

GUIA DE SEGURIDAD E HIGIENE

EN LOS

LABORATORIOS

DE LA

FACULTAD

DE

CIENCIAS AGRARIAS - UNL

-2009-

Lema

“Que el orden, la seguridad y la limpieza, sean el reflejo de la belleza que reine en nuestros Laboratorios de Ciencias Experimentales”.

Importancia

El trabajar en un laboratorio de experimentos químicos, presenta una serie de riesgos relacionados básicamente con las instalaciones, los reactivos que se manipulan y las operaciones que se realizan.

Con respecto a los productos químicos se debe tener en cuenta que algunos de ellos son muy peligrosos, aunque normalmente se emplean en pequeñas cantidades o sea diluidos.

Para minimizar los riesgos debemos considerar las siguientes acciones preventivas:

- Disponer de información sobre las características de peligrosidad de las sustancias.
- Adquirir información para realizar un trabajo seguro.
- Adquirir buenas técnicas y prácticas de trabajo.
- Trabajar con material suficiente, adecuado y en buen estado de conservación.
- Llevar una buena política de mantenimiento preventivo en los laboratorios, con revisiones periódicas y reparación de las roturas.
- Considerar los aspectos de seguridad. Tratar de no acumular materiales en las superficies de trabajo, a su vez, debe disponer de un espacio para trabajar libremente.
- El laboratorio debe estar bien iluminado y disponer de un sistema de ventilación adecuado.

Objetivos

La presente guía tiene como propósito proporcionar las nociones básicas sobre los posibles riesgos y peligros que entraña el trabajo en el laboratorio, cómo actuar en caso de accidente y lo más relevante, las normas de conducta que impidan enfrentarse a ese tipo de situaciones.

1. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

En el laboratorio se realizan operaciones muy diversas, en las que se manipulan una gran variedad de reactivos con diferente peligrosidad. Es en estas circunstancias cuando debe recurrirse a los equipos de protección individual, que serán adecuados frente a los riesgos que se debe proteger.

a. Gafas Protectoras

Las gafas cumplen la función primordial de proteger la vista del operador. Se deben utilizar oculares filtrantes aquellas operaciones en las que haya riesgo de exposición a radiaciones ópticas tales como ultravioleta, infrarrojo o láser. Tener en cuenta que el uso de gafas de protección es obligatorio en los laboratorios químicos.

Las personas que necesiten portar **lentes de contacto** durante los trabajos de laboratorio, deben ser conscientes de los peligros potenciales a los que se debe someter. Como puede ser imposible retirar las lentes de contacto después de que se haya derramado una sustancia química en el área ocular, como así también interferirán con los procedimientos de lavado de emergencia, si le penetra alguna sustancia y queda inconsciente, el personal que lo auxilia no se percatará de que lleva lentes de contacto.

b. Guantes para protección de la piel (manos)

Estos elementos impiden el contacto y la penetración de sustancias, sean tóxicas, corrosivas o irritantes a través de la piel, especialmente a través de las manos que es la parte del cuerpo que entra en contacto con los productos químicos. Sin embargo, no se debe dejar de considerar el riesgo de impregnación de la ropa, que se puede prevenir empleando una *“ropa de trabajo o protección adecuada”* a la peligrosidad del agente químico manipulado.

En caso de contacto con el producto debe procederse al lavado inmediato de la protección y si se ha impregnado la ropa de trabajo, quitarla y lavarla.

Los guantes de seguridad se fabrican en diferentes materiales (PVC, PVA, nitrilo, látex, neopreno) en función del riesgo que se pretende proteger. Para su uso en el laboratorio, además de la necesaria resistencia mecánica a la tracción y a la perforación, es fundamental la impermeabilidad frente a los distintos productos químicos. Téngase en cuenta que la utilización de guantes no impermeables frente a un reactivo, si hay inmersión o contacto directo, no solamente no protege sino que incrementa el riesgo.

Se debe tener en cuenta para el caso de manipulaciones con temperatura utilizar guantes de amianto.

c. Protección de las vías respiratorias

Los equipos de protección de las vías respiratorias son aquellos que se utilizan para impedir que el contaminante penetre en el organismo a través de la nariz. Técnicamente se pueden clasificar en equipos dependientes e independientes del medio ambiente.

Equipos que dependen del medio ambiente

Son equipos que utilizan el aire del medio ambiente y lo purifican, es decir retienen o transforman los contaminantes presentes en él para que sea respirable.

Presentan dos partes claramente diferenciadas: el adaptador facial y el filtro. El adaptador facial tiene la función de crear un espacio herméticamente cerrado alrededor de las vías respiratorias, de manera que el único acceso a ellas sea a través del filtro, mientras que las mascarillas auto filtrante es un tipo especial de protector respiratorio que reúne en un solo cuerpo el adaptador facial y el filtro. No son adecuadas para la protección de gases o vapores sino que es más apta para la protección de partículas sólidas y aerosoles.

2. EQUIPOS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

El laboratorio dispone de una serie de elementos de actuación de seguridad que se describen a continuación y que deben estar correctamente señalizados:

a. CAMPANAS EXTRACTORAS

Las campanas extractoras capturan, contienen y expulsan las emisiones generadas por sustancias químicas peligrosas.

El propósito de las campanas extractoras de gases es prevenir el vertido de contaminantes en el laboratorio. Ello se consigue extrayendo el aire del laboratorio hacia el interior de la campana.

Recomendaciones para la utilización

- Se debe trabajar siempre, al menos, a 15 cm del marco de la campana.
- Las salidas de gases de los reactores deben estar enfocadas hacia la pared interior, si fuera posible, hacia el techo de la campana.
- No se debe utilizar la campana como almacén de productos químicos. La superficie de trabajo debe mantenerse limpia.
- Las campanas extractoras deben estar siempre en buenas condiciones de uso. El operador no debe detectar olores procedentes del material ubicado en su

interior, si se detectan, hay que asegurarse que el extractor esté en buen funcionamiento.

b. DUCHAS DE SEGURIDAD

Constituyen el sistema de emergencia más habitual para casos de proyecciones con riesgo de quemaduras químicas e incluso si se prende fuego la ropa.

La ducha deberá proporcionar un caudal de agua suficiente para empapar el sujeto completa e inmediatamente. El agua utilizada debe ser potable, procurando que no esté fría (entre 20 y 35° C) para evitar el riesgo que supone enfriar a una persona quemada en estado de shock.

Los modelos más adecuados son aquellos que tienen un accionador triangular unido al sistema mediante una barra fija.

Se deben quitar las ropas, los zapatos y las joyas mientras se está debajo de la ducha.

c. FUENTES LAVAOJOS

Es un sistema que debe permitir la descontaminación rápida y eficaz de los ojos y que está constituido básicamente por dos rociadores o boquillas capaces de proporcionar un chorro de agua para lavar los ojos o la cara, una pileta provista del correspondiente desagüe, de un sistema de fijación al suelo o a la pared y de un pedal o accionador de pie y/o de codo.

El chorro proporcionado por las boquillas debe ser de baja presión para no provocar daño o dolor innecesario. Igual que se ha indicado para la ducha, el agua debe ser potable y es recomendable que sea templada.

¿Cómo se debe usar?

- Las lentes de contacto deben extraerse lo más pronto posible para lavar los ojos y eliminar totalmente las sustancias químicas peligrosas.
- El agua no se debe aplicar directamente sobre el globo ocular, sino a la base de la nariz, esto hace que sea más efectivo el lavado de los ojos, extrayendo las

sustancias químicas (los chorros potentes de agua pueden volver a introducir partículas en los ojos).

- Se debe forzar la apertura de los párpados para asegurar el lavado detrás de los mismos.
- Hay que asegurarse de lavar desde la nariz hacia las orejas; ello evitará que penetren sustancias químicas en el ojo que no está afectado.
- Deben lavarse los ojos y párpados durante 15 minutos, como mínimo.
- Después del lavado, es conveniente cubrir ambos ojos con una gasa limpia y estéril.

d. MANTAS IGNÍFUGAS

Las mantas permiten una acción eficaz en el caso de fuegos pequeños y sobre todo cuando se prende fuego en la ropa, como alternativa a las duchas de seguridad. La utilización de la manta puede en ciertos casos evitar el desplazamiento del sujeto en llamas, lo que ayuda a limitar el efecto y desarrollo de éstas.

