

La gestión de residuos químicos tóxicos y peligrosos en 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

En los últimos años multitud de estudios científicos han mostrado los efectos perjudiciales que algunas sustancias químicas producen en el medio ambiente y en la salud de las personas. Continuamente nos llegan noticias sobre los altos niveles de contaminación de nuestros ríos, suelos, mares... Sabemos que ya estamos sufriendo los efectos perjudiciales de algunos contaminantes (metales pesados, benzopirano, dioxinas, dieldrina, hexaclorobenceno, etc.), y sabemos también... que al medio ambiente se han vertido otras muchas sustancias químicas cuyos efectos aún desconocemos. Actualmente todos somos conscientes de la necesidad de reducir las emisiones y vertidos de productos químicos contaminantes y exigimos a las Administraciones Públicas que persigan y sancionen las infracciones en esta materia.

Pero... ¿Qué pasa en nuestros laboratorios?.

Cinco razones inteligentes y un argumento desesperado para comenzar a gestionar los residuos tóxicos y peligrosos en laboratorios de investigación y docencia.

1- Es cierto que a diferencia de la actividad industrial, en investigación y docencia se generan pequeñas cantidades de residuos, pero también

es cierto que si sumásemos todas esas pequeñas cantidades, algunas de nuestras Universidades y Centros de Investigación quedarían clasificadas según la legislación vigente¹ como grandes productores de residuos tóxicos y peligrosos (más de 10.000 Kg). Este es el caso, al menos, de algunas Universidades donde

los sistemas de gestión y recogida de residuos tóxicos y peligrosos se encuentran implantados desde hace años. En otro caso como en el de Institutos de Enseñanza Secundaria, si bien el volumen de productos de residuos químicos generados es mucho menor los medios económicos y materiales son bastante deficientes, encontrándose en algunos centros graves problemas a la hora de deshacerse de productos caducados u obsoletos muchos de ellos de gran toxicidad.

2- Dentro de la actividad docente que realizan Universidades e Institutos nunca debieran dejarse de lado aspectos formativos tan importantes para la sociedad como son el respeto al medio ambiente y a la salud de los trabajadores.

3- En cuanto a la investigación, es im-



Isabel Martínez Cabañas

pensable que siendo éste el colectivo sobre el que recae la tarea de estudiar y avanzar en el conocimiento de los fenómenos que rigen nuestro universo, y que gracias a ella tengamos conocimiento del impacto perjudicial de la contaminación sobre el planeta, sea por otra parte una actividad que no controle sus residuos tóxi-

cos y peligrosos.

4- La retirada adecuada de residuos repercute positivamente en la gestión del laboratorio.

5- La gestión de los residuos producidos en un laboratorio es requisito necesario para obtener unas condiciones de trabajo seguras y saludables, siendo además imprescindible en aquellos laboratorios que quieran una armonización internacional de sus métodos de ensayo dentro de los denominados "Principios de Buenas Prácticas de Laboratorio" (BPL).²

6- Por si estas razones no fuesen de sobra suficientes, la legislación actual obliga a gestionar los residuos tóxicos y peligrosos de forma que se garantice la protección de la salud humana, la defensa del medio ambiente y la preservación de los

recursos naturales. Esta legislación establece que las operaciones de gestión son responsabilidad del productor del residuo, estableciendo una serie de sanciones económicas que quizás convengan a los más reticentes^{1,3,4}.

UN POCO DE LEGISLACIÓN

Para comenzar a gestionar los residuos de nuestro laboratorio correctamente, es preciso que al menos la persona responsable de la gestión de los mismos en nuestro centro (vayamos buscando a algún valiente) conozca el marco legal dentro del cual se debe actuar. La cronología de la legislación en materia de residuos resulta algo confusa, al menos para los que no estamos habituados a manejar este tipo de "artículos". Pero no nos debemos atragantar por ello ya que desgraciadamente cualquier docente o investigador de este país ya estará más que acostumbrado a lidiar en peores ruedos. Además, y si esto sirve de algún consuelo, la mayoría de empresas dedicadas a retirar residuos tóxicos y peligrosos también proporcionan y facilitan muchos de los trámites administrativos necesarios. En la Consejería de Medio Ambiente de nuestra Comunidad Autónoma nos pueden facilitar la lista de empresas gestoras de residuos autorizadas.

