

Prevención del riesgo químico en los laboratorios de docencia e investigación

Isabel Martínez Cabañas

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Universidad Autónoma de Madrid.

E-mail: servicio.prevencion@uam.es

INTRODUCCIÓN

A priori es difícil, incluso para un químico experto, distinguir un producto químico peligroso de otro que no lo es. Para los ajenos a esta disciplina la dificultad aumenta considerablemente y la falta tanto de información como de "cultura química", hace que en numerosas ocasiones se manejen este tipo de sustancias de forma irresponsable. Así, es fácil encontrarnos personas extremadamente osadas cuando manejan determinados productos (limpieza, medicamentos, pesticidas, pinturas etc.) y que simultáneamente reaccionan con pánico ante todo lo que se denomina sintético, ignorando que todo lo que nos rodea es química y que es precisamente el uso racional de la parte sintética de la misma la que nos está permitiendo vencer enfermedades y plagas o leer esta revista.

Pero, ¿que pasa en los laboratorios de química?. ¿Se valora, al menos allí, de forma correcta el riesgo químico?. Evidentemente todos reconocemos que la manipulación de ciertos productos químicos comporta riesgo, sin embargo muchas veces olvidamos el respeto que se merecen y acabamos exponiéndonos, en este caso no por falta de conocimiento sino por exceso de confianza.

¿Cuántas veces al entrar en un laboratorio hemos percibido un fuerte olor a "química" y nos ha parecido normal?. Muchos dirán que este olor es habitual en un laboratorio de química y que nunca nadie ha tenido ningún problema de salud. No obstante ¿quién no ha su-

frido alguna vez en un laboratorio irritación de las vías respiratorias, ojos o piel?. En este caso estamos preguntando sobre lo que en toxicología se denominan efectos agudos o inmediatos, que en la gran mayoría de los casos son reversibles, y que todos recordamos haber padecido. Sin embargo, la mayoría de nosotros ignoramos los posibles efectos crónicos, muchos de ellos desgraciadamente irreversibles y que en algunos casos se manifiestan decenas de años después de la exposición.

En este artículo trataremos de dar algunas claves útiles para reconocer el riesgo químico y prevenir tanto los efectos crónicos como los agudos.

ELEMENTOS QUE DEFINEN EL RIESGO QUÍMICO

El riesgo higiénico que puede originar un producto químico viene definido principalmente por cinco factores: su naturaleza química, la vía de entrada al organismo, el tiempo de exposición, las condiciones de trabajo y la susceptibilidad individual.

La naturaleza química hace referencia a aquellas características fisicoquímicas y tóxicas capaces de provocar efectos adversos en la salud. Según los efectos en la salud los compuestos químicos se clasifican en: irritantes, asfixiantes (simples



Isabel Martínez Cabañas

si desplazan oxígeno y químicos si bloquean el transporte de oxígeno hacia las células), narcóticos, neumoconióticos, tóxicos sistémicos, alérgenos, carcinógenos, teratógenos y mutágenos.

Las vías de entrada más importantes de los contaminantes químicos en los laboratorios son las vías dérmica e inhalatoria, siendo esta última la más importante con diferencia, (recordemos que la superficie de absorción en el caso de los pulmones corresponde aproximadamente a la de un campo de tenis). Otras vías de absorción posibles como la digestiva y la parenteral carecen de importancia en un laboratorio (siempre que se sigan unas pautas mínimas de higiene como son la prohibición de comer, fumar o beber en la zona de trabajo).

En cuanto al tiempo de exposición, tenemos la ventaja con respecto a las industrias de mantener una exposición que no se extiende en la mayoría de los casos a una jornada laboral, y por otra parte la desventaja de estar expuestos a multitud de compuestos diferentes, algunos de los cuales podrían ejercer acciones aditivas o sinérgicas en nuestro organismo. Desgraciadamente, en la actualidad se dispone de muy poca información sobre muchas de estas interacciones, lo que unido a que los valores límite ambientales (los TLV y los VLA de

los que más tarde trataremos) están establecidos para exposiciones laborales con jornadas continuas de 8 horas de trabajo, nos colocan en cierta desventaja a la hora de analizar el riesgo de exposición a agentes químicos de nuestro laboratorio.