La acción de las mantas ignífugas para apagar fuegos está pensada para una actuación rápida.

Una alternativa a las mantas es la utilización de prendas o textiles poco combustibles y/o humedecidos.

e. EXTINTORES

Si no es factible controlar los pequeños incendios que se producen en el laboratorio con mantas hay que recurrir al uso de extintores que son aparatos que contienen un agente o sustancia extintora de distinta naturaleza según el tipo de fuego a atacar que debe ser proyectada y dirigida sobre el fuego por acción de una presión interna.

Existen distintos tipos de fuego, los mismos se clasifican según se trate de sólidos, líquidos, gases, metales o de origen eléctrico, por ello debe decidirse en cada caso el agente extintor adecuado: agua pulverizada o a chorro, polvo, polvo polivalente, espuma, hidrocarburos halogenados o CO₂.

Para su uso en el laboratorio, la experiencia demuestra que los más prácticos y universales son los de Dióxido de Carbono (CO₂), ya que, dada la presencia de instrumental eléctrico delicado y productos químicos reactivos, otros agentes extintores podrían producir agresiones irreparables a los equipos o nuevos focos de incendios.

La utilización de extintores portátiles en los laboratorios debe valorarse cuidadosamente, sobre todo si se trata de fuegos muy localizados que afecten solamente a áreas reducidas de los mismos.

Los extintores se clasifican de acuerdo al tipo particular de fuego y se los etiqueta con la misma letra y símbolo que al tipo de fuego:

TIPO A - Sustancias combustibles: madera, telas, papel, caucho y plásticos.

TIPO B - Líquidos inflamables: aceite, grasas y diluyentes de pinturas.

TIPO C - Equipos eléctricos conectados a la corriente.

TIPO D - Metales combustibles (magnesio, titanio, sodio, litio, potasio).

¿CÓMO USAR UN EXTINTOR?

A. TIRAR DE LA ANILLA: Colocar la mano en la parte superior del cilindro y tira del pasador. Ello libera la maneta y permite activar la unidad.

B. APUNTAR: la boquilla a la base de las llamas.

C. COMPRIMIR: la maneta liberando la sustancia extintora.

D. BARRER LA ZONA: Con la boquilla a un lado y otro de la base de las llamas hasta vaciar el extintor sobre el fuego.

Precauciones de seguridad personal

Se debe cumplir con la regla de los “no”:

- “No” ACERCARSE al fuego.
- “No” dejar JAMÁS que el fuego se interponga entre uno y la salida de la habitación.
- “No” ENTRAR a un área desconocida para apagar un fuego, especialmente, en un Laboratorio de Química.

Y posteriormente

- Notificar el fuego a la persona u organismo competente y a los bomberos.

f. NEUTRALIZADORES

Otros elementos de protección para actuaciones en la emergencia, frente al caso de derrames o vertidos accidentales son los agentes neutralizadores. Los neutralizadores y absorbentes o adsorbentes necesarios estarán en función de la actividad del laboratorio y de los productos utilizados. Normalmente debe disponerse de agentes específicos para ácidos, bases, disolventes orgánicos y mercurio, lo que constituye el denominado “equipo básico”.

3. PROCEDIMIENTO DE PRIMEROS AUXILIOS Y EMERGENCIA

Además de los aspectos generales del plan de emergencia, deben contemplarse una serie de situaciones específicas en los laboratorios, para las cuales debe disponerse de un plan específico de cómo actuar.

4. VERTIDOS o DERRAMES

En caso de vertidos o derrames debe actuarse rápidamente, recogiendo inmediatamente el producto derramado evitando su evaporación y daños sobre las instalaciones. El procedimiento a emplear está en función de las características del producto: inflamable, ácido, álcali, mercurio, existiendo actualmente absorbentes y neutralizadores comercializados.

Acción

Procedimientos generales

Líquidos inflamables

Los vertidos de líquidos inflamables deben absorberse con carbón activado u otros absorbentes específicos que se pueden encontrar en el comercio. No emplear nunca aserrín, debido a su inflamabilidad.

Ácidos

Los vertidos de ácidos deben absorberse con la máxima rapidéz ya que tanto el contacto directo, como los vapores que se generen, pueden causar daño a las personas, instalaciones y equipos. Para su neutralización lo mejor es emplear los absorbentes neutralizadores o bicarbonato de sodio. Una vez realizada la neutralización debe lavarse la superficie con abundante agua y detergente.

Bases

Se empleará para su neutralización abundante agua a ligeramente acidulada. Una vez realizada la neutralización debe lavarse la superficie con abundante agua y detergente.

Líquidos no inflamables, no tóxicos, ni corrosivos

Los vertidos ese tipo de líquidos se pueden absorber con aserrín de madera.

ATMÓSFERA CONTAMINADA

La atmósfera de un laboratorio puede ser tóxica o explosiva después de un accidente por rotura de un frasco, vertido de un reactivo, fuga de un gas, entre otras cuestiones.

Las acciones correctivas son las siguientes

Si es débil

- Abrir las ventanas.

Si es importante

- Evacuar el personal del local.
- Avisar al equipo de intervención provisto del material de protección adecuado al riesgo: equipos de protección respiratoria, vestidos de protección, guantes.
- Cerrar todos los aparatos con llama si el producto contaminante es volátil e inflamable.
- Abrir las ventanas.
- Si ha tenido su origen en un derrame, absorberlo, lavando con agua corriente, empleando guantes y papel adsorbente.
- Prohibir la entrada al local hasta que disminuya la concentración ambiental de la sustancia peligrosa.
- Aconsejar la realización de mediciones ambientales para detectar los niveles de contaminación.

SITUACIONES DE RIESGO EN LA MANIPULACIÓN DE GASES:

Fugas de gases

La revisión periódica de las conexiones y de la instalación de gas en general, es la medida preventiva más eficaz para la prevención de fugas o pérdidas que puedan ser causa de una situación de emergencia. Esta revisión debe realizarse con agua jabonosa o detectores específicos para el gas.

En caso de detectarse una fuga, se recomienda la siguiente secuencia:

1. Aproximarse a la garrafa siempre con el viento o la corriente de aire a la espalda.
2. Verificar que el gas no se ha encendido
3. Cerrar el grifo o la llave de paso.
4. Trasladar el recipiente con pérdida a un espacio abierto, fuera del alcance de personas e instalaciones.
5. Avisar al proveedor

Llama en la boca de un recipiente de gas inflamable

Si se produce una llama en la boca en una garrafa o cilindro recipiente, se procederá a cerrar el grifo.

Si ello no es posible, la actuación a seguir dependerá del tipo de local en que esté situada. Si está en una casilla de gases y está adecuadamente acondicionada, se apagará la llama con un extintor, preferiblemente de polvo, se señalará la zona indicando el peligro y se enfriará el grifo para poder cerrarlo.

Si se toma la decisión de no apagar la llama, deberá actuarse para que la llama no provoque un incendio, separando de la botella con llama todo lo susceptible.

Inmediatamente dar aviso a los bomberos.

INCENDIO

En caso de incendio, el laboratorio debe ser evacuado y deben cerrarse las puertas.

El laboratorio debe estar dotado de extintores portátiles, agua pulverizada, halogenados, CO₂, polvo, adecuados a los tipos de fuegos posibles, debiendo el personal del laboratorio conocer su funcionamiento. Los extintores deben estar colocados a una distancia de los puestos de trabajo que los hagan accesibles, no debiéndose colocar objetos que puedan obstruir dicho acceso.

Son especialmente útiles para el control de pequeños incendios en el laboratorio las mantas ignífugas. Si el fuego prende la ropa, utilizar también la manta o la ducha de seguridad, procurando que el desplazamiento sea mínimo.

ACCIDENTES

En caso de accidente se debe activar el sistema de emergencia o bomberos y cumplir con la sigla

PAS (Proteger, Avisar, Socorrer).

Al comunicarse, se debe dar un mensaje preciso sobre:

- *Lugar* donde ha ocurrido el accidente.
- *Tipo de accidente*: intoxicación, quemadura térmica o química, herida.
- *Número de víctimas*.

