sin embargo a bajas concentraciones estos materiales se parecen más a los gases vesicantes.

Los nitrilos pueden causar los mismos síntomas generales que el HCN, pero el recuperarse es más lento y éstos son más activos

como irritantes primarios a la piel o a los ojos. Estos son frecuentemente absorbidos rápida y completamente a través del contacto con la piel de la misma manera que los cianuros.

Eteres. Son poderosos narcóticos que actúan a nivel del sistema nervioso central. Algunos de ellos son también altamente --- irritantes y pueden ser tóxicos si se inhalan en grandes cantidades.

Esteres. La acción de los ésteres varía mucho de los anestésicos suaves y de las propiedades irritantes del acetato de etilo. Los ésteres del ácido fórmico son irritantes poderosos, especialmente los clorados. Con el incremento del peso molecular, la -- toxicidad relativa de los ésteres se incrementa, debido a que -- decrece su volatilidad.

Aldehídos. Son irritantes primarios pero también tienen acción narcótica.

Cetonas. Son narcóticos y marcadamente estimulantes al centro respiratorio. En comparación con algunos otros disolventes, estos compuestos son relativamente inofensivos, sin embargo la --- inhalación de grandes cantidades puede causar enfermedades.

Alcoholes. Tienen acción narcótica y el poder anéste-sico se incrementa al incrementarse el peso molecular. El alcohol butílico y amílico tienen una acción ligeramente irritante y algo de acción tóxica en el protoplasma. Los alcoholes secundarios, son narcóticos más fuertes que los alcoholes primarios. El alcohol metílico es una sustancia tóxica al contacto y al inhalarlo. Este compuesto ejerce un efecto particular en el nervio óptico y la ingestión o inhalación puede llegar a causar ceguera.

Hidrocarburos. Los hidrocarburos alifáticos saturados son relativamente inofensivos desde el punto de vista toxicológico; metano y etano son simples asfixiantes y tienen propiedades anestésicas, pudiendo incluirse el acetileno en este grupo.

Los hidrocarburos cíclicos saturados son más potentes que los hidrocarburos de cadena abierta pero son menos tóxicos que los hidrocarburos aromáticos. El ciclohexano tiene aproximadamente la misma toxicidad que el hexano pero tiene una fuerte acción narcótica y tienen sus principales efectos a nivel del sistema nervioso central.

Los hidrocarburos aromáticos son mucho más tóxicos que los del grupo alifático.

Los hidrocarburos halogenados. Producen efectos fisiológicos-

de anestesia y de narcosis y pueden resultar daños permanentes al hígado y los riñones.

Metales. Tales como el plomo, mercurio, arsénico, cromo, berilio, antimonio, selenio y manganeso, son algunos de los metales comunes en el trabajo de laboratorio de enseñanza y son potencialmente peligrosos. Como una regla general, los metales son más peligrosos en compuestos y los compuestos más solubles son aún más peligrosos, así mismo los daños producidos por inhalación de los polvos metálicos son mayores que cuando son ingeridos.

Peróxidos. Son compuestos comunes en el laboratorio y son una frecuente causa de explosiones.. Las explosiones de los peróxidos pueden ocurrir durante las destilaciones o después de que han sido terminadas.

3.7 Manejo de sustancias químicas y otros materiales.

Muchas de las sustancias químicas pueden ser peligrosas sin un manejo apropiado. Serios daños a la piel, irritación en los ojos y daños a la ropa y equipo pueden resultar de simples salpicaduras. Los materiales tóxicos pueden causar severos padeci

de anestesia y de narcosis y pueden resultar daños permanentes al hígado y los riñones.

Metales. Tales como el plomo, mercurio, arsénico, cromo, berilio, antimonio, selenio y manganeso, son algunos de los metales comunes en el trabajo de laboratorio de enseñanza y son potencialmente peligrosos. Como una regla general, los metales son más peligrosos en compuestos y los compuestos más solubles son aún más peligrosos, así mismo los daños producidos por --- inhalación de los polvos metálicos son mayores que cuando son ingeridos.

Peróxidos. Son compuestos comunes en el laboratorio y son una frecuente causa de explosiones.. Las explosiones de los peróxidos pueden ocurrir durante las destilaciones o después de que - han sido terminadas.

3.7 Manejo de sustancias químicas y otros materiales.

Muchas de las sustancias químicas pueden ser peligrosas sin un manejo apropiado. Serios daños a la piel, irritación en los ojos y daños a la ropa y equipo pueden resultar de simples salpicaduras. Los materiales tóxicos pueden causar severos padeci

mientos y enfermedades o hasta la muerte; todas las sustancias, especialmente nuevos compuestos de los cuales todavía no ha sido determinada su toxicidad, por lo que deberá asumirse que tienen una alta toxicidad hasta no estar seguro de lo contrario, -- ya que como sabemos, los gases, líquidos y sólidos flamables -- pueden causar fuego y producir mezclas explosivas.

Antes de trabajar con alguna sustancia química, es esencial -- conocer sus propiedades, ya sea de sus productos de reacción conocidas o de intermediarios, o de posibles productos de reacción, los cuales deberán ser conocidas antes de comenzar a trabajar. -- En trabajos de investigación deberán usarse solamente pequeñas cantidades (del orden de miligramos o gramos) de sustancias. -- Cantidades mayores pueden ser usadas después de conocer los resultados, la estequiometría y las propiedades de los productos de reacción. Así mismo, algunas sustancias que se creen completamente inofensivas, pueden llegar a ser muy peligrosas bajo -- algunas condiciones de uso y bajo condiciones a las cuales pueden estar sujetas accidentalmente.

Una práctica de seguridad muy importante en el manejo de sustancias, es guardar los reactivos en recipientes apropiados y -- debidamente etiquetados. Los envases de todas las sustancias en

un laboratorio deberán estar etiquetados de la manera siguiente:

- 1) Nombre químico y estructura.
- 2) La fecha de adquisición, preparación, o de transferencia a -- otro recipiente.
- 3) Nombre del usuario o del lugar al que pertenezca.
- 4) Resumen de peligros específicos, como por ejemplo, tóxico, corrosivo, inflamable, explosivo, venenoso, etc.

Los experimentos que involucran vapores tóxicos y corrosivos -- deberán realizarse en campanas adecuadas para este fin. En general, cuando se trabaja con pequeñas cantidades de tales materiales, la campana es suficiente para evitar contaminaciones alrededor y fuera del edificio. Cuando se trabajan grandes operaciones fuera de la campana, que involucran grandes cantidades de vapores inflamables, corrosivos o tóxicos, estos vapores deben ser tratados, para destruir los efectos dañinos y prevenir contaminaciones atmosféricas fuera del edificio.

