

# Seguridad en la manipulación de productos químicos en el laboratorio



JOSE LUIS GARCIA LOPEZ  
*Ldo. Ciencias Químicas.*  
MAPFRE, Mutua de Accidentes  
de Trabajo.

## CLASIFICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS PELIGROSOS

Una forma eficaz de conocer los riesgos que genera la manipulación de productos químicos es mediante su clasificación en base a su peligrosidad. En el año 1985 apareció en España una normativa muy clara al respecto, la cual se contempla en el Real Decreto 2.216/1985 (BOE de 27-XI-1985, rect. 9-V-1986), basada en la filosofía de las Directivas Comunitarias 67/548/CE y siguientes, que pone en vigor el Reglamento sobre la declaración de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas. Este Real Decreto es modificado posteriormente por el Real Decreto 725/1988 (BOE de 9-VII-1988 y 4-VIII-1988) y la Orden de 7-IX-1988 (BOE de 13-IX-1988).

A efectos de peligrosidad se establece la siguiente clasificación:

### SUMARIO

*Al intentar definir los riesgos que se pueden presentar en un laboratorio nos encontramos que muchos de ellos son comunes en diversas áreas industriales, como los riesgos derivados de la electricidad, de la utilización de aparatos a presión, de incendio, etc.*

*Pero existen otros que son propios del trabajo cotidiana de un laboratorio. Tanto un laboratorio del sector químico-industrial, químico-farmacéutico o químico-textil se caracterizan por el hecho de que en ellos se manipulan productos químicos, muchos de los cuales son potencialmente peligrosos.*

*Este trabajo tiene como objeto la toma de conciencia por parte de los responsables de los laboratorios, y su transmisión al resto del personal, sobre los peligros, muchas veces no visibles, que entraña la manipulación de productos químicos.*

**Palabras clave:** Seguridad en laboratorios, manipulación, accidentes, productos químicos.

- Explosivos.
- Comburentes.
- Extremadamente inflamables.
- Fácilmente inflamables.
- Inflamables.
- Muy tóxicos.
- Tóxicos.
- Nocivos.
- Corrosivos.
- Irritantes.
- Peligrosos para el medio ambiente.
- Carcinogénicos.
- Teratogénicos.
- Mutagénicos.

Pasaremos a describir brevemente cada uno de ellos:

- **Explosivos.** Sustancias o preparados que pueden explotar bajo el efecto de una llama o que son más sensibles a los choques o a la fricción que el nitrobeneno.

- **Comburentes.** Sustancias o preparados que en contacto con otros, particularmente con los inflamables, originan una reacción fuertemente exotérmica.

- **Extremadamente inflamables.** Sustancias y preparados líquidos cuyo punto de destello sea inferior a 0°C, y su punto de ebullición, inferior o igual a 35°C.

- **Fácilmente inflamables.** Se definen como tales:

- Sustancias y preparados que a temperatura ambiente, en el aire y sin aporte de energía, pueden calentarse e incluso inflamarse.

- Sustancias y preparados en estado líquido que tengan un punto de destello inferior a 21°C.

- Sustancias y preparados que pueden inflamarse fácilmente por la acción breve de una fuente de ignición y que continúen quemándose o consumiéndose después del alejamiento de la misma.

- Sustancias y preparados gaseosos que sean inflamables en el aire a presión normal.

- Sustancias y preparados que en contacto con el agua o aire húmedo desprendan gases fácilmente inflamables en cantidades peligrosas.

- **Inflamables.** Sustancias y preparados cuyo punto de destello sea



*En la cabina de extracción localizada no es recomendable almacenar productos químicos.*

igual o superior a 21°C e inferior o igual a 55°C.

- **Muy tóxicos.** Sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan entrañar riesgos extremadamente graves, agudos o crónicos, e incluso la muerte.

- **Tóxicos.** Sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan entrañar riesgos graves, agudos o crónicos, e incluso la muerte.

- **Nocivos.** Sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan entrañar riesgos de gravedad limitada.

Los criterios de toxicidad vienen referidos en base a la dosis letal DL50, expresada en mg de tóxico/kg de animal, donde el 50 por 100 de la población muere por ingestión o por penetración a través de la piel. En el caso de inhalación, se dan valores de concentración letal CL50, expresada en mg de tóxico/l aire.

- **Corrosivos.** Sustancias y preparados que en contacto con los tejidos vivos pueden ejercer sobre ellos una acción destructora.

- **Irritantes.** Sustancias y preparados no corrosivos que por contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o mucosas puedan provocar una reacción inflamatoria.

- **Peligrosos para el medio ambiente.** Sustancias y preparados cuya utilización presente pueda presentar riesgos inmediatos o diferidos para el medio ambiente.

- **Carcinogénicos.** Sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan producir cáncer o aumento de su frecuencia.