- *Estado aparente de las víctimas* (conscientes, sangran, respiran, etc.).
- Disponer de una persona del laboratorio que reciba y acompañe a los servicios de socorro con el fin de guiarlos rápidamente hasta el lugar del accidente.

SALPICADURAS EN LOS OJOS Y SOBRE LA PIEL

Sin perder un instante **lavarse con agua durante 10 o 15 minutos**, empleando la ducha de seguridad; quitarse la ropa y objetos previsiblemente mojados por el producto. Si la salpicadura es en los ojos, emplear el lavaojos durante 20 minutos, sobre todo si el producto es corrosivo o irritante. **No intentar neutralizar** y acudir al médico lo más rápidamente posible con la etiqueta o ficha de seguridad del producto.

MAREOS O PÉRDIDA DE CONOCIMIENTO DEBIDO A UNA FUGA TÓXICA

Hay que protegerse del medio con un aparato respiratorio antes de aproximarse a la víctima. Trasladar al accidentado a un lugar seguro y dejarlo recostado sobre el lado izquierdo. Aflojarle la ropa o todo aquello que pueda oprimirlo, verificando si ha perdido la memoria y si respira; tomarle el pulso. Practicar, si es necesario, la reanimación cardiorrespiratoria. No suministrar alimentos, bebidas ni productos para activar la respiración.

ELECTROCUCIÓN

La electrocución o choque eléctrico tiene lugar cuando, por un contacto eléctrico directo o indirecto, una persona pasa a formar parte de un circuito eléctrico, traspasando por su organismo una determinada intensidad eléctrica durante un tiempo. La intensidad depende del voltaje y de la resistencia del organismo, que a su vez, depende del camino recorrido y de factores fisiológicos. Las acciones a llevar a cabo cuando alguien queda "atrapado" por la corriente son las siguientes:

- Cortar la alimentación eléctrica del aparato causante del accidente antes de acercarse a la víctima para evitar otro accidente y retirar al accidentado.
- Practicar, si es necesario, la reanimación cardiorrespiratoria.
- No suministrar alimentos, bebidas ni productos para activar la respiración.

QUEMADURAS TÉRMICAS

Las instrucciones básicas para el tratamiento de quemaduras térmicas son: **lavar con abundante agua fría** para enfriar la zona quemada, no quitar la ropa pegada a la piel, tapan la parte quemada con ropa limpia. Acudir al médico.

Son recomendaciones específicas en estos casos:

- No aplicar nada a la piel (ni pomada, ni grasa, ni desinfectantes).
- No enfriar demasiado al accidentado.
- No dar bebidas ni alimentos.
- No romper las ampollas.
- No dejar abandonado al accidentado.

INTOXICACIÓN DIGESTIVA

Debe tratarse en función del tóxico ingerido, para lo cual se debe disponer de información a partir de la etiqueta y de la ficha de datos de seguridad. La acción inicial se encamina a evitar la acción directa del tóxico mediante su neutralización o evitar su absorción por el organismo. Posteriormente, o en paralelo, se tratan los síntomas causados por el tóxico. Es muy importante la **atención médica rápida**, lo que requiere el traslado del accidentado, que debe llevarse a cabo en condiciones adecuadas. No debe provocarse el vómito cuando el accidentado presenta convulsiones o está inconsciente, o bien se trata de un producto corrosivo o volátil. Para evitar la absorción del tóxico se emplea carbón activado o agua albuminosa. En caso de pequeñas ingestiones de ácidos, beber una solución de bicarbonato de sodio diluída (5 %), mientras que se recomienda tomar bebidas

ácidas (refrescos de cola) en el caso de álcalis, o una solución diluida de ácido acético (5 %).

4. PROTOCOLOS EN EL MANEJO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS, APARATOS E INSTALACIONES

En el laboratorio, además de los riesgos intrínsecos de los productos químicos y de los generados por las operaciones que con ellos se realizan, deben considerarse también los que tienen su origen en las instalaciones, material de laboratorio y equipos existentes en el mismo:

MATERIAL DE VIDRIO

En el trabajo de laboratorio se utilizan mucho instrumental de material de vidrio ya que presenta una serie de ventajas: transparencia, manejabilidad, facilidad de diseño y sencillez en la preparación de montajes, permitiendo, además, su moldeabilidad por calentamiento y la fabricación de piezas a medida.

Los riesgos asociados a la utilización del material de vidrio en el laboratorio son:

- Cortes o heridas producidos por rotura del material de vidrio o como consecuencia del proceso de apertura de ampollas selladas, frascos con tapón esmerilado, llaves de paso, conectores etc., que se hayan obturado.
- Explosión, implosión e incendio por rotura del material de vidrio en operaciones realizadas a presión o al vacío.

Las medidas de prevención adecuadas frente a estos riesgos son:

- Examinar el estado de las piezas antes de utilizarlas y desechar las que presenten el más mínimo defecto.
- Desechar el material que haya sufrido un golpe de cierta consistencia, aunque no se observen grietas o fracturas.

- Efectuar los montajes para las diferentes operaciones (reflujos, destilaciones ambientales y al vacío, reacciones con adición y agitación, endo y exotérmicas) con especial cuidado, evitando que queden tensionados, empleando soportes y abrazaderas adecuados y fijando todas las piezas según la función a realizar.
- No calentar directamente el vidrio a la llama; interponer un material capaz de difundir el calor (p.e., una rejilla metálica o manta calefactoras).
- Introducir de forma progresiva y lentamente los balones de vidrio en los baños calientes.
- Utilizar aire comprimido a presiones bajas (0,1 bar) para secar los balones.
- Evitar que las piezas queden atascadas colocando una capa fina de grasa de silicona entre las superficies de vidrio y utilizando siempre que sea posible tapones de plástico.
- Para el destrabado de piezas deben utilizarse guantes y protección facial o bien realizar la operación bajo campana con pantalla protectora.

Si el recipiente a manipular contiene líquido, debe llevarse a cabo la apertura sobre un contenedor de material compatible, y si se trata de líquidos de punto de ebullición inferior a la temperatura ambiente, debe enfriarse el recipiente antes de realizar la operación.

APARATOS CON LLAMA

El trabajo con llama abierta genera riesgos de incendio y explosión por la presencia de gases comburentes o combustibles, o de productos inflamables en el ambiente próximo donde se utilizan.

Para la prevención de estos riesgos son acciones adecuadas:

- Suprimir la llama o la sustancia inflamable, aislándolas, o garantizar una ventilación suficiente para que no alcance jamás el límite inferior de inflamabilidad.
- Calentar los líquidos inflamables mediante sistemas que trabajen a una temperatura inferior a la de autoignición (p.e., baño maría, de arena).
- Utilizar equipos con dispositivo de seguridad que permita interrumpir el suministro de gases en caso de desperfectos o anomalías.

- Mantener en forma adecuado la instalación de gas.

BAÑOS CALIENTES Y OTROS DISPOSITIVOS DE CALEFACCIÓN

Los principales riesgos que presentan son quemaduras térmicas, rotura de recipientes de vidrio ordinario con desprendimiento de vapores, vuelcos, vertidos, emisión incontrolada de humos en los baños de aceite, generación de calor y humedad ambiental en los baños de agua.

También es importante el riesgo de contacto eléctrico indirecto por envejecimiento del material.

Para prevenir estos riesgos las principales acciones a tomar son:

- No llenar hasta el borde el baño.
- Asegurar su estabilidad con ayuda de soportes.
- No introducir recipientes de cualquier vidrio en el baño, sólo utilizar vidrio tipo Pyrex.
- Disponer de un termostato de seguridad para limitar la temperatura.
- Utilizar dispositivos aislantes térmicos que no contengan amianto (cancerígeno).
- Cuando su uso sea continuado, disponer de extracción localizada.
- Llevar a cabo un mantenimiento preventivo con revisiones periódicas, que deben aumentar de frecuencia con el uso y la antigüedad del dispositivo. Prestar especial atención a las conexiones eléctricas.

BAÑOS FRÍOS

Los contactos puntuales y poco intensos con el líquido refrigerante no producen daños ya que la evaporación es instantánea, pero un contacto prolongado es peligroso.

Los principales riesgos que presentan son: quemaduras por frío y desprendimiento de vapores. También hay que tener en cuenta que si se emplean para el control de reacciones exotérmicas, cualquier incidente que anule su función puede generar un incendio, una explosión o la emisión de sustancias tóxicas al ambiente.