Las condiciones de trabajo suponen un elemento de suma importancia para reducir e incluso eliminar el riesgo higiénico. La utilización de vitrinas extractoras de gases siempre que se manejen compuestos susceptibles de contaminar la atmósfera de trabajo constituye un requisito imprescindible en cualquier laboratorio.

COMO PREVENIR EL RIESGO QUÍMICO

Para prevenir el riesgo químico lo primero que debemos hacer es informarnos sobre el compuesto químico que vamos a manejar. Si el compuesto en cuestión está comercializado lo tendremos más o menos fácil ya que la normativa vigente en nuestro país obliga al fabricante o distribuidor de sustancias químicas a etiquetarlo y a entregarnos la ficha de seguridad química, ésta última siempre y cuando la solicitemos.

ETIQUETADO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

En España el reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de pre-

parados peligrosos¹, obliga al fabricante o distribuidor a indicar en la etiqueta del envase tanto los riesgos como las medidas de prevención que hay que adoptar (frases R de recomendación y frases S de seguridad).

Examinando la etiqueta (ver figura 1), obtendremos información sobre si el producto es explosivo, comburente, inflamable, irritante, tóxico, nocivo, corrosivo, peligrosos para el medio ambiente, carcinogénico, teratogénico y mutagénico.

Pero esta primera aproximación en la mayoría de los casos nunca es suficiente para trabajar en un laboratorio y en la mayoría de los casos tendremos que acudir a las fichas de seguridad química.

FICHAS DE SEGURIDAD

Las fichas de seguridad, además de mostrar los tipos de peligro y cómo prevenirlos, facilitan la información necesaria para caracterizar los síntomas que produce la exposición, las vías de entrada del tóxico, los primeros auxilios, las actuaciones en caso de derrames y fugas y las pautas correctas de almacenamiento. Estas fichas se pueden obtener vía internet en la siguiente dirección: <http://www.mtas.es/insht/ipcsnspn/spanish.htm>.

Junto a esta información también podemos encontrar datos sobre propiedades físicas de los compuestos que pue-

den resultar de gran utilidad para caracterizar el riesgo químico de una sustancia².

Así, por ejemplo, la **temperatura de inflamación** nos advierte si una sustancia es o no inflamable en condiciones de temperatura ambiente y de si debemos extremar las precauciones al almacenarla (alejada de fuentes de calor y focos de ignición).

Las **temperaturas de fusión y ebullición** son muy importantes a tener en cuenta cuando realicemos tratamientos térmicos diferentes a los habituales y nos dan información sobre el estado físico en el que se puede encontrar esa sustancia (el riesgo siempre será mayor si la sustancia está en estado gaseoso que si se encuentra en estado líquido, siendo menor si se encuentra en estado sólido). Prestaremos especial atención a aquellas sustancias cuya temperatura de ebullición es próxima a la temperatura ambiente.

Los **límites de inflamabilidad** (inferior y superior) delimitan los porcentajes mínimos y máximos de combustible en mezcla con el aire en y entre los cuales dichas mezclas son inflamables.

La **presión de vapor** nos aporta información sobre la facilidad que tienen las sustancias para pasar al estado vapor y por tanto a la atmósfera. Con la presión de vapor podemos obtener la concentración máxima absoluta del compuesto químico en cuestión en el aire mediante la ecuación: $C(\text{ppm}) = (Pv$