Ejemplos de tratamientos:

- 1) Condensar los vapores inflamables y eliminación del condensado.
- 2) Absorber los halógenos y otros materiales con un apropiado -- agente reductor y arrojar la solución resultante a la coladera.

3) Absorber el ácido cianhídrico con un agente oxidante alcalino tal como clorax y arrojar la solución a la coladera o tarja.

Las sustancias químicas sin usar no deben dejarse acumular en el laboratorio. Todos los reactivos deberán ser inspeccionados - periódicamente y éstos no deben ser removidos. Las fechas en las etiquetas de materiales que pueden formar sustancias peligrosas - por un prolongado almacenamiento deberán ser controladas periódicamente.

La cantidad total de disolventes, volátiles, o flamables almacenados en un laboratorio de enseñanza química con un promedio - aproximado de 30 alumnos se recomienda no exceder de 40 litros. - Cuando la corrosión o contaminación no son un factor importante, se puede almacenar disolventes que excedan de cuatro litros, pueden envasarse en recipientes de metal y ser almacenados a una -- temperatura por abajo de sus puntos de ignición. El límite de la cantidad de disolventes almacenados en botellas de vidrio es de 4 litros; es conveniente almacenar las botellas de vidrio de disolventes en gabinetes de metal cerrados. Líquidos de bajo punto de ignición y gases que estén almacenados bajo presión deberán - ser almacenados lejos de las fuentes de calor. También hay que - guardar la ropa, toallas de papel, libros, manuales, etc. lejos - de las fuentes de calor.

A continuación se detalla una lista de advertencias importantes que deberán ser consideradas como rutina en el manejo de -- sustancias químicas:

- 1) Guardar los reactivos en recipientes limpios por la parte de afuera para proteger las manos; usar guantes apropiados tales como hule, carnaza, asbesto, etc.
- 2) Estar seguro que los guantes estén limpios antes de ser usados; limpiar, descontaminar o cambiarlos cuando sea necesario.
- 3) Evitar el contacto prolongado de sustancias químicas con la piel: lavar las manos y cara frecuentemente. Asegurarse regularmente que la ropa de laboratorio esté limpia.
- 4) Nunca se debe regresar sobrantes de sustancias químicas a las botellas o recipientes originales.
- 5) Nunca ingerir una sustancia química.
- 6) Ser precavido al oler (nunca inhalar).
- 7) Usar una perilla para pipetear.
- 8) Enfriar por debajo de su punto de ebullición los frascos de -- sustancias químicas antes de romper el sello. Enfriar gradualmente, primero en agua de hielo, después con CO_2 si fuera necesario. Evitar choque térmico con el vaso de vidrio para evitar posibles explosiones.
- 9) Adicionar las sustancias químicas concentradas el agua (nunca viceversa).

- 10) Guardar los disolventes flamables tales como benceno, éter, etc., lejos de las fuentes de calor y de flamas.
- 11) Tener cuidado en el transporte de sustancias químicas; nunca llevar más de dos envases en una mano; llevar las botellas en cubetas para una mayor seguridad.
- 12) Tener precaución cuando se trabaje con mercurio. Limpiar -- los derrames de mercurio y de cualquier sustancia química -- apropiadamente.
- 13) Conocer las localizaciones de las regaderas de seguridad, -- los lava ojos y como usarlos.
- 14) Inspeccionar regularmente el estado de los equipos de seguridad.

Manejo de desperdicios de sustancias químicas

En los laboratorios de enseñanza, la destrucción de desperdicios de sustancias químicas debe ser incorporada como una parte integral del curso, e instrucciones específicas deben ser dadas en los métodos de manejo y de desechos de desperdicios químicos. En los laboratorios de investigación, donde se usan muchas sustancias químicas específicas, la responsabilidad para destruir los reactivos usados y los desechos de productos de reacción es del investigador y del supervisor a cargo, porque, en muchos ca

sos, son éstos solamente quienes conocen su manejo y su seguridad. Los desperdicios químicos nunca deberán ser depositados en el bote de la basura o en otros recipientes; deberán ser destruidos -- usando uno de los siguientes procedimientos:

1) Desperdicios solubles en agua. En general, pequeñas cantidades (100 ml o menos) de sustancias químicas solubles en agua las cuales no se hidrolizan para formar compuestos volátiles, tóxicos y/o materiales odoríferos pueden ser arrojados a la coladera o tarja acompañadas con grandes cantidades de agua. Los materiales corrosivos, en menores cantidades tales como ácidos y bases deberán ser diluidos con grandes cantidades de agua y después arrojados a la coladera. En zonas donde el agua es escasa o su uso representa un alto costo, los materiales corrosivos tales como ácidos y bases deberán ser neutralizados usando como por ejemplo: arena alcalina, en el caso de los ácidos. -- Las cantidades grandes de desperdicios de ácidos, bases y ---- otras sustancias químicas similares, las cuales se hidrolizan para formar productos corrosivos y peligrosos, deberán ser tratados para hacerlos inofensivos antes de ser arrojados a la coladera. En general los desperdicios químicos peligrosos deberán estar sujetos a procesos en el laboratorio los cuales se han de convertir en inofensivos de forma tal que no requiera un manejo especial.

2) Desperdicios de líquidos inflamables. Los líquidos inflamables no miscibles en agua nunca debe ser arrojados al lavabo o a la - coladera. Los desperdicios inflamables de bajo punto de ignición y disolventes deberán ser transportados en botes de seguridad al almacén de desperdicios de disolventes localizados afuera del edificio donde pueden ser destruidos por combustión, en-- tierro o ser tratados para convertirlos en inofensivos. Aque- llos materiales que contengan desechos de disolventes en solu- ción son susceptibles de formar sustancias tóxicas y/o corro- sivas, que se hidrolizan, oxidan, etc., deberán ser primero - tratadas para volverlas inofensivas antes de ser llevados al- almacén de desperdicios.

3) Sólidos insolubles en agua y líquidos no inflamables. Estos ma- teriales que pueden ser almacenados bajo ciertos períodos, -- sin deterioro, deberán guardarse en sus envases originales y- ser puestos en el área central de desperdicios donde pueden - ser destruidos por entierro, combustión, etc.

Los recipientes que se emplean para sustancias químicas antes- de desecharlos, deben ser enjuagados con reactivos químicos orgá- nicos; primero con acetona y después con agua. Esta práctica pre- viene daños al manejar o descartar envases.