El desarrollo jurídico básico en materia de residuos tóxicos y peligrosos estaba expresado en la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, actualmente derogada como a continuación veremos⁵. Esta Ley era de aplicación a todo tipo de residuos y actividades generadoras de los mismos, excluyendo residuos como los procedentes de la minería o los radiactivos.

Dos años después de la aparición de esta Ley se publica el RD 833/88³, por el que se aprueba el reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986. Posteriormente este Real Decreto es modificado, fundamentalmente en lo referente a la lista de residuos peligrosos por el RD 952/1997⁴.

En 1998, un año después de publicarse el RD 952/1997 que regula la Ley 20/1986 se publica una nueva Ley de residuos que viene a sustituir a la anterior. Se trata de la Ley 10/1998, de residuos¹. Ley principal en esta materia, que establece como novedad una norma común para todo tipo de residuos (urbanos, sanitarios, tóxicos y peligrosos...), exceptuándose las emisiones a la atmósfera, los residuos radiactivos y los vertidos a las aguas. Es esta Ley la que debemos consultar para ver como están reguladas las operaciones de recogida, almacenamiento, transporte, tratamiento, recuperación y eliminación de residuos tóxicos y peligrosos. Además de regular las responsabilidades, esta ley establece un régimen sancionador e introduce el importante principio de que es obligatorio que el residuo tóxico y peligroso tenga siempre un titular, cualidad que corresponde al productor o al gestor autorizado en el caso de que el residuo haya sido transferido de forma documentada.

Con la Ley 10/1998 se deroga la Ley 20/1986, básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos así como parte del RD 833/1988 (artículos 50, 51 y 56). Quedando como legislación vigente la Ley de 1998 y como reglamentos para la ejecución de esta Ley los RD 833/1988 y RD 952/1997 (ambos anteriores a la Ley que reglamentan).

Finalmente puede encontrarse reglamentación específica para nuestra Comunidad Autónoma en aquellas Comunidades que tengan transferidas estas competencias.

Por otra parte, los residuos radiactivos son regulados por el Real Decreto 1522/1984, de 4 de julio, por el que se autoriza la constitución de la Empresa Nacional de Residuos, SA (EN-RESA) y los denominados residuos biosanitarios además de por la Ley 10/1998, por regulaciones específicas en aquellas Comunidades Autónomas, que así lo hayan dispuesto.

Pero dejemos a un lado tanto "leguleyo" y volvamos a nuestro laboratorio. Para iniciar un sistema eficiente de gestión de residuos tóxicos y peligrosos, tan sólo necesitaremos un pro-

cedimiento de trabajo, algo de papeleo (muy poco), y... dinero (yo en esto no les puedo ayudar, pero reciban todo mi apoyo y consideración sobre todo si son docentes de Institutos de Enseñanza Secundaria).

PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

Lo primero que debemos hacer para comenzar a gestionar los residuos de nuestro centro es nombrar a un responsable o responsables. Estas personas deben encargarse de realizar un procedimiento de trabajo y de revisar periódicamente que dicho procedimiento se cumple.

El procedimiento de trabajo debe ser conocido por todas las personas que manipulan productos tóxicos y peligrosos en el laboratorio, incluyendo claro está a los alumnos que realizan sus prácticas. Las normas deben de facilitarse por escrito y en ellas deben constar al menos los siguientes puntos:

- Identificación y clasificación de residuos.
- Normas especiales para residuos reactivos y/o explosivos especialmente peligrosos.
- Normas para su correcto segregación, envasado, etiquetado y almacenamiento.
- Normas de seguridad y de actuación en caso de derrame.

IDENTIFICACIÓN, CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS TÓXICOS Y PELIGROSOS GENERADOS

Según la legislación española un residuo tóxico y peligroso es aquel que figura en la lista de residuos peligrosos, aprobada en el Real Decreto 952/1997, así como los recipientes y envases que los hayan contenido. Les puedo asegurar que la lista es muy extensa y por supuesto incluye a la mayor parte de productos químicos que se utilizan en los laboratorios de docencia e investigación.