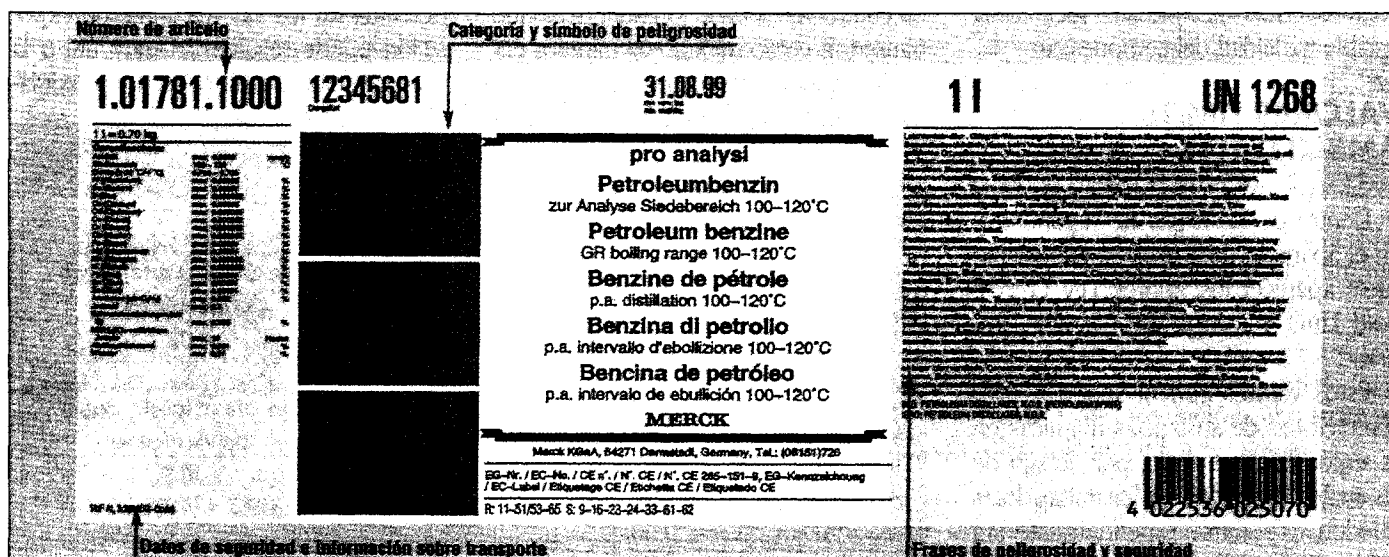


Figura 1: Ejemplo de una etiqueta de un producto químico en la que se señalan las frases de riesgo y seguridad y los símbolos de peligrosidad.

Sustancia química	Umbral olfativo	TLV-TWA
Benceno	34-119 ppm	10 ppm
Cloruro de vinilo	10-20 ppm	5 ppm
1,1,1-Tricloroetano (Metil cloroformo)	390 ppm	350 ppm

Tabla I. Comparación de umbrales olfativos y TLV-TWA de algunas sustancias. En todos estos casos el apreciar el olor del compuesto químico indica que estamos ante una situación de riesgo y de exposición ambiental por encima de los valores límites.

(mmHg)/ 760 mm Hg) x 10⁶. Si el valor obtenido no supera el valor límite ambiental, del que más adelante trataremos, es muy improbable que podamos sufrir una situación de riesgo con ese compuesto en nuestro laboratorio, a excepción claro está, que el compuesto en cuestión no posea presión de vapor pero estemos formando polvo con él y este polvo pase a la atmósfera de trabajo³.

La **densidad relativa respecto al agua** es de gran utilidad a la hora de extinguir un posible incendio. Las sustancias que tienen una densidad relativa menor que la unidad y no son solubles en agua permanecen siempre en la superficie de una mezcla con agua, quedando expuestas al oxígeno del aire. La utilización de agua como agente extintor podría en este caso contribuir a la propagación del incendio.

Por último, las fichas también nos muestran los límites de exposición o TLVs. Estos valores constituyen una potente herramienta para determinar tanto la exposición a contaminantes como para hacernos una primera idea de la posible toxicidad del compuesto.

VALORES LÍMITE AMBIENTALES

Dentro de las fichas de seguridad y en el apartado de límites de exposición suele aparecer los valores TLV (Threshold Limit Values ó Valor Límite Umbral).