Todo material que es usado en química, aparatos, muebles, accesorios y demás, pueden presentar un peligro, es decir, iniciar un incendio o causar un daño si no se manejan apropiadamente. Pudiéndose evitar o reducir el peligro con un manejo apropiado.

Las siguientes son algunas precauciones en el manejo común de equipo en el laboratorio:

- 1) Manejo de material de vidrio en el laboratorio. Si no se manejan apropiadamente, los aparatos de vidrio pueden ser un serio peligro para el químico. Este peligro puede ser reducido ejerciendo ciertas precauciones.
- 2) Manejo de tubos y artículos de vidrio. Llevar siempre los tubos de vidrio en posición vertical. Proteja sus manos con un trapo o con guantes cuando se corte o rompan tubos de vidrio.
- 3) Insertando y removiendo tubos y llaves de paso. Lubricar, usando agua o glicerina, la superficie de tubos de vidrio antes de ser insertados en tapones de hule. Cuando trabaje tales conexiones proteja sus manos con guantes o con un trapo y mantenga sus manos junto al tapón de hule. Use la misma técnica para remover tubos, tapones de goma y nunca use gran fuerza. Si es ne

cesario, use un lubricante entre la goma y el vidrio.

- 4) Usando artículos de vidrio para vacío. Protegerse de los vidrios que resulten de una explosión o cada vez que use materiales de vidrio o baja presión. Una protección adicional puede conseguirse usando el desecador de vacío. Remover la cubierta del desecador con precaución, después que la presión se ha igualado, deslizándola a un lado. Si el lubricante en la superficie de la tapa se ha endurecido, se ablanda suavemente con agua caliente.
- 5) Se deberá usar un matraz en reacciones a presión reducida y deberán protegerse las bombas de vacío de gases corrosivos tales como halógenos, dióxido de azufre, cloruro de hidrógeno, etc., colocando trampas apropiadamente en el sistema.
- 6) Disposición de los pedazos de vidrio. Remover los fragmentos de vidrio de las mesas y del piso con una escoba y recogedor y llevarlos al lugar apropiado; nunca almacenar vidrios o artículos de cristal fragmentados en su gabinete.

3.8 Almacenes específicos

Los problemas de almacenaje son tantos como almacenes haya. No

hay una lista específica para almacenar materiales ya que hay materiales que no caen dentro de alguna clasificación para tomar las debidas precauciones.

Las construcciones y diseños apropiados y los controles de ventilación, limpieza y la prevención de los peligros de los reactivos hacen un almacén más seguro. La disposición del almacén está determinada por el tipo y cantidades de sustancias químicas a ser almacenadas.

El almacenaje de sustancias químicas básicas es de fácil solución, siguiendo estas indicaciones:

- a) El almacén deberá estar identificado con una señal que indique que es el almacén, con una señal de "Precaución o Peligro" membretado y manteniendo al personal que no es del almacén alejado de éste.
- b) La estantería deberá estar fija a la pared, al piso o a ambos.
- c) Los estantes deberán estar contruidos de madera sin pintar o de metal cubierto con una pintura resistente a la corrosión.

- d) Deberán conocerse los pesos límites de los estantes, ser respetados y nunca excederse de éstos.
- e) Deberá evitarse el amontonamiento de botellas.
- f) Es recomendable levantar bordes de protección sobre los estantes para evitar mover los recipientes sobre las superficies de éstos.
- g) Como un factor adicional de seguridad, las botellas deberán -- ser almacenadas abajo de la altura de los ojos de la persona -- más baja del almacén.

La naturaleza del medio ambiente del almacén es importante para prolongar la resistencia del estante de agentes químicos y deberá vigilarse para prevenir reacciones con el estante. Las sustancias químicas deberán ser almacenadas en una atmósfera fría fuera del contacto directo de la luz del sol. Deberá evitarse la colocación de los recipientes cerca de fuentes de calor. El almacén requiere una atmósfera seca para prevenir la contaminación o degradación -- por condensación. Una buena ventilación, deshumedeciendo el medio ambiente del almacén es esencial.

En general las sustancias químicas están más seguras almacenadas en sus recipientes originales. Para trasladarlos deberán taparse, cerrarse o sellarse herméticamente si es necesario. Los recipientes hechos químicamente resistentes estarán disponibles por si el recipiente original tiene una fuga o está roto, los recipientes hechos de borosilicatos, polietileno, polipropileno y teflón pueden usarse para un amplio margen de sustancias químicas. También son comunes los de plástico recubiertos con borosilicato.

Si es necesario transvasar, los nuevos recipientes deberán tener suficiente información para identificar el contenido, prevenir peligros, informar sobre las precauciones y deben tener información disponible en caso de contacto. Dependiendo de la naturaleza de la sustancia a transvasar, se deberán aplicar señales gráficas a los recipientes para alertar al personal acerca de los peligros relacionados y de su manejo.

El modo más común y conveniente para almacenar las sustancias químicas en los estantes es por orden alfabético, la ventaja es que una sustancia química es fácilmente encontrada, retirada y regresada a su lugar, pero en esta práctica un grave peligro se oculta, ya que existen sustancias químicas incompatibles que pueden quedar próximos unos a otros, resultando en un riesgo im-

portante. Un desastre podría ocurrir si las botellas se rompen resultando, por ejemplo, una mezcla de cianuro de sodio con ácido sulfúrico concentrado generando cianuro de hidrógeno, un gas tóxico. Almacenando sustancias químicas de esta manera no garantiza un almacén seguro.

Otros métodos para poner en orden los productos químicos, es haciendo grupos de ellos y colocando el tipo correcto de extinguidor junto a éste. Este método tiene una base lógica pero podría producirse una incompatibilidad inadvertida las cuales podrían generar un incendio. Hacer al azar la colocación de productos químicos es el peor de todos los tipos de arreglos en los estantes de un almacén.

Una regla prudente para almacenar sustancias químicas en el interior del almacén y fuera de éste, es agrupándolos según su tipo de reactividad. Los grupos incompatibles pueden ser físicamente separados y apartados de un posible contacto accidental. Estas reglas de almacenaje contra las reacciones peligrosas están basadas en el sentido común.