La clasificación de los residuos ge-

nerados en diferentes grupos es uno de los pasos iniciales de la gestión de los mismos. Esta clasificación se debe realizar teniendo en cuenta:

- (i) Las actividades que se realizan. Es muy recomendable ajustar el número de grupos al tipo de residuos generados en los centros de trabajo.
- (ii) Las propiedades físico químicas de los residuos, prestando atención a las posibles reacciones de incompatibilidad, ya que la mezcla de distintos residuos podría aumentar la peligrosidad y generar accidentes.
- (iii) Las operaciones de tratamiento (depósito, recuperación, valorización, incineración, etc.) que final-

mente la empresa gestora de residuos realizará tras retirar los residuos de nuestros centros. Este último punto es de gran importancia, ya que la naturaleza química del residuo es la que determina el tipo de tratamiento que se realizará. La mezcla de residuos puede ocasionar que tratamientos simples (y por lo tanto económicos) o tratamientos cuyo fin es el aprovechamiento de los recursos contenidos en esos residuos (valorización) no puedan ser realizados.

Aún cuando en un principio pueda parecerse complicado, dada la multitud de compuestos químicos que se pueden manejar en un centro de investigación, una clasificación

basada en 9 grupos, de los cuales uno lo constituye una especie de cañón desastre destinado a compuestos especiales que se generan de forma esporádica y en pequeñas cantidades, ha demostrado ser operativo en Instituciones donde confluyen actividades docentes e investigadoras muy heterogéneas como es el caso de la Universidad Autónoma de Madrid.

Esta clasificación en 9 grupos que se muestra en la Tabla I, se basa en la Nota Técnica de Prevención redactada por personal de la Universidad Autónoma de Barcelona y del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo⁶ así como en la experiencia adquirida en la Universidad Autónoma de Madrid.

TABLA I.

Grupo	Descripción	Sustancias	Ejemplos de tratamiento finales
I. Disolventes orgánicos halogenados.	Disolventes orgánicos que contienen mas del 2% de algún halógeno.	Cloroformo, bromoformo, cloruro de metileno...	Incineración
II. Disolventes orgánicos no halogenados.	Son disolventes orgánicos cuyo contenido en halogenados es menor del 2% (*).	Alcoholes, aldehídos, amidas, cetonas, ésteres, glicoles etc.	Valorización energética
III. Disoluciones ácidas de metales no incluidas en el grupo VIII.	Son disoluciones de ácidos inorgánicos (**).	Disoluciones acuosas de clorhídrico, nítrico....	Tratamientos físico químicos
IV. Disoluciones básicas de metales no incluidas en el grupo VIII.	Son disoluciones de bases inorgánicas y orgánicas diluidas.	Hidróxido sódico, hidróxido potásico	Tratamientos físico químicos, incineración...
V. Aceites usados.	Son aceites derivados de operaciones de mantenimiento y, en su caso, de baños calefactores.	Mezcla de diferentes sustancias según tipo de aceite.	Tratamientos físico químicos, depósitos de seguridad....
VI. Vidrio contaminado.	Se trata de material de vidrio contaminado con productos químicos tóxicos y/o peligroso.	Pipetas Pasteur, capilares, viales, botellas...	Depósitos de seguridad
VII. Basura contaminada.	A este grupo pertenecen guantes, papel absorbente y material de plástico contaminado con productos tóxicos y peligrosos.	Guantes, papel absorbente, material de plástico...	Incineración o depósitos de seguridad
VIII. Tóxicos especiales.	Disoluciones o sólidos metálicos u otros compuestos de especial toxicidad.	Productos caducados, tetróxido de ósmio, cianuros, peróxidos...	Valorización, incineración, tratamientos físico químicos...