- **Teratogénicos.** Sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan producir alteraciones en el material genético de las células.

*El sistema de clasificación y etiquetado debe ser utilizado por los técnicos de laboratorio para etiquetar los productos que trasvasan, diluyen, mezclan y almacenan en envases no originales.*

#### CRITERIOS DE TOXICIDAD

Categoría	DL50 oral rata (mg/kg)	DL50 cutánea rata o conejo (mg/kg)	CL50 inhalación rata (mg/l)
Muy tóxica	<25	<50	<0,50
Tóxica	20-200	50-400	0,5-2
Nociva	200-2.000	400-2.000	2-20

Este Real Decreto incluye una amplia lista de las sustancias químicas peligrosas clasificadas, incorporando los riesgos específicos de cada una de ellas.

## ETIQUETADO DE LAS SUSTANCIAS PELIGROSAS

El Real Decreto 2.216/1985 también contempla la forma de etiquetar las sustancias peligrosas, en el cual se hace mención expresa de los riesgos que dichas sustancias generan. En el capítulo V se establecen las normas de etiquetado de las sustancias:

— Los envases estarán etiquetados en forma clara, legible e indeleble en la lengua española oficial del Estado.

— El tamaño de la etiqueta debe corresponder, como mínimo, a las dimensiones de la tabla, y debe estar colocada de forma visible y nunca en cierres, precintos y otras partes que normalmente se utilicen al abrir el envase.

Capacidad del envase	Formato (en mm)
Inferior o igual a 3 litros	52×74
Superior a 3 litros e inferior o igual a 50 litros	74×105
Superior a 50 litros e inferior o igual a 500 litros	105×148
Superior a 500 litros	148×210

— Las etiquetas deberán poderse leer horizontalmente cuando el envase esté colocado en posición normal.

El texto que debe ir en las etiquetas es el siguiente:

— Nombre de la sustancia de acuerdo con el listado del citado Real Decreto o bien, si la sustancia no estuviera incluida, se debe utilizar preferiblemente la nomenclatura de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC).

— Nombre común en su caso.

— Nombre y dirección de la persona natural o jurídica que fabrique, envase, comercialice o imparta la sustancia peligrosa.

— Pictogramas o indicaciones de peligro. Estos serán, como máximo, dos y deberán ocupar cada uno de ellos, como mínimo, la décima parte de la superficie indicada en la tabla anterior.

*Los envases que contienen productos químicos corrosivos, tóxicos o inflamables deben estar siempre herméticamente cerrados.*

— Mención de los riesgos específicos de las sustancias peligrosas (frases R).

— Consejos de prudencia relativos a las sustancias peligrosas (frases S).

Al seguir la lectura de las etiquetas nos encontramos con una primera e importante información acerca de los riesgos del producto. Los pictogramas nos ofrecen referencia inmediata de la peligrosidad mediante símbolos. Las frases R nos especifica más el riesgo que conlleva su manipulación. Frases como, por ejemplo: R4: Forma compuestos metálicos explosivos muy sensibles; R14: Reacciona violentamente con el agua; R32: En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos, o R45: Puede causar cáncer, son para tenerlas en consideración y no trabajar alegremente con el producto. Las frases S también nos proporcionan una valiosa información para la seguridad en el trabajo con el producto. Por ejemplo: S15: Protéjase del calor; S27: Quitese inmediatamente la ropa manchada o salpi-

### PICTOGRAMAS INCLUIDOS EN EL REAL DECRETO 2.216/1985



E. Explosivo.



F. Fácilmente inflamable.  
F+ Extremadamente inflamable.



O. Comburente.



C. Corrosivo.



T. Tóxico.  
T+ Muy tóxico.



Xn. Nocivo.  
Xi. Irritante.

cada; S33. Evitese la acumulación de cargas electrostáticas, o S39: Usen protección para los ojos/la cara, son muestra de la información contenida en dichas frases S.

El Real Decreto 2.216/1985 incluye un listado de sustancias peligrosas y la información que deben aportar éstas en las etiquetas. De esta manera, por ejemplo, los pictogramas de sustancia comburente y corrosiva, las frases R5, R8 y R35, así como las S23, S26 y S36. El iodo, el pictograma de sustancia nociva y las frases R20, R21, S23 y S25.

Este sistema de clasificación y etiquetado se puede utilizar por los propios técnicos de laboratorio para etiquetar los productos (sustancias e incluso preparados). Innumerables veces trasvasamos, diluimos, mezclamos y almacenamos en envases no originales. Es aquí donde podemos perder la información del etiquetado. Si preparamos nuestras propias etiquetas adjuntando los riesgos que genera el producto, en forma de frases R y S, y colocamos un pictograma de peligrosidad, mantendremos la información e incrementaremos la conciencia de la seguridad en el manejo de productos químicos.