Son normas generales para la prevención de estos riesgos:

- **No introducir las manos sin guantes** protectores en el baño frío.

- Manipular la nieve carbónica con la ayuda de pinzas y guantes térmicos.
- Introducir los recipientes en el baño frío lentamente con el fin de evitar una ebullición brusca del líquido refrigerante.

REFRIGERANTES

Todos los refrigerantes funcionan normalmente con circulación de agua corriente a través de conexiones mediante tubos flexibles, aunque en algunos casos se emplea un circuito cerrado, con enfriamiento del agua en un baño refrigerado.

Los riesgos más habituales en el uso de refrigerantes son: rotura interna con entrada de agua en el medio de reacción que puede provocar incendio, explosión o emisión de productos tóxicos, fuga de vapores por corte en el suministro de agua e inundación en el caso de desconexión del tubo.

Disponer de un sistema de seguridad que interrumpa el aporte de calor en caso de que se corte el suministro de agua, asegurarse que los tubos están bien sujetos, y renovarlos periódicamente, son medidas eficaces para la prevención de los riesgos mencionados.

ESTUFAS

Presentan riesgos de explosión, incendio e intoxicación si se desprenden vapores inflamables en la estufa, de sobrecalentamiento si se produce un fallo en el termostato y de contacto eléctrico indirecto.

El control del riesgo en las estufas se basa en las siguientes recomendaciones:

- Si se utiliza una estufa para evaporar líquidos volátiles debe disponerse de un sistema de extracción y retención por filtrado o por condensación de los vapores producidos.
- Emplear estufas con sistemas de seguridad de control de temperaturas (doble termostato, por ejemplo).
- Efectuar el mantenimiento, comprobando la ausencia de pérdida de corrientes de fuga por envejecimiento del material y el correcto funcionamiento de la toma de tierra.

GARRAFAS E INSTALACIÓN DE GASES

En el laboratorio se suelen utilizar gases a presión suministrados a través de una instalación fija o directamente de la garrafas o cilindros. En ambos casos hay que observar determinadas precauciones y disponer de un protocolo de utilización.

Son situaciones de riesgo características en el empleo de gases a presión, disueltos o licuados:

- Caída de la botella.
- Intoxicación en caso de fuga de un gas tóxico, irritante o corrosivo de la instalación.
- Fuga de un gas explosivo.
- Fuga de un gas inerte.
- Incendio en la boca de un gas inflamable.

Control del riesgo:

- Disponer de un plan de actuación para casos de fugas e incendio en la boca de la garrafa.
- Observar las precauciones adecuadas a las características del gas manipulado.

CENTRÍFUGAS

Riesgos a considerar:

- Rotura del rotor.
- Heridas en caso de contacto con la parte giratoria.
- Explosión por una atmósfera inflamable.
- Formación de bioaerosoles.

Control del riesgo:

- **Repartir la carga simétricamente.**
- La centrífuga debe llevar un mecanismo de seguridad de tal manera que no pueda ponerse en marcha si la tapa no está bien cerrada e impidiendo su apertura si el rotor está en movimiento.

- Disponer de un procedimiento de actuación para el caso de roturas y/o formación de bioaerosoles.

PIPETAS

Riesgos:

- Contacto o ingestión de un líquido tóxico o corrosivo.
- Cortes por rotura.

Control del riesgo:

- Está terminantemente **prohibido pipetear con la boca.**
- Utilizar siempre guantes impermeables al producto manipulado.
- Utilizar propipetas o bombas de aspiración manual de caucho o cremallera que se adapten bien a las pipetas a utilizar.
- Para algunas aplicaciones y reactivos es recomendable utilizar un dispensador automático de manera permanente.

Cualquier operación del laboratorio en la que se manipulen productos químicos presenta siempre riesgos, para eliminarlos o reducirlos de manera importante es conveniente, antes de efectuar cualquier operación, hacer una interpretación del procedimiento a seguir y asegurarse de disponer del material adecuado, manipular siempre la cantidad mínima de producto químico, llevar las prendas y accesorios de protección adecuados y tener previsto un plan de actuación en caso de incidente o accidente.

A continuación se revisan una serie de operaciones **habituales en el laboratorio químico**, relacionando los posibles riesgos existentes y las correspondientes acciones para su eliminación o reducción:

a TRASVASES DE LÍQUIDOS

Los trasvases se pueden realizar por vertido libre, con sifón o con la ayuda de una bomba.

En el primer caso puede haber riesgos de vertido de líquidos e intoxicación por vapores.

Para la prevención de estos *riesgos* es aconsejable:

- Emplear una bomba o un sifón para trasvases de gran volumen.
- Utilizar gafas o pantallas de protección facial cuando se trasvasen productos irritantes o corrosivos. Para trasvasar ácidos y bases se recomiendan los guantes de PVC (cloruro de polivinilo) o de policloropreno. En todo caso deberá comprobarse siempre que los guantes sean impermeables al líquido trasvasado.
- Suprimir las fuentes de calor, llamas y chispas en la zona donde se realicen trasvases de líquidos inflamables. Si la cantidad de producto a trasvasar es importante, debe realizarse la operación en un lugar específico acondicionado especialmente y con ventilación suficiente.
- Volver a tapar los frascos una vez utilizados.

Cuando la operación de trasvase es mediante sifón o bombeo puede haber riesgo de explosión por sobrepresión. Para evitar este riesgo, la alternativa es la utilización del vaciado por gravedad. Si se emplea una bomba puede equiparse con dispositivos de seguridad para evitarlo. También en este caso deberá comprobarse siempre la adecuación de la bomba al producto a trasvasar: Compatibilidad de materiales, corrosión, contaminación, riesgo de explosión, etc. Al trasvasar cantidades importantes de líquidos no conductores debe valorarse siempre el problema de la electricidad estática.

OPERACIONES CON VACÍO

Entre las diferentes operaciones en que se puede utilizar el vacío destacan la evaporación, la destilación, la filtración y el secado (en desecadores) Estas operaciones presentan riesgos de implosión del aparato y proyección de material, aspiración de un líquido y mezcla imprevista de productos que reaccionen violentamente.

Para el control de estos riesgos es recomendable:

- Utilizar recipientes de vidrio especiales capaces de soportar el vacío (paredes gruesas o formas esféricas) e instalar el aparato en un lugar donde no haya riesgo de sufrir choque mecánico.
- Recubrir con una cinta adhesiva o una red metálica el recipiente en depresión.
- **El paso de vacío a presión atmosférica debe hacerse gradual y lentamente.**
- Tener en cuenta que cuando se utiliza para el vacío una trompa de agua y se cierra lentamente el grifo de alimentación, puede tener lugar un retorno de agua al recipiente donde se hace el vacío; si este recipiente contiene algún producto capaz de reaccionar con el agua, la reacción puede ser violenta. Para evitarlo, hay que igualar presiones abriendo al aire a través de la llave de tres vías que hay entre el aparato sometido a vacío y la trompa. También es útil colocar entre ellos un recipiente de seguridad.

EVAPORACIÓN AL VACÍO

Se llevan a cabo normalmente en evaporadores rotativos (rotavapor) que permiten el calentamiento y la agitación por rotación de la muestra tratada al vacío, debiéndose tener en cuenta las siguientes precauciones.

- Los balones no deben llenarse excesivamente y debe evitarse un sobrecalentamiento de la mezcla tratada por evaporación. Si existe la posibilidad de que se formen productos inestables (p.e., peróxidos) no se llevará la mezcla a sequedad.
- Debe esperarse el enfriamiento del balón que contenga la mezcla antes de eliminar el vacío.
- Para evitar que los vapores eliminados deterioren la bomba de vacío o bien contaminen el agua en caso de emplear trompas de agua se puede colocar una trampa refrigerada.

DESTILACIÓN AL VACÍO

En las destilaciones a vacío, la ebullición del líquido debe regularse mediante un tubo capilar que haga borbotear aire o un gas inerte, en función de los requerimientos de ausencia de oxígeno o humedad. Conviene verificar que en el transcurso de la operación no se produzca una obturación del capilar por inicio de cristalización, por ejemplo. Si se utiliza refrigerante de paso estrecho también debe vigilarse que no ocurra la obturación en él.