Estos valores corresponden a concentraciones de sustancias químicas en la atmósfera de trabajo, por debajo de las cuales la mayoría de los trabajadores pueden exponerse repetidamente sin sufrir efectos adversos en su salud. Se acepta por tanto que, dada la enorme

variabilidad de respuestas individuales, una pequeña proporción de trabajadores podría experimentar molestias al exponerse a concentraciones iguales o inferiores a estos TLVs. Los valores son publicados anualmente por la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienist).

Entre los valores TLV nos podemos encontrar con los denominados **TLV-TWA** (Threshold Limit Value-Time Weighted Average) o valor límite umbral - media ponderada en el tiempo, que se refieren a la concentración media ponderada en el tiempo para una jornada normal de 8 horas diarias y 40 semanales, a la que pueden estar expuestos repetidamente casi todos los trabajadores, sin sufrir efectos adversos en su salud. Los **TLV-STEL** (Threshold Limit Value- Short Term Exposure Limit), concentraciones a la que los trabajadores pueden estar expuestos de manera continua durante un corto periodo de tiempo (15 minutos) sin sufrir irritación, daños crónicos irreversibles o narcosis. Estos TLV-STEL no pueden repetirse más de cuatro veces en la jornada, debiendo transcurrir como mínimo 60 minutos entre dos exposiciones consecutivas.

Por último, podemos encontrarnos con **TLV-C** (Threshold Limit Value-Ceiling) o valores techo que corresponden a concentraciones que no deben sobrepasarse en ningún momento. Muchas de las sustancias que tienen asignado un TLV-C presentan efectos agudos independientemente del tiempo de exposición (por ejemplo irritantes).

Aunque son muy utilizados, los TLV carecen de criterio legal incluso en EEUU, por lo que diferentes países han desarrollado su propia normativa como son los valores PEL (Permissible Exposure Limits) establecidos por la Occupational Safety and Health Administration (OSHA) de EEUU, valores MAK (Maximale Arbeitplatz Konzentration) establecidos por el Deutsche Forschungsgemeinschaft y valores MEL (Maximum Exposure Limits) establecidos por la legislación del Reino Unido (Health and Safety Commission).

En España recientemente se ha publicado un Real Decreto sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo⁴, en el que se definen unos Valores Límite Ambientales (VLA).

Los valores límites de concentración ambiental tienen su máxima utilidad como valores de referencia con los que comparar los valores obtenidos del muestreo ambiental. Si bien realizar medidas de concentraciones de tóxicos en laboratorios de investigación se aparta del objetivo de este artículo, la consulta detenida de los valores límite de exposición puede resultarnos muy útil a la hora de realizar una primera aproxima-

SUSTANCIA	CLASIFICACIÓN	
	ACGIH	INSHT
Benceno	A2	C1
Formaldehído	A2	No clasificado como cancerígeno
Aziridina (Etilenimina)	A2	C2
Tetracloruro de carbono	A3	No clasificado como cancerígeno
Hidracina	A2	C2
Óxido de etileno	A2	C2

Tabla II. Ejemplos de sustancias cancerígenas. Nótese la diferente clasificación que de ellas se hace según criterios del INSHT o de la ACGIH.

ción a los riesgos higiénicos con los que nos enfrentamos y nos puede ayudar a discernir si es necesario o no acudir a un servicio de prevención de riesgos laborales para realizar un estudio más detallado.

Así por ejemplo, es fácil darse cuenta que cuanto menor sea el valor TLV-TWA, mayor será la toxicidad del compuesto y por tanto mayores precauciones habrá que tomar tanto al trabajar con el mismo (ventilación adecuada, equipos de protección etc.), cómo para actuar rápidamente en caso de vertidos accidentales (equipos de neutralización y absorción de derrames). La evaporación de 10 mg de mercurio, equivalente a menos de 1µl, en un laboratorio de 100 m³ representaría una concentración ambiental de 0,1 mg/m³, exponiendo al personal que allí trabaja a concentraciones ambientales por encima del TLV-TWA que para esta sustancia es de 0,025 mg/m³ ⁵.