## INCOMPATIBILIDADES QUIMICAS

Otro aspecto que debemos considerar es la reactividad de ciertos reactivos químicos con otros, que pueden derivar en riesgos adicionales, como:

A) Reacciones fuertemente exotérmicas, que pueden dar lugar a



En ocasiones podemos encontrarnos situaciones como éstas. No se deben almacenar alimentos en frigoríficos destinados a la conservación de productos químicos.

inflamaciones o explosiones de los reactivos o de los productos de la reacción. Por ejemplo, combinaciones de la acetona con mezclas sulfonítricas; el iodo con acetileno, amoníaco (anhidro o en solución acuosa), etcétera.

B) Reacciones violentas con el agua, también de fuerte carácter exotérmico. Un claro exponente de ellas son las reacciones de los metales alcalinos y alcalino-térreos con el agua, liberando hidrógeno gaseoso, que es un gas muy inflamable.

C) Reacciones que generan productos muy tóxicos, donde se en-

cuentran incluidas aquellas que liberan ácido cianhídrico, cloro, óxidos de nitrógeno, fosfina, ácido sulfhídrico, etc.

Es aconsejable, pues, informarnos de los riesgos de los productos de reacción, sobre todo antes de iniciar nuevos procesos químicos en nuestros laboratorios.

## MANIPULACION DE PRODUCTOS QUIMICOS PELIGROSOS

Mediante una manipulación correcta de productos potencialmente peligrosos lograremos evitar o disminuir los riesgos que éstos plantean. Las recomendaciones que se dan a continuación son conocidas por la mayoría de los técnicos, aunque no puestas en práctica en su totalidad. Insistiremos en los productos corrosivos y tóxicos, dejando los inflamables, por su importancia, para un capítulo aparte.

Los envases que contienen productos químicos corrosivos, tóxicos o inflamables deben estar siempre herméticamente cerrados. Debemos acostumbrarnos a cerrar los recipientes una vez extraída la cantidad requerida de productos. Hemos de pensar que muchos de estos productos tienen una presión de vapor elevada y liberan gran cantidad de vapores perjudiciales. El ácido clorhídrico concentrado, el cloroformo, la piridina, el benceno, como representantes de productos que, habitualmente, se encuentran en los laboratorios, contribuyen a enriquecer el ambiente



Almacenar productos químicos peligrosos en estanterías elevadas es un factor más de riesgo.

Para manipulaciones con estos productos lo más indicado es trabajar en una cabina o vitrina de extracción localizada. Esta debe estar diseñada en función de las operaciones y productos a utilizar.

No almacenar estos productos en estanterías elevadas, por el riesgo que supone una caída accidental. Almacenar por separado productos químicos incompatibles, como ácidos, bases, líquidos inflamables, etc.

Limpia las paredes de los recipientes si resbalan gotas por él. También la mesa de operaciones (véase el apartado sobre Tratamiento de derrames y residuos).

Acostumbrarse a usar dispositivos automáticos de pipetear. En el mercado existen gran variedad de tipos y precios.

No utilizar envases de vidrio en mal estado para efectuar tratamientos térmicos.

Utilizar embudos para evitar salpicaduras en los trasvases de líquidos.

No ingerir alimentos en el laboratorio, no almacenarlos en el frigorífico, ni utilizar los vasos de precipitados para beber.

No probar nunca los productos químicos con vistas a su identificación. Oler llevando una pequeña cantidad de vapor con la mano hacia la nariz.

No llenar las botellas nunca con productos distintos al indicado en la etiqueta.

Desechar siempre el contenido de recipientes que no estén etiquetados.

Utilizar el material de protección personal.

No mezclar, en los mismos recipientes de basura, trapos, papeles o similares impregnados con productos químicos incompatibles.

## PRODUCTOS QUÍMICOS INFLAMABLES

Antes de desarrollar este apartado conviene definir algunos parámetros característicos en las reacciones de combustión, cuya manifestación energética se traduce en luz y calor (fuego).

Sabemos que las reacciones de combustión se dan en fase gaseosa. De esta manera, el combustible líquido o sólido deben pasar al estado gaseoso antes de iniciarse la reacción. Existe un parámetro propio del combustible que nos proporciona información sobre la facilidad que tienen los combustibles para crear mezclas inflamables con el oxígeno del aire. Se define como temperatura de inflamación, punto de destello o



*Hemos de acostumbrarnos a realizar todas las operaciones de pipeteado mediante sistemas automáticos.*

*flash point.* Es la temperatura mínima, a presión atmosférica, a la cual el combustible desprende la cantidad suficiente de vapores para que se produzca una inflamación de la mezcla vapor-aire, mediante el aporte a la misma de una energía de activación externa. Así, por ejemplo, el acetato de etilo posee una Ti de  $-4^{\circ}\text{C}$ , y la acetona de  $17^{\circ}\text{C}$ . Esto significa que a partir de estas temperaturas pueden crear mezclas inflamables. Estos productos son inflamables a temperatura ambiente. Por el contrario, la glicerina tiene una Ti de  $160^{\circ}\text{C}$ . A tempe-

ratura ambiente podemos trabajar con ella con la seguridad que no se nos inflamará.