Tomando como ejemplo a los ácidos, como una clase de reactivos los cuales tienen en común al ión hidrógeno, ácido acético,

clorhídrico, fluorhídrico, nítrico, perclórico, sulfúrico, etc. Aunque todos pueden actuar a diferentes proporciones con otros compuestos, hidróxido de sodio por ejemplo, la reacción química de neutralización ocurrirá para cada ácido. A altas concentraciones ocurrirá una gran reacción exotérmica la que puede resultar incontrolable. Almacenar soluciones concentradas de ácidos junto a las bases, representa un gran peligro el cual puede resultar de una mezcla accidental. Estas dos clases son entonces incompatibles y deberán ser separados.

Además, es importante determinar la incompatibilidad propia dentro de una clase específica de reactivos químicos. Por ejemplo, el ácido acético glacial es un líquido combustible flamable por ácidos oxidantes tales como el ácido nítrico concentrado, perclórico o sulfúrico. Por lo tanto el ácido acético deberá ser separado de los ácidos oxidantes.

La clase de productos químicos que merecen una atención especial incluyen ácidos, bases, flamables, oxidantes, sustancias químicas reactivas al agua, sustancias pirofósforicas, compuestos tóxicos, productos químicos altamente sensitivos y compuestos peroxidables. Cada clase tiene sus precauciones para un almacenaje seguro de acuerdo a su naturaleza. Los ácidos, por --

ejemplo, pueden reaccionar con metales e hidruros de metales y desprender hidrógeno, un gas flamable, El calor de reacción puede ser suficiente para encender el gas y causar fuego o una explosión. Se debe evitar el contacto de ácidos con sulfuro de fierro o cianuro de sodio ya que los gases generados son extremadamente letales.

Medidas de precauciones para almacenar cada clase de productos químicos:

Acidos

- 1) Separar los ácidos, de metales activos tales como sodio, potasio, magnesio, etc.
- 2) Separar los ácidos oxidantes de ácidos orgánicos, materiales flamables y combustibles.
- 3) Separar los ácidos de productos químicos que podrían generar gases tóxicos o flamables por contacto, tales como cianuro de sodio, sulfuro de fierro, carburo de calcio, etc.
- 4) Separar los ácidos de las bases.

Bases

- 1) Separar las bases de los ácidos y otros compuestos reactivos flamables.
- 2) Almacenarlos en latas de seguridad comprobada o en gabinetes.
- 3) Separarlos de ácidos oxidantes y de otros compuestos oxidantes.
- 4) Guardarlos lejos de alguna fuente de ignición: calor, chispas o flamas.

Oxidantes

- 1) Almacenarlos en un lugar fresco y seguro.
- 2) Guardarlos lejos de materiales combustibles y flamables.
- 3) Guardarlos lejos de agentes reductores tales como zinc, metales alcalinos y del ácido fórmico.

Productos químicos reactivos con el agua

- 1) Almacenarlos en un lugar fresco y seco.
- 2) Guardarlos lejos de alguna fuente de agua.
- 3) Tener un extintor disponible para fuego clase D en caso de incendio.

Sustancias pirofósforicas

Las que reaccionan con el aire o se inflaman cuando se exponen a éste, ejemplo; el fósforo blanco.

- 1) Almacenarlos en botellas color ámbar en un lugar fresco, seco y obscuro.
- 2) Almacenarlos en un lugar fresco y seco fabricando provisionalmente un sello seguro.
- 3) Almacenarlos en recipientes seguros.

Sustancias químicas peroxidables.

- 1) Almacenarlos en recipientes seguros en un lugar fresco, seco y seguro.
- 2) Etiquetar los recipientes con los datos de recibido, abierto y de traspaso.
- 3) Probar periódicamente la presencia de peróxidos.

Mucho se ha escrito acerca de los peligros de los líquidos -- inflamables en el laboratorio y almacenes. La necesidad de controlar estos peligros han sido descritas anteriormente. Ya que de g de una chispa eléctrica puede inflamar el vapor de un líquido -

flamable. Conociendo las propiedades de los líquidos inflamables - se pueden comprender los peligros globales.

Punto de ignición: Es definido como la temperatura necesaria - para causar suficiente formación de vapor en la superficie de un líquido tal que, si una fuente de ignición está presente, los vapores podrán inflamarse. Los líquidos inflamables son definidos como los líquidos que tienen un punto de ignición abajo de 38°C y los líquidos combustibles se definen como los líquidos que tienen un punto de ignición arriba de 38°C .

Siguiendo estas definiciones, el éter etílico, con un punto -- de ignición de -18°C , el alcohol etílico absoluto con un punto - de ignición de 20.8°C son líquidos inflamables. El ácido acético - con un punto de ignición de 39°C es un líquido combustible.

Otra distinción entre los líquidos inflamables se hace por una-- combinación del punto de ignición y el punto de ebullición. Esta clasificación se da en la Tabla I, donde se señala el tipo de -- recipiente y la máxima cantidad admisible del líquido según su - clase.

Líquidos inflamables

Tipo de recipiente	Clase IA	Clase IB	Clase IC
Vidrio	0.5 l*	0.5 l*	20 l
Metal o plástico aprobado	4.0 l	20 l'	20 l'
Latas de seguridad	8.0 l	20 l'	20 l'
Tambores de metal	20 l'	20 l'	20 l'

Líquidos combustibles

Tipo de recipiente	Clase II	Clase IIIA
Vidrio	4.0 l	20 l
Metal o plástico aprobado	20 l'	20 l'
Latas de seguridad	20 l'	20 l'
Tambores de metal	240 l'	240 l'

Tabla I: Máxima cantidad admisible de recipientes según su clase.

Clase IA: Con punto de ignición menor de 23°C y punto de ebullición menor de 38°C.

Clase IB: Con punto de ignición menor de 23°C y punto de ebullición igual o mayor de 38°C.

Clase IC: Con punto de ignición igual o mayor de 23°C y menos de 38°C.

Clase II: Con punto de ignición igual o mayor de 38°C y menores de 60°C.

Clase IIIA: Con punto de ignición igual o mayor de 60°C y menores de 93.4°C.

- * Medidas no mayores de 4.0 litros, que se pueden usar y si la pureza puede ser afectada por almacenaje en recipientes de metal o si el líquido causa una excesiva corrosión en el recipiente de metal.
- Medidas máximas de almacenaje en laboratorios de enseñanza, - hay que evitar envasar líquidos de la clase I o de la clase - II que excedan de 4.0 litros, a excepción que sean en latas - de seguridad, sí pueden ser de 8.0 litros.

Así la cantidad máxima admitible para almacenar éter etílico en una botella de vidrio es de 0.5 litros.

Derrames de sustancias químicas.