La calefacción no debe empezar hasta que el vacío se ha establecido, a fin de evitar el desencadenamiento espontáneo de la ebullición, con riesgo de la pérdida de producto y contaminación general del sistema.

Al concluir la destilación debe enfriarse el sistema antes de detener el vacío, ya que la introducción del aire en un balón caliente podría producir inflamaciones o explosiones del residuo obtenido en la destilación. El paso del vacío a la presión normal debe hacerse de manera lenta, pudiéndose emplear para ello el capilar usado en la regulación del vacío.

FILTRACIÓN AL VACÍO

Los matraces para la filtración al vacío deben ser de vidrio de elevada calidad y hallarse en excelente estado de conservación y deben fijarse con solidez evitando tensiones. Si la filtración es defectuosa por las características propias de los productos manipulados debe considerarse que un aumento de vacío no va a mejorar el rendimiento ni el tiempo de filtrado; sí, en cambio, el riesgo de implosión. Puede ser aconsejable la aplicación de otras medidas como la presión o el filtrado en pequeñas cantidades con el fin de evitar la obturación del material filtrante o del filtro de papel. En este último caso se debe estar pendiente de su posible rotura.

SECADO AL VACÍO

Los desecadores deben colocarse en lugares poco expuestos a golpes y caídas, fuera de la exposición de la luz solar, especialmente cuando contienen productos inestables o coloreados.

Cuando se hallan al vacío no deben transportarse. Cuando se emplee un desecador al vacío debe protegerse mediante redes metálicas o de un material cuya resistencia haya sido contrastada. Deben lubricarse adecuadamente los bordes de contacto y las llaves. Entre el desecador y la trompa de vacío debe colocarse un matraz o un sistema de borboteo como seguridad a fin de evitar los posibles retornos del agua que podrían afectar los productos que tiene el desecador y reaccionar violentamente con los deshidratantes colocados en éste.

MEZCLA DE PRODUCTOS

Puede generarse una reacción no prevista, con una explosión o proyección.

Para el control de este riesgo es recomendable disponer de un protocolo de actuación y de información sobre la identidad y peligrosidad de los productos que se manipulan. Cuando se trata de la adición de un reactivo, la velocidad debe de ser proporcional a la reacción producida.

Debe ser lenta si la reacción es exotérmica, provoca espuma, ocurre o puede ocurrir una polimerización rápida, etc.

Tener presente que

Todas las reacciones exotérmicas son peligrosas ya que pueden ser incontrolables en ciertas condiciones y dar lugar a derrames, emisión brusca de vapores o gases tóxicos o inflamables o provocar la explosión de un recipiente.

Para controlar estos riesgos cuando se trabaja a una temperatura a la que las sustancias reaccionan inmediatamente, es recomendable controlar la reacción adicionando los reactivos en pequeñas cantidades. También es recomendable no sobrepasar la temperatura indicada. En todo caso debe existir un protocolo de actuación para el caso de pérdida del control de la reacción

Otros tipos de **reacciones consideradas peligrosas** son las siguientes:

- Compuestos que reaccionan violentamente con el agua.
- Inflamación espontánea, sustancias que reaccionan violentamente con el aire o el oxígeno.
- Sustancias incompatibles de elevada afinidad.
- Reacciones peligrosas de los ácidos.
- Formación de peróxidos y sustancias fácilmente peroxidables
- Reacciones de polimerización.
- Reacciones de descomposición.

EXTRACCIÓN CON DISOLVENTES VOLÁTILES

Extracción en caliente

La extracción líquido-sólido o líquido-líquido en caliente es una operación relativamente rutinaria en los laboratorios de química. El caso más habitual es la Extracción de grasa con el sistema Soxhlet. Dado que para ella se suelen emplear líquidos volátiles inflamables, cualquier sobrepresión en el montaje o una fuga de vapor puede provocar un incendio. Téngase en cuenta que siempre que se manipulen sustancias de estas características se presenta riesgo de incendio y explosión.

Los sistemas para el control de estos *riesgos* son:

- Calentar el sistema de extracción empleando un baño maría o en un baño de aceite o arena a una temperatura adecuada, para asegurar la ebullición suave del disolvente.
- Realizar la operación en vitrina.
- Disponer de un sistema de actuación (extintor manual adecuado, manta ignífuga, etc.) próximo al lugar de la operación.
- Cuando la extracción sea de larga duración es recomendable disponer de un sistema de control del agua de refrigeración frente a posibles cortes.

Extracción líquido-líquido

En la mayor parte de los procesos de extracción líquido-líquido a temperatura ambiente, una de las fases es un compuesto orgánico volátil, normalmente un disolvente inflamable, por lo que habrá que aplicarle las recomendaciones generales frente a la utilización de este tipo de compuestos que ya se han citado (sobrepresión, presencia de vapores inflamables).

Si se emplea un embudo de decantación con agitación manual, existe además el problema del contacto directo con los productos y la posibilidad de proyecciones de líquidos e inhalación de concentraciones elevadas de vapores al aliviar la presión del embudo (generada por la vaporización durante la agitación) a través de la válvula de la llave de paso. En esta operación es recomendable usar guantes impermeables, ropa de protección y, si las sustancias que intervienen en el proceso tienen características de peligrosidad elevadas, realizar la operación en vitrina, aunque ello represente incomodidad.

Extracción sólido-líquido

La extracción sólido-líquido (procedimiento mediante el cual se retiene el producto a extraer de un líquido en un sólido adsorbente o impregnado por un absorbente) presenta un uso cada vez más extendido. El procedimiento, por sus propias características (poca cantidad de muestra y, en consecuencia, de productos a manipular, posibilidad de automatización, etc.) presenta pocos problemas. Los riesgos más característicos son los derivados de la utilización de presión y vacío en los sistemas semiautomáticos y de manipulación inadecuada en caso de obstrucción del cartucho o del disco de extracción.

DESTILACIÓN

La destilación es una de las operaciones más habituales en los laboratorios. En ella hay que tener en cuenta los posibles riesgos de:

- Rotura del recipiente e inflamación.
- Parar la refrigeración provocando la emisión de vapores y generación de una atmósfera inflamable.
- Ebullición irregular con posibilidad de desprendimiento de vapores y proyecciones y salpicaduras.

Las pautas de actuación para el control del riesgo son:

- El aparato o el montaje de destilación debe estar adaptado a las cantidades y características de los productos a destilar.
- Si el producto a destilar puede contener subproductos de descomposición de características peligrosas o desconocidas, debe llevarse a cabo la destilación con muchas precauciones (vitrina, apantallamiento, protecciones personales, material de intervención, etc.) y en cantidades pequeñas, que pueden aumentarse paulatinamente en caso de que no se observen anomalías. *La utilización de pequeñas cantidades de productos en todas aquellas operaciones sobre las que no se tiene información previa del posible comportamiento de las sustancias presentes es una norma general a aplicar en la reducción de riesgos en el laboratorio.*
- El calentamiento debe hacerse preferentemente mediante mantas calefactoras o baños (aceite, arena) que deben colocarse encima de sistemas móviles (elevadores) con el fin de permitir un cese rápido del aporte de calor en caso de necesidad.
- Para los líquidos inflamables puede ser ventajoso utilizar un recipiente metálico que evita los riesgos de rotura aunque presenta el inconveniente de que no permite ver la cantidad de líquido que queda en el recipiente.
- Examinar siempre el material y la estanqueidad del montaje de destilación, sobretodo en el caso de líquidos inflamables, antes de cada operación para evitar un fallo eventual o una fuga.

- Regularizar la ebullición introduciendo antes de iniciar la aplicación de calor algunos trocitos de porcelana porosa o de vidrio en el líquido a destilar.
- Trabajar, siempre que sea posible, bajo campana o en vitrinas.
- Disponer de equipos de protección personal (sobretudo, gafas de seguridad).
- Utilizar dispositivos de control de temperatura, de aporte de calor y de refrigeración.
- Prestar atención a la temperatura de auto-inflamación de las sustancias presentes en la mezcla de destilación.
- La aplicación de vacío, que puede representar problemas añadidos, se ha comentado en el apartado de operaciones con vacío.