Los criterios de clasificación de líquidos inflamables están establecidos, en el Real Decreto 2.216, en función de la Ti. También se toman como referencia las Ti para su almacenamiento.

Aparte de la Ti existen otros parámetros relacionados con la combustibilidad. Estos son los límites de inflamabilidad, los cuales representan el tanto por ciento en volumen de mezcla combustible-aire. Delimitan los porcentajes mínimos (límite inferior de inflamabilidad) y máximos (límite superior de inflamabilidad) entre los cuales la mezcla combustible-aire es inflamable. Siguiendo el ejemplo anterior, el acetato de etilo es inflamable cuando se encuentra en una proporción entre el 2,2 y el 11 por 100 en el aire, y la acetona, entre el 2,6 y 12,8 por 100. Por encima y por debajo de estos límites no hay combustión. El hecho de abrir una ventana, cuando se derrama un líquido inflamable o hay un escape de gas, significa una dilución del producto hasta niveles por debajo del límite inferior de inflamabilidad.

En muchas de las operaciones que se llevan a cabo en los laboratorios es necesaria la utilización de líquidos orgánicos, inflamables en su mayoría. Su inadecuada utilización ha provocado muchos incendios en laboratorios. Ello hace que debamos adquirir una especial sensibilidad respecto a su manipulación y almacenamiento.

*Los recipientes más adecuados para la contención de líquidos inflamables son los recipientes metálicos de seguridad, que son irrompibles y poseen una hermeticidad y resistencia al fuego muy elevada.*

Líquidos extremadamente inflamables, como el éter etílico, acetaldehído o las diversas gasolinas, deben tener un tratamiento especial. Con líquidos fácilmente inflamables, como la acetona, alcoholes, benceno, tolueno, etc., también conviene tomar precauciones.

Es recomendable almacenar la mínima cantidad posible de estos productos en el laboratorio. Si su cantidad es muy elevada, es conveniente habilitar un almacén especial, con una resistencia estructural acorde a la naturaleza y cantidad de los líquidos inflamables allí almacenados, al menos con una resistencia al fuego de 120 minutos (RF-120).

Si no se cuenta con estos almacenes, se debería disponer de armarios especialmente diseñados para inflamables, con una RF-15, de acuerdo con la norma UNE 23-802. «Ensayo de resistencia al fuego de puertas y otros elementos de cierre de huecos.» Estos armarios deberían llevar un letrero o señal de inflamable. Tanto las características como las cantidades máximas permitidas vienen recogidas en el Capítulo V de la Orden de 9-III-1982 (Ministerio de Industria y Energía) sobre Productos Químicos. Norma Técnica Complementaria MIE-APQ-001 «Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles» (BOE 20-V-1982, rect. 1-VII y 28-XII-1982), modificada por Orden de 26-X-1983 del Ministerio de Industria y Energía (BOE de 7-XI-1983).

Los recipientes que contienen los líquidos inflamables también deberían tener unas características determinadas. Según la normativa americana, recogida por la National Fire Protection Association (NFPA), en su Código 45. «Fire protection for laboratories using chemicals», limita la capacidad de los envases de inflamables en el interior de los laboratorios.

Los recipientes más adecuados para contener líquidos inflamables son los recipientes metálicos de seguridad. Estos, además de irrompibles, poseen propiedades de hermeticidad y resistencia al fuego elevada, así como válvula de seguridad capaz de expulsar sobrepresiones.

En el caso de almacenar líquidos inflamables en recipientes de vidrio conviene tener en cuenta varios consejos:

— Los recipientes no debieran ser de más de dos litros, puesto que son poco manejables.

— Si éstos han de ser transportados por las instalaciones conviene protegerlos de los golpes mediante su introducción en un cubo.

Tipo recipiente	Líquidos inflamables			Líquidos combustibles	
	Ti < 22°C Te < 37,8°C (litros)	Ti < 22,8°C Te > 37,8°C (litros)	22,8 < Ti < 37,8°C (litros)	37,8 < 60°C (litros)	60 < 93,4°C (litros)
Vidrio	0,5	1	4	4	20
Metálico	4	20	20	20	20
Plástico	4	20	20	20	20
Metálico de seguridad	8	20	20	20	20
Bidón metálico	20	20	20	240	240

— No almacenar estos envases en estanterías elevadas por el riesgo de caída accidental.