Es importante tener un plan adecuado para prevenir derrames y tener un sistema dispuesto para limpiarlos sobre todo cuando --

ocurra un derrame imprevisto. El sistema para limpiar los derrames deberán ser diseñados para recoger sólidos y líquidos.

Los derrames de sólidos pueden normalmente ser barridos usando una escoba y un recogedor. La disposición de los residuos de los derrames debe ser de acuerdo con la naturaleza de las sustancias. Por ejemplo los nitratos, son agentes oxidantes que pueden causar inflamación de los materiales combustibles tales como el papel. Por lo tanto, éstos deben colocarse fuera del contacto de materiales combustibles: Lo mejor es tener un recipiente para los derrames y evitar mezclas incompatibles. Los procedimientos para contener los residuos de derrames podría variar de acuerdo a los requerimientos del almacén para cada sustancia química. Los líquidos que son corrosivos y/o tóxicos pueden llevar sus peligros a otras áreas. Los líquidos volátiles pueden también generar vapores flamables y/o tóxicos los cuáles también pueden difundirse a otras áreas. Sin discusión, un control rápido y limpieza son esenciales.

Los tratamientos de derrames de líquidos peligrosos con agentes inactivadores es una de las medidas que se usan tradicionalmente para limpiar los derrames químicos inofensivamente. Un ejemplo común es limpiar el derrame de un ácido neutralizándolo-

con arena alcalina. La ventaja de inactivación es que la propiedades peligrosas de los derrames químicos se reducen y los residuos de los derrames pueden ser manejados con seguridad como residuos "no peligrosos"

Hay varios inconvenientes para este método. Las reacciones de inactivación son normalmente exotérmicas y requieren de una lenta aplicación del agente neutralizador.

Por otro lado, el uso de absorbentes para la limpieza de derrames químicos se usa siempre que se puede trabajar este método para controlar un derrame. Los absorbentes no reducen las propiedades peligrosas de un líquido derramado, más bien, los absorbentes en un derrame retienen al líquido. Hay cuatro importantes características que deben cumplir los absorbentes y son: Universalidad, ser sustancias químicas inertes, ser eficientes y rápidos. Varios de estos absorbentes son tierras de diatomeas.

Un ejemplo de un absorbente es la almohadilla para control de derrames, que son poliolefinas poco porosas las cuales contienen una espuma de silicato, la cual puede absorber un 98% de su capacidad en menos de 30 segundos. El absorbente es universal -- (con excepción de soluciones que contienen ácido fluorhídrico).

Los derrames de ácido fluorhídrico son un caso especial cuando se usa un absorbente. Los absorbentes mencionados contienen una base de silicio el cual reacciona con el ácido fluorhídrico y se forma un compuesto tóxico de tetrafluoruro de silicio. Para el ácido fluorhídrico se usa un absorbente no reactivo, tal como un colchón de polipropileno. Se deben extremar las precauciones en la limpieza de derrames, independientemente de cualquiera de los métodos, que se deba ejercer para tal fin.

Inventario químico

En el almacenaje de sustancias químicas es esencial el uso de un sistema de inventario complementado de una inspección regular. Las sustancias con un cierto período de almacenaje pueden provocar deterioros incontrolables. Muchos fabricantes de sustancias químicas, etiquetan los envases de sus productos con una fecha responsable de expiración o caducidad.

Hay varias razones para la presencia de excedentes de productos químicos en el almacén, cualquiera que sea la razón, es prudente deshacerse de las sustancias químicas no deseadas de una manera apropiada y establecer un sistema regular de control de inventario para catalogar las sustancias químicas no deseadas.

Se recomienda ordenar las cantidades que puedan ser usadas durante un año.

Existen dos elementos claves para llevar un inventario, siendo una de ellas las buenas anotaciones y la realización de etiquetas de inventario químico. Las anotaciones pueden ser guardadas con un número de formato: una tarjeta archivada, un cuaderno con notas o usando una computadora. La información básica que será guardada en archivos para cada recipiente se señala en la figura 6.

Figura 6. Información básica para archivar

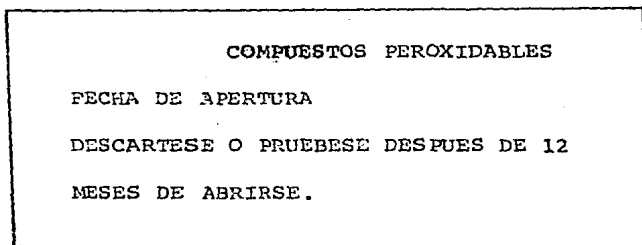
CLASE DE ALMACENAJE			
<input type="checkbox"/> Flamable	<input type="checkbox"/> Oxidante	<input type="checkbox"/> Acido	<input type="checkbox"/> Base
<input type="checkbox"/> Peroxidable	<input type="checkbox"/> Pirofósforico	<input type="checkbox"/> Tóxico	
<input type="checkbox"/> Reactivo con el agua	<input type="checkbox"/> Altamente sensitivo		

El personal encargado del almacén deberá recoger esta información para cada sustancia en existencia.

Un caso especial es el almacenamiento prolongado de compuestos que pueden formar peróxidos explosivos los cuales son sensibles-

a choques, calor o fricción, cuando se encuentran en estado sólido. Debido a la naturaleza de estos peligros, estas sustancias químicas debe ser tratadas con las máximas precauciones. Las fechas en que se abran estos recipientes deben ser anotadas en el recipiente mismo. Las fechas de disposición no deben ser excedidas. Una etiqueta típica para identificar compuestos peroxidables se ilustra en la fig. 8.

Figura 8. Etiqueta para compuestos peroxidables



Las inspecciones periódicas acompañadas por buenas anotaciones son necesarias para darse cuenta de deterioros, fugas o algunos otros problemas.

4. Conclusiones

El efectuar conclusiones generales sobre este trabajo sería quizá redundante y más aún tratándose del aspecto central que es el de la seguridad en los laboratorios de enseñanza experimental de las carreras del área de la Química en la FESC, por lo que además de las recomendaciones que se exponen para un almacén general, a manera de conclusión se propone lo siguiente:

1. Reglamento General.
2. Manual de Seguridad.

Reglamento General

El reglamento de seguridad deberá ser discutido con detalle desde el primer laboratorio que el alumno curse de las carreras del área Química. Se sugiere que el estudiante reciba un manual en el cual se de una lista de algunos de los peligros comunes y que explique algunas rutinas de seguridad (Anexo 1). Al final se haga una prueba de seguridad (Anexo 2). Después el instructor corregirá las respuestas y las discutirá. Esta prueba deberá ser realizada antes de que el estudiante trabaje en el laboratorio.