Además, ante sustancias con TLV-TWA bajos corremos el riesgo de que nuestro umbral olfativo se encuentre por encima del valor límite ambiental, con lo que al apreciar el olor de la sustancia podríamos estar rebasando la concentración límite². Ejemplos de este tipo de sustancias se muestran en la tabla I. La situación se puede ver agravada cuando en un laboratorio hay una mezcla de olores y unas sustancias enmascaran a las otras.

Por otra parte, sustancias con TLV-STEL nos advertirán de posibles efectos en exposiciones a cortos periodos de tiempo (el tipo de exposición más habitual en un laboratorio de investigación)

y sustancias con TLV-C nos harán extremar las precauciones ante una posible exposición.

Siguiendo con el caso anterior, y tomando como referencia el mismo laboratorio de 100 m³, un vertido accidental de tan sólo 20 mL de ácido clorhídrico al 36% (12M), que no se recogiera adecuadamente, podría representar el paso al ambiente del laboratorio de 8,5 g de HCl, lo que supondría una concentración ambiental de 85 mg/m³, colocándonos de nuevo por encima del valor TLV-C para esta sustancia (7,5 mg/m³) ⁵.

SUSTANCIAS CANCERÍGENAS

Junto a los valores TLV, hay veces que nos encontraremos la letra A seguida de un número, en este caso se trata de sustancias cancerígenas para las que la ACGIH establece la clasificación siguiente:

- A1: Cancerígenos confirmados en los seres humanos.
- A2: Cancerígenos con sospecha de serlo en los seres humanos.
- A3: Cancerígenos en animales.
- A4: No clasificados como cancerígenos en los seres humanos.
- A5: No sospechoso como cancerígenos en los seres humanos.

En España las sustancias cancerígenas se identifican con la letra C.

Siendo sustancias cancerígenas de **primera categoría o C1** aquellas que, se sabe, son cancerígenas para el hombre. Se dispone de elementos suficientes para establecer la existencia de una relación de causa efecto entre la exposición

del hombre a tales sustancias y la aparición de cáncer. Les es de aplicación el RD 665/1997⁶.

Las **C2 o de segunda categoría** son aquellas que pueden considerarse como cancerígenas para el hombre. Disponiendo de suficientes elementos para suponer que la exposición al hombre a tales sustancias puede producir cáncer. Al igual que en el caso anterior les es de aplicación el RD 665/1997.

En la tabla II se muestran la clasificación de algunos compuestos cancerígenos según la ACGIH y el INSHT.

Sobra decir que la precaución ante sustancias cancerígenas debe ser siempre máxima. En nuestro país la Legislación⁶ establece una serie de medidas para trabajar con este tipo de compuestos. Algunas de ellas sólo requieren un mínimo de buena voluntad por parte del investigador como son el trabajar siempre dentro de un mismo área correctamente señalizada y con ventilación localizada, limitar al menor número posible los manipuladores de dicha sustancia (por lo que jamás deben utilizarse en actividades de docencia), aplicar procedimientos y métodos de trabajo adecuados o vigilar el correcto etiquetado tanto de los productos como de los residuos. En otros casos, se requiere la voluntad del centro donde realizamos nuestra investigación, y quizás vaya siendo el momento de reclamar al menos, la implantación de sistemas de lavado y descontaminación de la ropa de trabajo (con lo que además de proteger nuestra salud y la de nuestra familia por fin conseguiríamos llevarnos menos trabajo a casa).

AQ

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Real Decreto 1078/1993, de 2 de julio de 1993, por el que se aprueba el reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- 2.- García López, J. L. Parámetros útiles para la caracterización del riesgo químico. Mafre Seguridad. Nº 57. Primer Trimestre. 1995.
- 3.- Schaefer, J.A. An algorithm for determining the potential for chemical exposure in a laboratory setting. *Chemical Health and Safety*. **2000**, 7, 11-13.
- 4.- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- 5.- Guardiola Solá, X., Gadea Carrera E. y Rosell Farrás M. G. Seguridad en el laboratorio: actuación en caso de fugas y vertidos. Nota Técnica de Prevención 399. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- 6.- Real Decreto 665/1997 de 12 de mayo de 1997, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.