TABLA I. (*) Una de las razones por la que es importante segregar cuidadosamente en contenedores diferentes los disolventes halogenados de los no halogenados es que estos últimos tienen como tratamiento final la valorización energética, es decir son utilizados en determinadas actividades industriales como combustibles, mientras que con los halogenados no es posible debido a problemas de contaminación atmosférica. (**) La mezcla de diferentes disoluciones de ácidos en un mismo contenedor puede plantear problemas de reactividad química con desprendimiento de gases tóxicos e incremento de temperatura, por lo que al realizar mezclas se debe realizar antes una prueba con pequeñas cantidades y si se observa reactividad se deberán recoger en contenedores separados. (***) Este grupo se divide en subgrupos de residuos que se recogerán separadamente: VIII-A: *Arsénico* y sus compuestos. VIII-B: *Antimonio* y sus compuestos. VIII-C: *Berilio* y sus compuestos. VIII-D: *Cadmio* y sus compuestos. VIII-E: *Cromo* y sus compuestos. VIII-F: *Cobre* y sus compuestos. VIII-G: Derivados orgánicos de *Estaño*. VIII-H: *Mercurio* y sus compuestos. VIII-I: *Plomo* y sus compuestos. VIII-J: *Selenio* y sus compuestos. VIII-K: *Talio* y sus compuestos. VIII-L: *Teluro* y sus compuestos. Otros residuos tóxicos especiales que se producen en pequeñas cantidades se recogerán igualmente separadamente clasificándose dentro del grupo VIII.

TRATAMIENTO DE RESIDUOS REACTIVOS

Para evitar accidentes, tanto en los laboratorios como en los locales destinados al almacenamiento provisional, los residuos reactivos deberán ser tratados antes de ser recogidos como residuos tóxicos y peligrosos.

Así, los reactivos fácilmente hidrolizables (cloruros y anhídridos de ácidos carboxílicos, isocianatos, etc.), los ácidos concentrados (ác. sulfúrico, ácido nítrico, tetracloruro de titanio, etc.) deberán ser previamente hidrolizados o diluidos por adición sobre cantidad suficiente de agua-hielo.

Los reactivos muy oxidantes (especialmente los potencialmente explosivos como peróxidos e hidropéroxidos) deberán reducirse por tratamiento con los reductores adecuados.

Los metales alcalinos no deben nunca ser recogidos como residuos dado el alto riesgo de incendio y explosión que plantea su almacenamiento. Para eliminarlos es necesario tratarlos previamente según protocolos estandarizados^{7,8}.

Procedimientos análogos deben seguirse al destruir residuos de hidruros metálicos (NaH, KH, LiAlH₄, etc.) o derivados organometálicos reactivos (BuLi, Me₃Al, etc.) así como otros reactivos pirofóricos^{7,8}.

Debemos recordar que estos tratamientos están destinados a disminuir las características de peligrosidad de los residuos y nunca a su eliminación total (actividad que sólo pueden realizar empresas gestoras autorizadas), por lo que el producto final de éstos tratamientos es también un residuo.

Todos estos procedimientos presentan un peligro elevado de incendio, por lo que siempre deben tomarse las debidas precauciones (trabajo en vitrina, gafas de seguridad, inexistencia de materiales inflamables en las proximidades, etc.). Las operaciones sólo se realizarán por personas experimentadas o bajo la supervisión de un profesor. En ningún caso se realizarán si se está solo en el laboratorio.

TABLA II

Producto	Polietileno de alta densidad (PE-HD)		Polipropileno (PP)	
	+20°C	+60°C	+20°C	+60°C
Ácido butírico	(-/+)	(-)	(-)	(-)
Ácido nítrico 70%	(+)	(-)	(-)	(-)
Ácido Tícloroacético	(+)	(-/+)	(-/+)	(-)
Bromoforno	(-)	(-)	(-)	(-)
Benceno	(-/+)	(-/+)	(-/+)	(-)
Clorobenceno	(-)	(-)	(-)	(-)
Cloruro de amilo	(-/+)	(-)	(-)	(-)
Cresoles	(-/+)	(-)	(+)	(-/+)
Etilbenceno	(+)	(-/+)	(-/+)	(-)
Percloroetileno	(-)	(-)	(-)	(-)
Tetrahidrofurano	(-/+)	(-/+)	(-/+)	(-/+)
Tícloroetano	(-/+)	(-)	(-)	(-)
Tolueno	(+)	(+)	(-/+)	(+)
Xileno	(-/+)	(-/+)	(-/+)	(-)

Tabla 2: Ejemplos de productos químicos cuyo almacenamiento en envases de polipropileno de alta densidad o poliestireno, puede ser problemático. (-) No resistente; (-/+) Parcialmente resistente. El producto ataca al plástico y el recipiente puede romperse. No almacenar durante periodos largos. (+) El producto químico no ataca al plástico o en su caso sólo causa pequeños defectos.