Cuando los estudiantes entren al laboratorio para su primer experimento, todo el equipo de seguridad deberá ser colocado en su sitio explicando su uso. También deberá discutirse las reglas básicas de seguridad del laboratorio. (Anexo 3). Estas reglas deberán ser colocadas en cada laboratorio y en un lugar visible. Al realizar cada práctica el instructor deberá discutir los experimentos a realizar. Esta discusión incluirá información de flammabilidad y toxicidad acerca de los productos químicos y de las -- precauciones específicas de seguridad. Por lo tanto, información de propiedades físicas y químicas deberán ser requeridas y anotadas en el cuaderno de notas tanto de reactivos y productos.

Cada laboratorio deberá tener recipientes etiquetados para colocar los desechos de los experimentos. Los estudiantes tendrán la precaución de leer las etiquetas de los recipientes de desechos antes de colocarlos dentro para asegurar que no puedan ocurrir accidentes por una mezcla incorrecta de sustancias químicas.

ANEXO 1

Manual de Seguridad

- 1.- Antes de comenzar a trabajar con alguna sustancia química - en esencial conocer sus propiedades, ya sea de sus productos de reacción o intermediarios y las precauciones para su manejo.

- 2.- Condiciones del área de trabajo. Mantener el área de trabajo libre de libros, ropa, bolsas, de derrames químicos, exceso de sustancias químicas, equipo innecesario y basura. - Todos los derrames químicos deberán ser limpiados inmediata y correctamente.

- 3.- Disposición de materiales de desecho. Los artículos de vidrio rotos y las piedras de ebullición deberán ser colocadas en su lugar específico. Los desechos de papel, servilletas, y otros desechos deberán ser colocados en el bote de basura, y los desperdicios químicos, en el recipiente de desechos etiquetado.

- 4.- Protección a los ojos. Los lentes de seguridad proporcionados por la Universidad o lentes apropiados deberán ser usa-

dos todo el tiempo que se esté en el laboratorio. Si se usa un par de lentes regulares, deberá usar un par de goggles de seguridad. Los lentes de contacto no se recomiendan en el laboratorio. Si una sustancia química es salpicada en los ojos, use un lava ojos y lávelo completamente durante 15 minutos. Llame a su instructor y pídale que le ayude. No aplicar una alta presión del chorro de agua dentro del ojo, porque puede ocasionar daños al mismo. Después de que el ojo se ha lavado 15 minutos, repórtese a la enfermería o a un Centro de Salud.

5.- Derrames químicos en el cuerpo. La regadera de seguridad localizada en cada laboratorio deberá ser usada en caso de un derrame en el cuerpo, lavarse en un lavabo no es suficiente. Toda la ropa contaminada deberá ser removida tan rápido como sea posible mientras se está en la regadera de seguridad. Recordar que, la velocidad en lavarse es muy importante y reduce la extensión de un daño. Después de lavarse repórtese a la enfermería o Centro de Salud.

6.- Fuego en un laboratorio. Activar la alarma de fuego y evacuar el laboratorio.

Fuegos pequeños: Con la ayuda de un voluntario se puede extinguir el fuego con un extinguidor apropiado. Recuerde que hay solamente de 8 a 12 segundos de contenido de CO_2 en un extinguidor.

Fuegos grandes. Evacue el edificio siguiendo las rutas de evacuación asignadas. Llame a los bomberos después de que salga del edificio.

Fuego sobre una persona. No correr, póngese debajo de la regadera de seguridad. Cada quien es responsable de meterse a la regadera de seguridad o que le extingan el fuego con un extinguidor. Las mantas contra el fuego son también recomendadas en todos los laboratorios en caso de fuego sobre una persona.

7.- Pipeteando líquidos. Siempre usar una perilla para pipetear líquidos. Nunca usar la boca.

8.- Comiendo o bebiendo. Siempre hay una posibilidad de que un alimento se contamine con una sustancia tóxica, no se debe permitir comer o beber en el laboratorio. A no ser que sea especificado por el instructor. En algunos laboratorios de

la FESC es práctica común que el personal administrativo, - Académico y alumnado consuma sus alimentos o bebidas dentro de ellos.

9.- Fumar. No fumar en el laboratorio.

10.- Experimentos no autorizados. Bajo ninguna circunstancia se deberá realizar algún experimento, sino sólo los que han sido asignados, a no ser que usted discuta con su instructor y haya obtenido su consentimiento.

11.- Calentando líquidos. Al calentar líquidos siempre hacerlo con el recipiente abierto, alejado de uno, y del área de trabajo de los demás, asegurarse de colocar piedras de ebullición en el recipiente. Nunca calentar un recipiente cerrado. No agregar piedras de ebullición una vez que se inicio el calentamiento.

12.- Colocar un tubo de vidrio dentro de tapones. Al insertar una pieza de un tubo de vidrio dentro de un tapón, los siguientes pasos se deberán seguir:

a) pulir con la flama del mechero cada extremo del tubo de

vidrio hasta eliminar bordes cortantes.

- b) Humedecer el extremo del tubo con glicerina o agua.
- c) Cubrir su mano con un trapo, sujetar el tubo cerca del extremo del tubo que será introducido dentro del tapón y con las manos juntas, dar vuelta e introducir el tubo.

13.- Conducta en el laboratorio. Deberá ser cortés, ejercer el sentido común y un buen juicio en el laboratorio. No deberán ser practicadas bromas y juegos en el laboratorio.

14.- Periodos de laboratorio no programados. Bajo ninguna circunstancia trabajar solo en el laboratorio.

15.- Manos. Siempre lavar sus manos si ha tocado un producto químico y antes de marcharse del laboratorio.

16.- Sustancias químicas. Nunca usar una sustancia química de un recipiente no etiquetado. Nunca sustituir un producto químico en un experimento a menos que lo permita el asesor. Siempre tratar a las sustancias químicas no familiares como si fueran peligrosas.

17.- Todos los reactivos deberán ser inspeccionados periódicamente.