Riesgos en la destilación de éteres

Los éteres, por envejecimiento a lo largo de su almacenamiento así como por acción de la luz, se oxidan a peróxidos explosivos. La oxidación de un éter recientemente destilado puede ser rápida (tres días para el tetrahidrofurano, una semana para el éter etílico). En el transcurso de una destilación de un éter peroxidado, el peróxido poco volátil se concentra y la explosión se produce cuando sólo queda el peróxido en el recipiente. También hay que recordar que el éter isopropílico es aún más peligroso que el éter etílico.

Para el control del riesgo, antes de destilación de un éter es conveniente realizar una prueba para detectar la presencia de peróxido (con yoduro de potasio o tiocianato ferroso). Para eliminar el peróxido existen diferentes métodos dentro de los cuales se elegirá el más apropiado. Después de la operación se volverá a realizar la prueba de peróxidos para verificar la desaparición del mismo. La adición

de un inhibidor a un producto recientemente obtenido puede ralentizar su peroxidación.

EVAPORACIÓN - SECADO

Las operaciones de evaporación y secado, cuando se trata de disolventes, presentan el riesgo de desprendimiento de vapores tóxicos o inflamables. Para su prevención son acciones adecuadas:

- Efectuar la operación en campana con un rotavapor.
- Si el aporte de calor mediante estufa es indispensable se utilizará una estufa con aire forzado y se trabajará a temperaturas moderadas, asegurándose que en ningún punto del interior o exterior de la estufa se puede sobrepasar el punto de autoinflamación.
- La evaporación y secado con aplicación de vacío se ha comentado en el apartado de operaciones con vacío.

DESECACIÓN DE UN LÍQUIDO

En muchos casos se utilizan compuestos sólidos peligrosos para eliminar el agua presente en líquidos orgánicos. Algunos de estos productos pueden presentar riesgo de explosión. Los más usuales son los que citan a continuación.

Perclorato de magnesio

Como medida de prevención puede ser reemplazado por el pentóxido de fósforo aunque éste, a su vez, es corrosivo y provoca quemaduras graves.

Sodio

Sólo se debe utilizar para eliminar la humedad de un líquido ya secado previamente. El peróxido de sodio es explosivo por simple frotación, igual que el peróxido de potasio.

LIMPIEZA DEL MATERIAL DE VIDRIO

Mezcla sulfocrómica

Mezcla de ácido sulfúrico con trióxido de cromo o dicromato de potasio. Se trata de un preparado tóxico, corrosivo y peligroso para el medio ambiente.

Se utiliza para destruir la materia orgánica y es de gran eficacia, debe ser descartada excepto para aquellos casos en que no exista alternativa, empleándolo siempre en la mínima concentración necesaria. Debe tenerse en cuenta que el dicromato de potasio está clasificado como compuesto cancerígeno, categoría 2.

La clasificación de la mezcla crómica es: Producto tóxico y peligroso para el medio ambiente. Puede causar cáncer por inhalación y alteraciones genéticas hereditarias. Provoca quemaduras graves y puede causar sensibilización en la piel. Es muy tóxico para los organismos acuáticos y puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

Pero son las sustancias utilizadas para la determinación de materia orgánica en suelos.

Es recomendable su sustitución por **permanganato de potasio**, que es una sustancia clasificada como nociva por ingestión y comburente (peligro de fuego con materias combustibles).

Metanol

Es un alcohol tóxico por inhalación e ingestión y fácilmente inflamable. A corto plazo produce un efecto narcótico típico de todos los alcoholes. A largo plazo, provoca problemas visuales pudiendo entrañar la ceguera total. Para el aclarado y secado del vidrio se puede reemplazar por isopropanol que es menos tóxico.

ROTULOS

El objetivo fundamental de una etiqueta es identificar el producto y al responsable de su comercialización así como el aportar información sobre los riesgos que presenta, principalmente desde el punto de vista de la seguridad y de las vías de entrada al organismo en caso de exposición, por ello están acompañados de frases R y S.

- **Frases R:** permiten complementar e identificar determinados riesgos mediante su descripción.
- **Frases S:** brindan consejos de prudencia establecen medidas preventivas para la manipulación y utilización .

Ficha de datos de seguridad (FDS)

La FDS es también una importante fuente de información complementando la información contenida en la etiqueta y constituye una herramienta de trabajo muy útil, especialmente en el campo de la prevención de riesgos laborales.

Esta ficha debe facilitarse obligatoriamente con la primera entrega de un producto químico peligroso y se compone de 16 apartados que incluyen la información disponible de acuerdo con las directrices indicadas en la normativa.

Para información sobre compuestos químicos, también se pueden consultar las fichas internacionales de seguridad química en la dirección:

7. PELIGROSIDAD DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS

Categorías de peligro

La etiqueta de una sustancia implica la asignación de unas categorías de peligro definidas y preestablecidas y que están basadas en las propiedades fisicoquímicas, en las toxicológicas, en los efectos específicos sobre la salud

humana y en los efectos sobre el medio ambiente identificadas mediante los pictogramas.

Propiedades Fisicoquímicas

DEFINICIONES IDENTIFICACIÓN

Explosivos

Las sustancias y preparados sólidos, líquidos, pastosos o gelatinosos que, incluso en ausencia de oxígeno del aire, puedan reaccionar de forma exotérmica con rápida formación de gases y que, en determinadas condiciones de ensayo, detonan, deflagran rápidamente o, bajo el efecto del calor, en caso de confinamiento parcial, explotan: “E” (Explosivo)

Comburentes

Las sustancias y preparados que, en contacto con otras sustancias, en especial con sustancias inflamables, produzcan una reacción fuertemente exotérmica “O” (Comburente)

Extremadamente inflamables

Las sustancias y preparados líquidos que tengan un punto de ignición y un punto de ebullición bajo, y las sustancias y preparados gaseosos que, a temperatura y presión normales, sean inflamables con el aire “F+” (Extremadamente inflamable)

Fácilmente inflamable

Las sustancias y preparados:

- Que puedan calentarse e inflamarse en el aire a temperatura ambiente sin aporte de energía.
- Los sólidos que puedan inflamarse fácilmente tras un breve contacto con una fuente de inflamación y que sigan quemándose o consumiéndose una vez retirada dicha fuente.

- Los líquidos cuyo punto de ignición sea muy bajo.
- Que, en contacto con agua o con aire húmedo, desprendan gases extremadamente inflamables en cantidades peligrosas. “F” (Fácilmente inflamable).

Inflamables

Las sustancias y preparados líquidos cuyo punto de ignición sea bajo “R10”

Propiedades toxicológicas

DEFINICIONES IDENTIFICACIÓN

Muy tóxicos

Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en muy pequeña cantidad puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte “T+” (Muy tóxico)

Tóxicos

Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en pequeñas cantidades puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte “T” (Tóxico)

Nocivos

Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte “Xn” (Nocivo)

Corrosivos

Las sustancias y preparados que, en contacto con tejidos vivos puedan ejercer una acción destructiva de los mismos “C” (Corrosivo)

Irritantes

Las sustancias y preparados no corrosivos que, en contacto breve, prolongado o repetido con la piel o las mucosas puedan provocar una reacción inflamatoria “Xi” (Irritante), por inhalación “R42” “Xn” (Nocivo)

Sensibilizantes

Las sustancias y preparados que, por inhalación o penetración cutánea, puedan ocasionar una reacción de hipersensibilidad, de forma que una exposición posterior a esa sustancia o preparado dé lugar a efectos negativos característicos por contacto cutáneo “R43”, “Xi” (Irritante)

Efectos específicos sobre la salud

DEFINICIONES IDENTIFICACIÓN

Categorías 1 y 2 R45, “T” (Tóxico)

Carcinogénicos

Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir cáncer o aumentar su frecuencia. Categoría “3 R40*” “Xn” (Nocivo). Categorías “1 y 2 R46” “T” (Tóxico)

Mutagénicos

Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir alteraciones genéticas hereditarias o aumentar su frecuencia. Categoría “3 R40*” “Xn” (Nocivo)

Categorías “1 y 2”; “R60”; “R61”, “T”(Tóxico)

Tóxicos para la reproducción

Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir efectos negativos no hereditarios en la descendencia, o aumentar la frecuencia de éstos, o afectar de forma negativa a la función o a la capacidad reproductora. Categoría “3”; “R62”; “R63”; “Xn” (Nocivo)

8. NORMAS BASICAS EN EL LABORATORIO

- Como norma higiénica básica, se deben **lavar las manos al entrar y salir del laboratorio** y siempre que haya habido contacto con algún producto químico.
- Se debe llevar en todo momento la **bata y ropa de trabajo abrochado** y los cabellos recogidos, evitando colgantes o mangas anchas que pudieran engancharse en los montajes y material del laboratorio. Es aconsejable que no llevar manga corta, faldas cortas, pantalones cortos, ni sandalias.
- No se debe trabajar separado de la mesada, en la que nunca han de depositarse objetos personales.
- No se debe estar trabajando solo en el laboratorio, especialmente cuando se efectúe fuera de horas habituales, por la noche, o si se trata de operaciones con riesgo. Cuando se realicen éstas, las personas que no intervengan en las mismas, pero puedan verse afectadas, deben estar informadas de las mismas.