Los líquidos inflamables o combustibles no deben ser almacenados en frigoríficos domésticos debido al riesgo de incendio e incluso explosión que representa la acumulación de vapores por derrames, envases mal cerrados, roturas, etc. Se ha dado el caso de explosión en un frigorífico por almacenamiento de unos pocos milímetros de éter. Líquidos con Ti por debajo de la temperatura del frigorífico (aprox. 4°C) pueden dar lugar a estos fenómenos. Si se da el caso de necesidad de almacenamiento de líquidos inflamables, el frigorífico debe tener una protección eléctrica antideflagrante.

Tampoco es adecuado almacenarlos en las cabinas de ventilación del laboratorio. En éstas se suelen efectuar tratamientos térmicos y es muy posible que no tengan protección eléctrica antideflagrante.

Es importante valorar el riesgo de incendio y, en función de su resul-

tado, tomar las medidas preventivas adecuadas, evitando focos de calor en zonas donde se manipule o almacene inflamables. Para calentar líquidos inflamables deben utilizarse aparatos con temperatura controlada, como baños termostáticos o mantas calefactoras, pero nunca con llama directa.

Conviene adecuar la instalación eléctrica en función del riesgo de incendio, debido a la facilidad de que se produzcan arcos y chispas en interruptores, enchufes, etc. También pueden producir chispas aparatos domésticos, como batidoras, licuadoras, secadores de pelo, que no sean de seguridad aumentada.

La electricidad estática, producida, sobre todo, en trasvases de líquidos inflamables, es más difícil de controlar. Se puede realizar mediante conexiones de los recipientes con la puesta a tierra.

Existen recipientes metálicos para depositar los residuos inflamables, tanto líquidos como sólidos. Los primeros son similares a los recipientes



Tener soluciones para los casos de derrames y residuos peligrosos pueden evitar medidas como ésta.



Una fuente lavajos y ducha de emergencia debieran ser instaladas en todo laboratorio.

de seguridad utilizados para el almacenamiento. Los segundos suelen ser depósitos de seguridad para recoger trapos, papeles o diversos materiales impregnados de productos inflamables.

Por último cabe comentar el hecho de que fumar en el laboratorio incrementa el factor de riesgo de incendio. Los cigarrillos son fuentes caloríficas móviles. Por ello, como norma general, debería prohibirse el fumar en el interior de los laboratorios.

### RECIPIENTES DE GASES A PRESION

Los recipientes de gases a presión son bastante seguros. La normativa de fabricación y uso de estos envases viene recogida en el Reglamento de Aparatos a Presión, ITC MIE-AP 7. No obstante, cabe tener presentes algunas normas de seguridad:

- No almacenar los recipientes de gases a presión en el laboratorio. Sólo los de uso. Si el consumo es importante, conviene habilitarlos en una caseta en el exterior con estructura resistente al fuego. Mediante conducciones se dirigirán los gases hacia el laboratorio.

- Cuando se transporten o desplacen, deberá hacerse mediante carretillas, siempre en posición vertical y con la caperuza protectora. Una caída del recipiente podría provocar, aparte de una lesión, la rotura de la válvula, liberando el gas contenido y proyectando el recipiente a través de la dependencia.

- Todas las botellas deben fijarse en posición vertical mediante una cadena adosada a la pared, abrazadera o similar.

- Se separarán las botellas llenas de las vacías. Tanto unas como las otras deberán tener colocado el protector.

- No almacenar juntos los recipientes con gases incompatibles. Por ejemplo, gases comburentes e inflamables.

- Alejamiento de grasas, aceites, líquidos inflamables, desperdicios de recipientes que contengan oxígeno licuado.

### MATERIAL DE PROTECCION PERSONAL

En un laboratorio podemos encontrar una serie de riesgos que hacen aconsejable la utilización del material de protección personal. Las manos, ojos y vías respiratorias son partes delicadas de nuestro cuerpo expuestas continuamente a riesgos derivados de la manipulación de productos químicos. El empleo del material de protección personal adecuado no evita el incidente, pero sí puede disminuir sus posibles consecuencias.

Un medio de protección personal es la bata. Esta no sólo sirve para proteger la ropa de posibles suciedades, sino que tiene una misión protectora contra contactos directos entre la piel y el producto químico. Por ello, no es recomendable, sobre todo en verano, utilizar batas de manga corta, las cuales dejan los brazos expuestos a contactos.