NORMAS PARA ENVASAR, ETIQUETAR Y ALMACENAR LOS RESIDUOS

Como productores de residuos tenemos la obligación de realizar una serie de acciones encaminadas a facilitar a la empresa encargada de retirar los residuos la gestión de los mismos (Ley 10/1998). Entre estas acciones están las de llevar un registro de los residuos producidos, envasar y etiquetar de forma reglamentaria los recipientes que contienen dichos residuos y observar una serie de normas de seguridad durante su manipulación, transporte y almacenamiento.

Envasado y etiquetado de residuos tóxicos

Los recipientes para la recogida de los residuos líquidos en los laboratorios deben de ser resistentes al ataque químico y poseer cierre seguro. En cuanto a su capacidad es preferible que dichos recipientes no superen los 25 l, ya que de otra forma se dificulta su manipulación además de suponer un serio riesgo en caso de accidente. Salvo en casos en los que la reactividad de los residuos no lo permita (ver

tabla II), se pueden utilizar bidones de polietileno de alta densidad de volúmenes comprendidos entre 5 y 25 l. Los residuos especiales o aquellos generados en pequeñas cantidades pueden ser envasados en recipientes de vidrio o plástico reciclados por el propio laboratorio.

Además, los residuos inflamables especialmente los del grupo II (ver tabla I) se almacenarán hasta su recogida en lugar seguro del laboratorio o taller (preferentemente en armarios ignífugos).

En el caso de residuos sólidos punzantes y/o cortantes (grupo VI) se deben emplear recipientes de seguridad de polipropileno rígido de un solo uso, impermeables y de interior inaccesible (semejantes a los utilizados en hospitales para contener agujas y jeringuillas).

La basura contaminada con productos químicos se almacena en bolsas de plástico resistentes (es recomendable una galga no inferior a 220 mg/cm²).

Estos envases pueden ser suministrados por la empresa gestora o por empresas especializadas del sector.

Todos los recipientes deben ser correctamente etiquetados. El etiquetado debe colocarse en lugar bien visible y ser resistente a la acción de los compuestos químicos. Los contenidos mí-

nimos de la misma son: Identificación del productor del residuo y laboratorio de donde procede. Teléfono. Identificación del grupo al que pertenece y componentes tóxicos/peligrosos del mismo. Fecha de envasado/recogida. Pictograma e indicación de peligro.

INVENTARIADO Y ALMACENAJE DE RESIDUOS

Al tratarse de mezclas de sustancias tóxicas y peligrosas, los residuos nunca deben almacenarse en el mismo laboratorio. Para evitar su acumulación en los lugares de trabajo deben ser trasladados a un lugar seguro con una periodicidad acorde con su generación. Desde el almacén de residuos éstos serán retirados definitivamente por la empresa gestora que hayamos contratado.

En el almacén se debe llevar un registro, donde se anoten las entradas y salidas de los distintos tipos de residuos y sus cantidades, el laboratorio de donde provienen y el/la responsable que los han cedido. Para evitar accidentes, nunca se debe admitir en el almacén residuos que no estén correctamente envasados y/o etiquetados. Los locales destinados a almacenar residuos deben cumplir los siguientes requisitos:

- Ventilación adecuada.
- Estructura resistente al fuego
- Estar suficientemente alejados de cualquier edificio ocupado.
- Tener equipos de extinción automática.
- Espacio suficiente para separar los distintos tipos de residuos según incompatibilidades.
- Iluminación e instalación eléctrica protegida y con sistema antidefragante.
- Suelo impermeabilizado y con cubeta para evitar el paso de los residuos al subsuelo en caso de derrame accidental.
- Correctamente señalizado según RD 485/1997 (BOE de 23 de abril de 1997), sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Vías de acceso fáciles para los vehí-

culos de la empresa gestora de residuos. Si es posible con dique de carga.