Prueba de Seguridad

- 1.- ¿ Dónde se encuentran localizados los extintores en el laboratorio?
- 2.- ¿ Dónde están los lava ojos en el laboratorio?
- 3.- ¿ Dónde está la regadera de seguridad y funciona ésta?
- 4.- ¿ Cuándo deberán ser usados los lentes de seguridad?
- 5.- ¿ Qué haría usted si piensa o le ha caído un producto químico en los ojos?
- 6.- ¿ Qué haría si le cayera un producto químico en el cuerpo?
- 7.- ¿ Cuándo deberá lavarse las manos en el laboratorio?
- 8.- ¿ Qué haría si ocurriera un incendio en el laboratorio?
- 9.- ¿ Qué haría si se quemara su ropa o su cabello?
- 10.- ¿ Usted come, bebe, fuma o prueba algo en el laboratorio?
- 11.- ¿ Cómo pipetearía líquidos?
- 12.- ¿ Usted haría un experimento que no ha sido asignado para usted?
- 13.- ¿ Usa un producto químico de un recipiente sin etiquetar?
- 14.- ¿ Sustituye otras sustancias químicas por otras que no se mencionan en el procedimiento a menos que su instructor le haya indicado hacerlo?

- 15.- ¿ Podría usted trabajar solo en el laboratorio?
- 16.- ¿ Dónde coloca los desechos de un experimento?
- 17.- ¿ Cómo deberá ser calentado un líquido?
- 18.- ¿ Deberán las piezas de tubos de vidrio pulirse al fuego -
antes de usarlas?
- 19.- ¿ Cómo pone un tubo de vidrio dentro de un tapón de hule?
- 20.- ¿ Corre, juega o bromea en el laboratorio?
- 21.- ¿ Calienta usted un sistema cerrado?
- 22.- ¿ Coloca los desechos de un experimento en el drenaje?
- 23.- ¿ Usted se marcha durante un experimento tales como, una -
destilación, aparatos de reflujo, etc., lo atiende de --
prisa?
- 24.- ¿ Qué haría usted si una sustancia es derramada en el labo
ratorio?
- 25.- ¿ Los productos químicos de los cuáles desconocen sus pro-
piedades o no le son familiares cuándo los maneja, lo ha
ce con el mismo cuidado que los productos químicos que -
conoce que son peligrosos?

ANEXO 3

Las 10 reglas básicas de seguridad que se proponen para los laboratorios de Química de la FES-C

- 1) Nunca trabajar solo en el laboratorio.
- 2) Nunca trabajar en el laboratorio sin usar lentes de seguridad.
- 3) Nunca pipetear con la boca.
- 4) Nunca realizar un experimento no autorizado.
- 5) Nunca usar un producto químico sin etiquetar.
- 6) Nunca sustituir un producto químico sin el consentimiento del asesor.
- 7) No comer, beber o fumar dentro del laboratorio.
- 8) Nunca poner desechos químicos con otros desechos.
- 9) Nunca poner los desechos químicos en la coladera.
- 10) Los accidentes deberán ser reportados al asesor inmediatamente.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Bowerman E. W. et al. "Safety Manuals and Handbooks". -
Journal of Chemical Education, September 1969, -- --
Vol. 46, pp. A597 - A624.

- 2.- Bretherick L. "Reactive Chemical Hazards: Their Causes".-
Journal of Chemical Education, February 1979, No. 2,
Vol. 56, pp. A57 - A66.

- 3.- Breysse A. Peter. "University Program in Laboratory Management and Safety". Journal of Chemical Education, -
November 1964, No. 4, Vol. 43, A956.

- 4.- Cambell A. John. "Flash Fires with High Flash Point Liquids".
Journal of Chemical Education, February 1976, No. 2 -
Vol. 53, pp. A107 - A112.

- 5.- Carter D.E. and Quintus Fernando. "Chemical Toxicology Part.
I. Organic Compounds". Journal of Chemical Education, -
May 1979, No. 5, Vol. 56, pp 284-288.

- 6.- Chamberlain M. Mark. "Accident Prevention I". Journal of Chemical Education, September 1960, No. 9, Vol. 37, pp. 446 - 450.
- 7.- Chamberlain M. Mark. "Flamable and toxic Materials". Journal of Chemical Education, October 1960, No. 10 Vol. 37, pp. 511 -514.
- 8.- Chamberlain M. Mark. "Accident Procedures III". Journal of chemical Education (Pennsylvania, U.S.A.), November 1960, No. 11 Vol. 37 pp. 583 - 585.
- 9.- Chlad L. Frank and John J. Houser. "Designing a Safe Academic Chemistry Building". Journal of Chemical Education, September 1979, No. 9 Vol. 56, pp. A277 - 280.
- 10.- Cook B. William and Alfred J. Safety in Chemical Laboratories". Journal of Chemical Education, February 1954, pp. 95 - 96.
- 11.- Golden Maurice. "Emergency Eye Wash Fountain". Journal of Chemical Education, April 1969, No. 4, Vol. 46, pp. A269 - A272.

- 12.- Hanssmann O. Charles. "Safety is Everyone's Responsibility in the Schools". Journal of Chemical Education, March 1980, No. 3, Vol. 57, pp. 203 - 205.
- 13.- Hill W. John and Robert J. Pasteris. "Safety in the Organic Laboratory: A Modernized Mole Table". Journal of Chemical Education, May 1975, No. 5, Vol. 52, pp. A291.
- 14.- Irving R. James. "A Laboratory Safety Orientation Lecture - for the First Chemistry Course". Journal of Chemical Education, March 1967, No. 3, Vol. 44, pp. A215 - A225.
- 15.- Kimzey H.J. "Laboratory Safety Inspection - a Check List". Journal of Chemical Education, March 1975, No. 3, Vol. 52, pp. A182 - A185.
- 16.- Livingston K.H. "Safety Considerations in Research Proposals". Journal of Chemical Education, October 1964, - No. 10, Vol. 41 pp. A785-A789.
- 17.- McCullough Thomas, C.S.C. "What Not To Do in The Laboratory". Journal of Chemical Education, December 1976, - No. 12, Vol. 53, pp. 781.

- 18.- Mikell G.W. and L. R. Hobbs. "Laboratory Hood Studies" --
Journal of Chemical Education, May 1981, No. 5, Vol.-
58, pp. A165 - A169.
- 19.- Hagel C. Miriam. "Chemical Storage". Journal of Chemical-
Education, February 1982, No. 2, Vol. 59, pp. 156-157.
- 20.- Nicholson G. Douglas. "Safety Practices and the Chemistry
Stockroom". Journal of Chemical Education (Pennsylvania,
U.S.A.), April 1953, No. 4, Vol. 36, pp. 188-189.
- 21.- Nicholson G. Douglas. "Safety Practices: Industry, Yes -
Colleges, ??". Journal of Chemical Education, August
1959, No. 8, Vol. 36, pp. 377 - 378.
- 22.- Pipitone A. David and Donal D. Hedberg. "Safe Chemical -
Storage: A Pound of Prevention is Worth a Ton of ---
Trouble". Journal of Chemical Education, May 1982, -
No. 5, Vol. 59, pp. A159 - A165.
- 23.- Pitt J. Martin. "Waste Disposal in Teaching Laboratories".
Journal of Chemical Education, September 1980, No. 9,
Vol. 57, pp. A261 - A 264.