Los guantes son necesarios en muchas operaciones. Estos deben ser resistentes al producto que se esté manipulando. Existen guantes de caucho natural, neopreno, butilo, PVC, PVA, etc. Por ejemplo, los guantes de neopreno son resistentes a la mayoría de los ácidos orgánicos

*El control de los riesgos producidos por la manipulación de productos químicos puede ser realmente efectivo con una buena planificación en fase de diseño del laboratorio.*

e inorgánicos, álcalis, alcoholes y disolventes derivados de petróleo. Por el contrario, tolueno, percloroetileno y tetrahidrofurano son productos que pueden dañar la resistencia del guante. Los guantes de butilo también se pueden utilizar para ácidos y álcalis, aunque son mejores los anteriores. Los PVA son buenos para la manipulación de acrilonitrilo, pero deficientes para ácidos y álcalis.

Es importante, pues, informarse sobre las características de los guantes que utilizaremos como protección personal.

La utilización de gafas o pantallas se hace necesaria en muchos momentos del trabajo en el laboratorio, por ejemplo, cuando existe riesgo de proyecciones o salpicaduras: al traspasar, calentar, limpiar recipientes, etcétera.

Por último, cabe destacar la importancia de la protección de las vías respiratorias. Vapores orgánicos, vapores corrosivos y colorantes en polvo son una muestra de productos que pueden penetrar por las vías respiratorias, produciendo alteraciones fisiológicas agudas o crónicas. A veces, el sistema de ventilación general o localizado no es suficiente. En otras ocasiones existe riesgo de escape de productos altamente peligrosos. En ambos casos se debe disponer de mascarillas, máscaras o equipos de respiración autónoma o semiautónoma.

El material de protección personal debe garantizarnos la protección para la cual está pensada, lo cual obliga a los fabricantes de material de protección a pasar una serie de ensayos, según normas establecidas por

el Ministerio de Trabajo. Pasadas estas pruebas, el Ministerio concede un número de homologación, que debe ser reflejado en el material de protección personal. A efectos legales, utilizar material de protección personal que no esté homologado equivale a no utilizarlo.

## MEDIDAS DE PROTECCION EN EMERGENCIAS

El control de los riesgos producidos por la manipulación de productos químicos puede ser realmente efectivo con una buena planificación en la fase de diseño del laboratorio. Si éste ha sido diseñado de acuerdo a las necesidades específicas de funcionalidad, pensando en todo momento en los aspectos de seguridad, conseguiremos un laboratorio estructuralmente seguro. Si, además, el personal que ha de trabajar en él se encuentra concienciado y preparado en materia de seguridad e higiene, avanzaremos extraordinariamente.

En este apartado nos referiremos a los sistemas de emergencia que debería poseer todo laboratorio, dejando al margen que éste haya sido diseñado o no correctamente desde un principio.

En el caso de que se haya producido un accidente en la manipulación de productos peligrosos, debemos actuar rápidamente, intentando minimizar las consecuencias. Una ayuda muy importante la vamos a tener en la ducha y fuente lavaojos. Una quemadura química puede ser tratada con rapidez mediante una ducha prolongada. Las salpicaduras en los ojos es un accidente que puede ocurrir con relativa frecuencia y que puede llegar a ser de una elevada gravedad. Una fuente lavaojos puede convertir un posible accidente grave en uno leve.

En el mercado también podemos encontrar frascos lavaojos, aunque no tan efectivos como la fuente.

Igualmente es aconsejable disponer de una serie de disoluciones para la neutralización en el caso de quemadura química. Las más corrientes son las de bicarbonato sódico al 1 por 100, para el tratamiento de quemaduras ácidas; ácido bórico o acético al 1 por 100, para el tratamiento de quemaduras alcalinas; hidróxido amónico al 20 por 100 para halógenos; permanganato potásico al 1 por 100 para sustancias reductoras, etc. Estas disoluciones debieran ser conocidas por todo el personal del laboratorio. Un lugar donde podrían ser



ubicadas es el botiquín del laboratorio.

Del material de extinción de incendios (extintores, BIEs, etc.) se hablará en un apartado más adelante. Si cabe hacer mención de las mantas apagafuegos. Algunas de ellas están diseñadas para, además de cumplir su misión, sofocando el fuego en una persona, evitar la deshidratación de los tejidos y calmar en lo posible el dolor.

## TRATAMIENTO DE DERRAMES Y RESIDUOS

Uno de los problemas más difíciles de solucionar se plantea cuando, accidentalmente, se derrama algún producto químico peligroso. Normalmente son pequeños derrames en la mesa o en el suelo, aunque puede ocurrir que un recipiente de uno o varios litros se rompa. Tanto en el primer caso como en el segundo debemos seguir un plan previamente establecido.

Repetidamente, al trasvasar un ácido, álcali, un líquido inflamable o un tóxico se vierten pequeñas cantidades en la mesa del trabajo. A veces no reparamos en ello por prisas, por desconocimiento de la peligrosidad que el producto entraña o incluso pensando que otra persona se hará cargo de su limpieza.