Minimización de la producción de residuos

Según RD 952/1997 los productores de residuos tóxicos y peligrosos deben elaborar y remitir a la Comunidad Autónoma correspondiente un estudio de minimización de residuos, comprometiéndose a reducir la producción de residuos tóxicos y peligrosos, en la medida de sus posibilidades.

Algunas medidas encaminadas a reducir esta producción son el ajuste del stock de reactivos a las necesidades, la reutilización de los residuos de unos procesos como materias primas de otros, reducción de la escala de los procesos de rutina y evaluación de los procedimientos de reciclado/reutilización de determinados productos⁹.

Sin embargo la forma más eficaz de reducir la producción de contaminantes en los laboratorios de docencia e investigación es la sustitución siempre que sea posible de los productos químicos de marcada acción biológica por otros de menor toxicidad.

TABLA III A.

Producto	Sustituto
Benceno	Ciclohexano, Tolueno
Cloroformo, Tetracloruro de carbono, Percloroetileno, Tricloroetileno	Diclorometano
1,4-Dioxano	Tetrahidrofurano
n-Hexano, n-Pentano	n-Heptano
Acetonitrilo	Acetona
N,N-Dimetilformamida	N-Metilpirrolidona
Etilenglicol	Propilenglicol
Metanol	Etanol

Tabla III (A). Ejemplos de sustitución de distintos compuestos orgánicos tóxicos y peligrosos por otros de menor toxicidad.

Quizás sea en la utilización de los disolventes orgánicos donde se ofrecen las mejores posibilidades para la sustitución, simplemente buscando aquéllos de menor toxicidad, mayor punto de ebullición, menor inflamabilidad, etc. En la tabla (III A y B) se recoge una serie de posibles sustituciones.

Por otra parte, y con respecto a los materiales, los casos más señalados para la sustitución son el amianto (material muy empleado en rejillas, guan-

TABLA III B.

Procedimiento	Producto químico peligroso	Sustituto
Limpieza de material de vidrio	Soluciones de ácido crómico-sulfúrico	Detergentes, limpiadores enzimáticos
Pruebas de calidad para iones de haluro	Tetracloruro de carbono	Ciclohexano
Síntesis orgánica	Ion cromato	Ion hipoclorito
Medición de presión de vapor-temperatura mediante un isotensiscopio	Tetracloruro de carbono	Alcohol isopropílico
Determinación del peso molecular mediante métodos de disminución del punto de congelación	Benceno	Ciclohexano
Temperatura	Termómetros de mercurio	Termómetros de líquido rojo
Almacenamiento de muestras biológicas	Formaldehído	Etanol u otro conservante
Síntesis orgánicas, etc.	Éter etílico	Eter t-butilmetílico
Cambio de fase y depresión del punto de congelación	Acetamida	Ácido esteárico

Tabla III (B). Alternativas posibles en el uso de productos de alta toxicidad en algunos procesos de laboratorio.

tes, cordones, etc.) y el mercurio. Es necesario sustituir el amianto por fibras artificiales comercializadas, cuyas propiedades aislantes son equivalentes. Asimismo, es conveniente sustituir (particularmente en futuras compras) los termómetros de mercurio por los de alcohol a fin de evitar los frecuentes derrames de mercurio como consecuencia de roturas de termómetros.

NORMAS DE SEGURIDAD Y DE ACTUACIÓN EN CASO DE DERRAME

Mientras los recipientes con residuos permanezcan en los laboratorios éstos deben de colocarse en lugares seguros, alejados de las zonas de paso, de las fuentes de calor y preferiblemente en el suelo o en estanterías bajas.