PROHIBIDO FUMAR E INGERIR ALIMENTOS EN EL LABORATORIO.

- Se debe **evitar llevar lentes de contacto** si se detecta una constante irritación de los ojos y sobre todo si no se emplean gafas de seguridad de manera obligatoria. Es preferible el uso de gafas de seguridad, graduadas o que permitan llevar las gafas graduadas debajo de ellas. El uso de lentillas, es extremadamente peligroso en procesos con altas temperaturas y con el uso de productos químicos
- Antes de procederse a su utilización deben comprobarse siempre los productos y materiales, empleando solamente los que presenten garantías de hallarse en buen estado.
- Debe comprobarse el correcto etiquetado de los productos químicos que se reciben en el laboratorio, etiquetar adecuadamente las disoluciones preparadas y no reutilizar los envases para otros productos sin retirar la etiqueta original.
- Los productos químicos deben manipularse cuidadosamente, **no pipetear con la boca**, guardando en el laboratorio la mínima cantidad imprescindible para el trabajo diario.

- No guardar alimentos ni bebidas en las heladeras destinadas a productos químicos.
- Los tubos de ensayo no deben llenarse más de 2 ó 3 cm, han de tomarse con los dedos, no con la mano, y siempre deben calentarse inclinados utilizando pinzas y evitando proyecciones sobre los demás, no trasladarlos en los bolsillos, solo en gradillas.

Para sujetar el material de laboratorio que lo requiera deben emplearse soportes adecuados.

- Reducir al máximo la utilización de llamas vivas en el laboratorio. Para el encendido de los mecheros Bunsen o Mecker emplear preferentemente encendedores piezoeléctricos.

- Al finalizar la tarea o una operación recoger los materiales, reactivos, para evitar su acumulación fuera de los lugares específicos para guardarlos y asegurarse de la desconexión de los aparatos, agua corriente, gases.

- Todas las operaciones con riesgo en las que se manipulen productos peligrosos deben llevarse a cabo bajo campanas de laboratorio que deben ser adecuadas a los productos que se manipulen (ácidos, corrosivos, radiactivos) y a las operaciones a realizar (extracciones, baños, destilaciones).

- En la dilución de ácidos, **añadir siempre el ácido sobre el agua** y no al revés (tener en cuenta “no dar de beber a los ácidos”), podría provocar una proyección sumamente peligrosa.

- Considerar las características de peligrosidad de los productos y sus incompatibilidades, agrupando los de características similares, separando los incompatibles y aislando o confinando los de características especiales: muy tóxicos, cancerígenos, explosivos, pestilentes.

- Tener en cuenta que cuando se utiliza para el vacío una trompa de agua y se cierra lentamente el grifo de alimentación, puede tener lugar un retorno de agua al recipiente donde se hace el vacío; si este recipiente contiene algún producto capaz de reaccionar con el agua, la reacción puede ser violenta. Para evitarlo hay

que cerrar primero el grifo que debe colocarse entre el aparato sometido a vacío y la trompa.

También es útil colocar entre ellos un recipiente de seguridad.

- Si tienes alguna incompatibilidad con algún producto químico, tienes un marcapasos, o alguna patología que te parezca relevante para el curso normal de una práctica has de informar al profesor antes de realizarla.

- El objetivo de usar campanas extractoras es el de proteger las vías respiratorias. No se debe meter la cabeza en la misma.

- Emplear en cada circunstancia el equipo de protección personal adecuado a las necesidades y riesgos de la tarea que se esté llevando a cabo.

- En los trasvases de líquidos, utilizar embudos y realizar la operación a velocidad lenta para evitar salpicaduras y proyecciones.

- No remover ácidos con objetos metálicos; puede provocar proyecciones.

- No calentar ningún recipiente que se encuentre cerrado.

- Se debe verter la disolución más concentrada en la menos concentrada para así evitar reacciones violentas

- No se debe almacenar éteres durante largos períodos de tiempo, ya que se pueden formar peróxidos explosivos.

- No tirar por el desagüe ningún producto químico ni disolución que pueda generar problemas de contaminación en el medio ambiente

ANEXO

TELÉFONOS DE INTERÉS

Policía Local:

Bomberos:

Cruz Roja:

Samco:

Información Municipal:

Información Toxicológica:

Frases R y S actualizadas

Frases R : Naturaleza de los riesgos específicos atribuidos a las sustancias

Frases R simples

- R1** Explosivo en estado seco.
- R2** Riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.
- R3** Alto riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.
- R4** Forma compuestos metálicos explosivos muy sensibles.
- R5** Peligro de explosión en caso de calentamiento.
- R6** Peligro de explosión, en contacto o sin contacto con el aire.
- R7** Puede provocar incendios.
- R8** Peligro de fuego en contacto con materias combustibles.
- R9** Peligro de explosión al mezclar con materias combustibles.
- R10** Inflamable.
- R11** Fácilmente inflamable.
- R12** Extremadamente inflamable.
- R14** Reacciona violentamente con el agua.
- R15** Reacciona con el agua liberando gases extremadamente inflamables.
- R16** Puede explosionar en mezcla con sustancias comburentes.
- R17** Se inflama espontáneamente en contacto con el aire.
- R18** Al usarlo pueden formarse mezclas aire-vapor explosivas/inflamables.
- R19** Puede formar peróxidos explosivos.
- R20** Nocivo por inhalación.
- R21** Nocivo en contacto con la piel.
- R22** Nocivo por ingestión.
- R23** Tóxico por inhalación.
- R24** Tóxico en contacto con la piel.
- R25** Tóxico por ingestión.
- R26** Muy tóxico por inhalación.
- R27** Muy tóxico en contacto con la piel.
- R28** Muy tóxico por ingestión.
- R29** En contacto con agua libera gases tóxicos.
- R30** Puede inflamarse fácilmente al usarlo.
- R31** En contacto con ácidos libera gases tóxicos.
- R32** En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos.
- R33** Peligro de efectos acumulativos.
- R34** Provoca quemaduras.
- R35** Provoca quemaduras graves.
- R36** Irrita los ojos.
- R37** Irrita las vías respiratorias.
- R38** Irrita la piel.
- R39** Peligro de efectos irreversibles muy graves.
- R40** Posibles efectos cancerígenos
- R41** Riesgo de lesiones oculares graves.
- R42** Posibilidad de sensibilización por inhalación.
- R43** Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.
- R44** Riesgo de explosión al calentarlo en ambiente confinado.
- R45** Puede causar cáncer.
- R46** Puede causar alteraciones genéticas hereditarias.
- R48** Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada.
- R49** Puede causar cáncer por inhalación.