Más tarde notamos picor en los ojos, o en la garganta, o quemazón en el antebrazo, y al mirarlo apreciamos un agujero en la bata, o en presencia de un foco calorífico se produce una deflagración.

Suelen ser incidentes poco importantes, pero fácilmente evitables mediante la inactivación de estos verti-

*Es aconsejable disponer de una serie de disoluciones para neutralización y utilizarlas en los casos de quemaduras producidas por productos químicos.*



*Disponer de bibliografía específica sobre seguridad en el manejo de productos químicos es fundamental para una buena labor preventiva en el laboratorio.*

dos. En el caso de ácido y álcalis concentrados se puede disponer de disoluciones diluidas, de álcalis y ácidos, respectivamente, que ayudan a la neutralización. En el caso de derrames de oxidantes o reductores fuertes se pueden emplear disoluciones de productos también oxidantes o reductores adecuados. Los líquidos inflamables son más difíciles de tratar. Existen algunos métodos que proponen recoger el líquido sobre papel absorbente, llevarlo a la vitrina, dejarlo evaporar e incinerar. Estas operaciones pueden llegar a ser peligrosas de por sí al no disponer de recipientes adecuados para la incineración.

En el caso de derrames de cantidades importantes de productos, la solución se nos complica. Hemos de actuar rápidamente para minimizar las consecuencias. Según el producto, se debe incluso evacuar la zona. Como hemos dicho repetidamente, debemos conocer la peligrosidad del producto y su tratamiento. Para ello hemos de acudir a la bibliografía existente sobre el tema.

Actualmente se comercializan una serie de productos absorbentes, en forma de Kits, que pueden facilitarnos la tarea de actuación contra derrames. Los hay muy específicos, como los que actúan contra cianuros, mercurio, ácido fluorhídrico, o de carácter general, como los que actúan contra ácidos, bases o líquidos inflamables.

Respecto a los residuos peligrosos hemos de concienciarlos a no eliminarlos, sin más, a través de la basura corriente o a través del desagüe, los cuales no son controlables y atentan

contra el medio ambiente. En este aspecto, la normativa medioambiental cada día es más fuerte y restrictiva. Si la producción de residuos es importante, se deben seguir, en base a su eliminación, almacenamiento y transporte, los criterios establecidos por la normativa vigente. Otra alternativa consiste en contratar los servicios de empresas especializadas en recogida y tratamiento de residuos peligrosos. Si la producción de residuos es pequeña, podemos establecer métodos de inactivación, recogidos en la bibliografía especializada mencionada anteriormente.

## SISTEMAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Evidentemente, la mejor forma de ofrecer seguridad contra incendios es evitando que éstos se produzcan. Para ello conviene realizar una buena política de prevención dentro del recinto industrial, incluido el laboratorio, donde se contemple un programa de formación básico de los conceptos fundamentales sobre incendios, sobre todo incidiendo en el manejo de los extintores. Repetidamente se dan casos en que, al generarse un conato de incendio, el personal, entre situaciones de gran nerviosismo, debe leerse las instrucciones de uso de los extintores, perdiendo un tiempo valioso.

El sistema más habitual e inmediato de ataque directo a un incendio es a través de los extintores portátiles o móviles. A continuación repasaremos los extintores que más comúnmente aparecen en el mercado:

— Los extintores hídricos no suelen encontrarse muy a menudo en los laboratorios. El agente extintor es el agua, normalmente aditivada. Son adecuados para fuegos de clase A, es decir, fuegos de materiales sólidos. Para un laboratorio químico no es un agente extintor adecuado debido a que es conductor de la electricidad, puede contribuir a extender los fuegos de clase B (líquidos inflamables) por su poca miscibilidad con la mayoría de ellos, no se debe utilizar contra fuegos de la clase D (metales) y deteriora los equipos delicados.

— El polvo seco y el polvo polivalente son buenos agentes extintores; son excelentes inhibidores de llama, se pueden emplear en fuegos donde hay materiales y equipos bajo tensión, así como contra fuegos de líquidos inflamables, y no son tóxicos. La diferencia entre ellos estriba en que el polvo polivalente tiene mayor capacidad de extinción de fuegos de sólidos. El inconveniente principal de estos productos es que son muy sucios y pueden deteriorar los equipos delicados existentes en el laboratorio.

— El dióxido de carbono es eficaz a fuegos de líquidos y gases inflamables. También puede emplearse con relativa eficacia sobre fuegos superficiales de sólidos. Se puede emplear en presencia de tensión eléctrica y son muy limpios. Un inconveniente importante es que desplaza grandes cantidades de aire, por lo que puede provocar asfixia en locales pequeños y cerrados. Conviene tener en cuenta que el dióxido de carbono se expulsa del extintor a temperaturas muy bajas, por lo que no debe utilizarse contra personas.