En caso de vertidos accidentales es preciso eliminarlos con celeridad, ya que constituyen un serio riesgo tanto para el personal propio del laboratorio como para otros trabajadores (me estoy refiriendo especialmente a los servicios de limpieza y mantenimiento). Las actuaciones de neutralización y absorción de vertidos se realizarán siempre con los equipos de protección adecuados en función de las características de peligrosidad del residuo (ventilación, gafas, guantes resistentes, mascarillas..) y evitando en todo momento la contaminación tanto de la indumentaria como de otras zonas del laboratorio.

Si bien existen absorbentes-neutralizantes comerciales muy útiles para este tipo de incidentes, a continuación se comentaran algunos métodos de recogida de vertidos recomendados por el Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo¹⁰.

- *Líquidos inflamables* (grupos I y II de la clasificación de residuos); Dada su inflamabilidad resulta peligroso utilizar serrín como absorbente. Utilizar absorbentes comerciales o carbón activo.
- *Ácidos* (grupo III de la clasificación de residuos): Deben absorberse con rapidez ya que los vapores generados pueden causar daños tanto a las personas como a las instalaciones y equipos. Lo primero que hay que hacer es neutralizar el derrame con bicarbonato sódico y posteriormente lavar con abundante agua y detergente. Si el residuo derramado es de ácido fluorhídrico, las precauciones deben de ser máximas (se trata de un ácido que produce quemaduras muy graves). En este caso se recomienda neutralizar con una solución de hidróxido cálcico o de carbonato cálcico.
- *Bases* (grupo IV de la clasificación de residuos): Neutralizar con abundante agua a pH ligeramente ácido. Una vez neutralizado el derrame lavar con abundante agua y detergente.
- *Mercurio*: Absorber con polisulfuro cálcico, amalgamantes (existen pro-

ductos comerciales específicos para ello), o azufre. Si se ha depositado en ranuras, se puede intentar sellar con una laca fijadora o intentar aspirarlo con ayuda de una pipeta Pasteur. El metal recogido se debe guardar en un frasco cerrado, a poder ser protegido con agua y sellado con glicerina.

Para más información sobre este tema se puede consultar la Nota Técnica de Prevención 399, donde se muestran ejemplos de neutralización y absorción para una amplia variedad de productos químicos específicos. Estas Notas Técnicas de Prevención se pueden encontrar en la dirección de página web <http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp.htm>.

Por último solo me queda animarles para que comiencen a gestionar o (ha presionar para que se gestionen) los residuos de sus laboratorios de forma adecuada. Sé que ha primera vista la mayoría de los aspectos que hemos tratado en este artículo sólo implican un coste añadido de tiempo, personal y dinero (bienes todos ellos muy escasos en nuestros laboratorios), sin embargo y dejando a un lado los fríos aspectos legales de sanciones y multas, no me negarán que este esfuerzo además de repercutir positivamente en la gestión del laboratorio nos proporcionará la satisfacción personal de estar protegiendo inestimables bienes como son la salud y el medio ambiente.



REFERENCIAS

- 1- Ley 10/1998, de 21 de Abril, de residuos (BOE nº96 de 22/4/98).
- 2- Real Decreto 1369/2000, de 19 de julio, por el que se establecen los principios de buenas prácticas de laboratorio y su aplicación en la realización de estudios no clínicos sobre sustancias y productos no clínicos.
- 3- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de residuos Tóxicos y Peligrosos (BOE nº182 de 30/7/88).
- 4- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real decreto 833/1988, de 20 de julio. (BOE nº160 de 5/7/97).
- 5- Ley 20/1986, de 14 de Mayo de 1986, Básica de residuos Tóxicos y Peligrosos.
- 6- lavero Subías J.M. y col. (1998). La gestión de los residuos peligrosos en los laboratorios universitarios de investigación. Nota Técnica de Prevención 480. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- 7- Armour, M.A (1996). Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide. Boca Raton. CRC Press LLC.
- 8- Díaz Peñalver, N. (2000). Manual de gestión de los residuos especiales de la Universidad de Barcelona. Publicacions Universitat de Barcelona.
- 9- Freeman H.M. (1998). Manual de prevención de la contaminación industrial. McGraw-Hill.
- 10- Guardino Solá, X., Gadea Carrera E. Y Rosell Farrás M.G. (1995). 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.