- R50** Muy tóxico para los organismos acuáticos.
- R51** Tóxico para los organismos acuáticos.
- R52** Nocivo para los organismos acuáticos.
- R53** Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el ambiente acuático.
- R54** Tóxico para la flora.
- R55** Tóxico para la fauna.
- R56** Tóxico para los organismos del suelo.
- R57** Tóxico para las abejas.
- R58** Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente.
- R59** Peligroso para la capa de ozono.
- R60** Puede perjudicar la fertilidad.
- R61** Riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.
- R62** Posible riesgo de perjudicar la fertilidad.
- R63** Posible riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.
- R64** Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna.
- R65** Nocivo. Si se ingiere puede causar daño pulmonar
- R66** La exposición repetida puede provocar sequedad o grietas en la piel
- R67** La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo
- R68** Posibilidad de efectos irreversibles

Combinación de frases R

- R14/15** Reacciona violentamente con el agua, liberando gases extremadamente inflamables.
- R15/29** En contacto con el agua, libera gases tóxicos y extremadamente inflamables.
- R20/21** Nocivo por inhalación y en contacto con la piel.
- R20/22** Nocivo por inhalación y por ingestión.
- R20/21/22** Nocivo por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
- R21/22** Nocivo en contacto con la piel y por ingestión.
- R23/24** Tóxico por inhalación y en contacto con la piel.
- R23/25** Tóxico por inhalación y por ingestión.
- R23/24/25** Tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
- R24/25** Tóxico en contacto con la piel y por ingestión.
- R26/27** Muy tóxico por inhalación y en contacto con la piel.
- R26/28** Muy tóxico por inhalación y por ingestión.
- R26/27/28** Muy tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.
- R27/28** Muy tóxico en contacto con la piel y por ingestión.
- R36/37** Irrita los ojos y las vías respiratorias.
- R36/38** Irrita los ojos y la piel.
- R36/37/38** Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.
- R37/38** Irrita las vías respiratorias y la piel.
- R39/23** Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación.
- R39/24** Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel.
- R39/25** Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por ingestión.
- R39/23/24** Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación y contacto con la piel.

R39/23/25 Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación e ingestión.

R39/24/25 Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel e ingestión.

R39/23/24/25 Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación, contacto con la piel e ingestión.

R39/26 Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación.

R39/27 Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel.

R39/28 Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por ingestión.

R39/26/27 Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación y contacto con la piel.

R39/26/28 Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación e ingestión.

R39/27/28 Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel e ingestión.

R39/26/27/28 Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación, contacto con la piel e ingestión.

R42/43 Posibilidad de sensibilización por inhalación y en contacto con la piel.

R48/20 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.

R48/21 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel.

R48/22 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión.

R48/20/21 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación y contacto con la piel.

R48/20/22 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación e ingestión.

R48/21/22 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel e ingestión.

R48/20/21/22 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación, contacto con la piel e ingestión.

R48/23 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.

R48/24 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel.

R48/25 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión.

R48/23/24 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación y contacto con la piel.

R48/23/25 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación e ingestión.

R48/24/25 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel e ingestión.

R48/23/24/25 Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación, contacto con la piel e ingestión.

R50/53 Muy tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

R51/53 Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

R52/53 Nocivo para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

R68/20 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación.

R68/21 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles en contacto con la piel.

R68/22 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por ingestión.

R68/20/21 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación y contacto con la piel.

R68/20/22 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación e ingestión.

R68/21/22 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles en contacto con la piel e ingestión.

R68/20/21/22 Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación, contacto con la piel e ingestión.

Frases S : Consejos de prudencia relativos a las sustancias

Frases S simples

S1 Conservar bajo llave.

S2 Mantener fuera del alcance de los niños.

S3 Conservar en lugar fresco.

S4 Mantener lejos de locales habitados.

S5 Conservar en... (líquido apropiado a especificar por el fabricante).

S6 Conservar en... (gas inerte a especificar por el fabricante).

S7 Mantener el recipiente bien cerrado.

S8 Mantener el recipiente en lugar seco.

S9 Conservar el recipiente en lugar bien ventilado.

S12 No cerrar el recipiente herméticamente.

S13 Mantener lejos de alimentos, bebidas y piensos.

S14 Conservar lejos de... (materiales incompatibles a especificar por el fabricante).

S15 Conservar alejado del calor.

S16 Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar.

S17 Mantener lejos de materiales combustibles.

S18 Manipular y abrir el recipiente con prudencia.

S20 No comer ni beber durante su utilización.

S21 No fumar durante su utilización.

S22 No respirar el polvo.

S23 No respirar los gases/humos/vapores/aerosoles [denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante].

S24 Evitar el contacto con la piel.

S25 Evitar el contacto con los ojos.

S26 En caso de contacto con los ojos, lavar inmediata y abundantemente con agua y acudir al médico.

S27 Quitar inmediatamente la ropa manchada o salpicada.

S28 En caso de contacto con la piel, lavar inmediata y abundantemente con (productos a especificar por el fabricante).

- S29** No tirar los residuos por el desagüe.
- S30** No echar jamás agua a este producto.
- S33** Evitar la acumulación de cargas electrostáticas.
- S35** Eliminar los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles.
- S36** Usar indumentaria protectora adecuada.
- S37** Usar guantes adecuados.
- S38** En caso de ventilación insuficiente, usar equipo respiratorio adecuado.
- S39** Usar protección para los ojos/la cara.
- S40** Para limpiar el suelo y los objetos contaminados por este producto, usar (a especificar por el fabricante).
- S41** En caso de incendio y/o de explosión, no respire los humos.
- S42** Durante las fumigaciones/pulverizaciones, usar equipo respiratorio adecuado [denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante].
- S43** En caso de incendio, utilizar (los medios de extinción los debe especificar el fabricante). (Si el agua aumenta el riesgo, se deberá añadir: "No usar nunca agua").
- S45** En caso de accidente o malestar, acudir al médico (si es posible, muéstrole la etiqueta).
- S46** En caso de ingestión, acudir al médico y mostrar la etiqueta o el envase.
- S47** Conservar a una temperatura no superior a T °C (a especificar por el fabricante).
- S48** Conservar húmedo con (medio apropiado a especificar por el fabricante).
- S49** Conservar únicamente en el recipiente de origen.
- S50** No mezclar con (a especificar por el fabricante).
- S51** Usar únicamente en lugares bien ventilados.
- S52** No usar sobre grandes superficies en locales habitados.
- S53** Evitar la exposición - recabar instrucciones especiales antes del uso.
- S56** Eliminar esta sustancia y su recipiente en un punto de recolección pública de residuos especiales o peligrosos.
- S57** Utilizar un envase de seguridad adecuado para evitar la contaminación del medio ambiente.
- S59** Remitir al fabricante o proveedor para obtener información sobre su recuperación/reciclado.
- S60** Eliminar el producto y su recipiente como residuos peligrosos.
- S61** Evitar su liberación al medio ambiente. Recabar instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.
- S62** En caso de ingestión no provocar el vómito, acudir al médico y mostrar la etiqueta o el envase.
- S63** En caso de accidente por inhalación, alejar a la víctima fuera de la zona contaminada y mantenerla en reposo
- S64** En caso de ingestión, lavar la boca con agua (solo si la persona está consciente)

Combinación de frases S

- S1/2** Conservar bajo llave y manténgase fuera del alcance de los niños.
- S3/7** Conservar el recipiente bien cerrado y en lugar fresco.

S3/9/14 Conservar en lugar fresco y bien ventilado y lejos de (materiales incompatibles, a especificar por el fabricante).

S3/9/14/49 Conservar únicamente en el recipiente de origen, en lugar fresco y bien ventilado y lejos de (materiales incompatibles, a especificar por el fabricante).

S3/9/49 Conservar únicamente en el recipiente de origen, en lugar fresco y bien ventilado.

S3/14 Conservar en lugar fresco y lejos de (materiales incompatibles, a especificar por el fabricante).

S7/8 Mantener el recipiente bien cerrado y en lugar seco.

S7/9 Mantener el recipiente bien cerrado y en lugar bien ventilado.

S7/47 Mantener el recipiente bien cerrado y consérvese a una temperatura no superior a T °C (a especificar por el fabricante).

S20/21 No comer, ni beber, ni fumar durante su utilización.

S24/25 Evitar el contacto con los ojos y la piel.

S27/28 Después del contacto con la piel quitar inmediatamente toda la ropa manchada.

S29/35 No tirar los residuos por el desagüe; eliminar los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles.

S29/56 No tirar los residuos por el desagüe; eliminar esa sustancia y su recipiente en un punto de recolección pública de residuos especiales o peligrosos.

S36/37 Usar indumentaria y guantes de protección adecuados.

S36/37/39 Usar indumentaria, guantes adecuados y protección para ojos/cara.

S36/39 Usar indumentaria adecuada y protección para ojos/cara.

S37/39 Usar guantes adecuados y protección para los ojos/la cara.

S47/49 Conservar únicamente en el recipiente de origen y a temperatura no superior a T°C (a especificar por el fabricante).