— Los halones son agentes extintores muy eficaces contra fuegos de líquidos y gases inflamables. No lo son tanto contra fuegos de sólidos. El más eficaz contra estos últimos es el halón 2042, cuya protección es líquida. Se pueden emplear en presencia de electricidad y son muy limpios, lo que los hace muy aptos para su uso en el laboratorio. Al igual que el dióxido de carbono, puede producir asfixia en recintos cerrados. Otro inconveniente que poseen estos productos halogenados es que a altas temperaturas se descomponen, generando gases muy corrosivos, como son los ácidos fluorhídrico, bromhídrico y clorhídrico. También ha surgido la polémica en torno a los cloro-fluorocarbonos y su relación con la destrucción con la capa de ozono, lo cual hace que el uso de estos productos sea cada vez limitado.

Conviene mantener todos los extin-

*Es muy importante informarse de los riesgos de los productos de reacción, sobre todo antes de iniciar procesos químicos novedosos en el laboratorio.*

tores portátiles colocados sobre sus soportes, fijados sobre paramentos verticales o columnas. Deben estar situados en lugares visibles, de fácil acceso, a una altura máxima de 1,70 metros desde el suelo a la parte más alta del extintor y libres de todo obstáculo que dificulte su maniobrabilidad. También conviene señalar su ubicación mediante señales, contemplada en la norma UNE 23-033-81 (señal cuadrada o rectangular con fondo rojo y un símbolo de extintor de color blanco).

Aparte de los extintores existen otros medios de extinción de incendios. Uno de ellos es el uso de las BIE (bocas de incendio equipadas). Se utilizan cuando puede adquirirse o adquiriere grandes proporciones. Posee todas las ventajas e inconvenientes del agua como agente extintor.

Existen laboratorios que están equipados con sistemas fijos de extinción de incendios. Constan de una red de tuberías por donde circula el agente extintor, ya sea agua u otros agentes. Cuando se declara un incendio, estos sistemas se activan y dejan caer el agente extintor a través de dispositivos en forma de ducha llamados *sprinklers*.

Por último, cabe destacar la existencia de unos dispositivos denominados *detectores de incendios* que pueden, según el modelo, detectar cada una de las fases de las que consta el incendio: emisión de gases de descomposición, humos, llamas y calor. Cuando se produce un incendio, estos dispositivos dan la señal de alarma, ya sea luminosa y/o acústica.

## CONCLUSIONES

Normalmente, los laboratorios son lugares de trabajo bastante seguros, con un personal de elevada cualificación. Sin embargo, existen aspectos, como el uso cotidiano de productos químicos, que en muchas ocasiones no se les presta la suficiente atención, posiblemente por la dificultad de valorar los riesgos que éstos generan. Trabajar fuera de las campanas de laboratorio con productos de presión de vapor elevada, dejar abiertos los envases, exponer la piel a productos químicos, pipetear directamente sin la ayuda de dispositivos automáticos, almacenar los productos inflamables en lugares inapropiados, comer dentro del laboratorio, son prácticas habituales que comportan riesgos innecesarios, fácilmente evitables.

Una mentalización en temas de seguridad e higiene por parte de todo el personal que desarrolla su trabajo en un laboratorio y una adecuada información sobre los productos químicos que en ellos se manipulan y sus procesos ayudarán a mejorar considerablemente el grado de seguridad en el laboratorio.

## BIBLIOGRAFIA

- Guía de riesgos químicos*. NIOSH/OSHA. Publicada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).
- Safety in working with chemicals*. Michael Green. New York. MacMillan. Pub. Co. 1978.
- Handbook of laboratories safety*. Norman Steere. Ed. The Chemical Rubber (1971).
- El manejo de productos químicos en el laboratorio*. Doc. Tec. 23.84 (INSHT).
- Manual de protección contra incendios*. (NPPA). Ed. MAPFRE.
- Notas Técnicas de Prevención (NTP) números 3, 4, 5, 8, 9, 25, 26, 27, 28, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 50, 51, 57, 71, 74, 99, 108, 119, 135, 137, 144, 147. Ed. por INSHT.
- Hazards in the chemical laboratory*. L. Bretherick, The Royal Society of Chemistry, London.
- Safety in the chemistry laboratories*. Part of the 1983 annual chemical congress of the Royal Society of Chemistry, London.
- «Risc Químico». *Quaderns de Salut i Treball* (marzo 1989). Dep. de Treball. Direcció General de Relacions Laborals. Generalitat de Catalunya.
- Curso de Higiene Industrial*. Ed. MAPFRE. *Fichas de sustancias químicas*. INSHT. *Procedimientos para la eliminación de residuos*. D.T. 1983/20. INSHT.