- 24.- Roessler C. E., et al. "An Occupational Health and Safety Program for a Major University". Journal of Chemical Education, February 1977, No. 2, Vol. 54, pp. A77 -- A85.
- 25.- Schmitz M. Thomas and Ralph K Davies. "Laboratory Accident Liability: Academic and Industrial". Journal of Chemical Education, September 1967, No. 9, Vol. - pp. A654 - A 656.
- 26.- Shaw J. A. "Safe Use of Flammable Liquids in Laboratories". Journal of Chemical Education, October 1968, No. 10, - Vol. 45, pp. A821 - A830.
- 27.- Sichak Stephen. "The Occupational Safety and Health Act as it Relates to the Working Chemist". Journal of Chemical Education, February 1975, No. 2, Vol. 52, pp. --- A90- AA107.
- 28.- Stacy W. Gardner (comp). "Safety and Health in the Academic Laboratory". Journal of Chemical Education, February 1979, No. 2 Vol. 56, pp. 91 - 93.

- 29.- Steere V. Norman. "Fire, Emergency, and Rescue Procedures".
Journal of Chemical Education, May 1964, No. 5, Vol. -
41, pp. A369 - A374.
- 30.- Steere V. Norman. "Fire - Protected Storage for Records and
Chemicals". Journal of Chemical Education, November --
1964, No. 11 Vol. 41, pp. A858 - A870.
- 31.- Steere V. Norman. " Identification of Hazardous Materials--
Part I". Journal of Chemical Education, October 1971,-
No. 10, Vol. 48, pp. A657 - A663.
- 32.- Steere V. Norman. "Identification of Hazardous Materials --
Part. II". Journal of Chemical Education, November ---
1971, No. 11, Vol. 48, pp. A709 - A713.
- 33.- Steere V. Norman. "Identification of Hazardous Materials --
Part III". Journal of Chemical Education, December ---
1971, No. 12, Vol. 48, pp. A765 - A769.
- 34.- Steere V. Norman. "Identification of Hazardous Materials --
Part IV". Journal of Chemical Education, January 1972.
No. 1, Vol. 49, pp. A19 - A22.

- 35.- Steere V. Norman. "Identification of Hazardous Materials -- Part V". Journal of Chemical Education, February 1972, - No. 2 Vol. 49, pp. A75 - A79.
- 36.- Steere V. Norman. "Identification of Hazardous Materials -- Part VI". Journal of Chemical Education, March 1972, - No. 3, Vol. 49, pp. A139 - A145.
- 37.- Steere V. Norman. "Identification of Hazardous Materials --- Part VII". Journal of Chemical Education, April 1972, - No. 4, Vol. 49, pp. A225 - A227.
- 38.- Steere V. Norman. "Standard to be adopted for Fire Safety - in Laboratories". Journal of Chemical Education, July-1975, No. 7, Vol. 52, pp. A352 - A353.
- 39.- Steere V. Norman. "Standard to be adopted for Safety in Laboratories. (Concluded)". Journal of Chemical Education, August 1975, No. 8 Vol. 52, pp. A380 - A391.
- 40.- Steere V. Norman. "Working Safely in a Lanoratory: An Orientation for the New Employee". Journal of Chemical Educa tions, 1976, pp. A159 - A166.

- 41.- Steere V. Norman (comp.). "Responsibility for Accident Prevention". Journal of Chemical Education, January 1964, No. 1, Vol. 41, pp. A27 - A36.
- 42.- Steere V. Norman (comp.). "Ventilation of Laboratory Operations". Journal of Chemical Education, February 1964, - No. 2, Vol. 41, pp. A95 - A108.
- 43.- Steere V. Norman (comp.). "Hazard Identification Signals" - Journal of Chemical Education, May 1968, No. 5, Vol. - 45, pp. A413 - A422.
- 44.- Steere V. Norman (comp.). "Chemical Safety Slide Rule". --- Journal of Chemical Education, January 1969, No. 1, -- Vol. 46, pp. A29 - A32.
- 45.- Steere V. Norman (comp.). "Safety Manuals and Handbooks". - Journal of Chemical Education, June 1969, No. 6, Vol.- 46, pp. A427 - A441.
- 46.- Steere V. Norman (comp.). "Safety Manuals and Handbooks". - Journal of Chemical Education, December 1969, No. 12, - Vol. 46, pp. A881 - A888.

- 47.- Steere V. Norman (comp.). "Safety Manuals and Handbooks". -
Journal of Chemical Education, October 1969, No. 10, -
Vol. 46, pp. A741 - A754.
- 48.- Steere V. Norman (comp.). "Safety Manuals and Handbooks". -
Journal of Chemical Education, November 1969, No. 11,
Vol. 46, pp. A813 - A824.
- 49.- Steere V. Norman (comp.). "A Guide to Laboratory Safety".-
Journal of Chemical Education, December 1976, No. 12,
Vol. 53, pp. A493 - A504.
- 50.- Stevens Arthur. "Flammable Liquids - Why the Hazard ?". -
Journal of Chemical Education, March 1979, No. 3, --
Vol. 56, pp. A119 - A124.
- 51.- Stokinger E. Herbert. "Means of Contact and Entry of Toxic
Agents". Journal of Chemical Education, September --
1967, No. 9, Vol. 44, pp. A721 - A725.
- 52.- Sweeney L. Thomas. "The Personal Liability of Chemical --
Edutors". Journal of Chemical Education, March 1977,
No. 3, Vol. 54, pp. 134 - 138.

53.- Williamson R.J. "Hazardous Chemical Storage". Journal of Chemical Education, August 1983, No. 8, Vol. 60, ---- pp. 668 - 669.

54.- Winderlich Rudolf. "Prevention of Accidents when Handling Chemicals". Journal of Chemical Education, December-1950, pp. 670 - 673.

55.- Young A. Jay. "The Role of Labeling in Chemical Health - and Safety: Recent Developments". Journal of Chemical Education, May 1983, No. 5, Vol. 60, pp. A141 -- A144.

56.- Young R. John. "The Responsibility for a Safe High School Chemistry Laboratory". Journal of Chemical Education, May 1971, No. 5 Vol. 48, pp. A349 - A356.