

GUÍA DE LABORATORIOS DOCENTES





GUÍA LABORATORIOS DOCENTES



Edita: Departamento de Medio Ambiente de Comisiones Obreras de Aragón

Coordina: Luis Clarimón

Elaborado por: Gustavo Lafuente, Ana Edita García, Luis Clarimón, Ana Cortes.

Subvenciona: Gobierno de Aragón. (Departamento de Medio Ambiente).

Diseño y Maquetación: Garanto Estudio (www.garanto.es)

Impresión: Gráficas Olimar

Esta guía se edita para ser distribuida y divulgados sus contenidos, con la intención de que sea utilizada lo más ampliamente posible.

Solicitud de ejemplares en:

Comisiones Obreras de Aragón,

Departamento de Medio Ambiente

(Paseo de la Constitución 12 -50008- Zaragoza, Tel.. 976483200, e-mail: m.ambiente.ar@aragon.ccoo.es.)

En caso de reproducir o emplear contenidos, se ruega citar la fuente.

Zaragoza. Año 2009.

La presente publicación está impresa con tintas vegetales, en papel reciclado 100% libre de cloro.

Índice guía

Presentación | 9

1. Introducción. Riesgo Químico | 11

2. Los laboratorios docentes | 25

3. Riesgos en un laboratorio | 27

4. Productos químicos a evitar | 37

5. Actuaciones ante derrames | 47

6. Residuos | 51

7. Gestión de residuos peligrosos | 65

8. Laboratorios de microbiología | 71

9. Buenas practicas | 81

10. Bibliografía | 85

11. Anexos | 87

- Anexo I - Clasificación y símbolos de peligro en la nueva reglamentación europea | 87
- Anexo II - Legislación | 91
- Anexo III - Lista de productos autorizados, productos prohibidos y productos autorizados con condiciones, en laboratorios docentes | 95
- Anexo IV - Frases "R" y frases "S" de seguridad | 103
- Anexo V - "Hacia una química sostenible", por Terry Collins | 109

Presentación

Comisiones Obreras con el soporte técnico de ISTAS desarrolla un intenso trabajo promoviendo la aplicación de los principios de prevención y de precaución en relación tanto a la protección de la salud en el trabajo, como al medio ambiente.

El estudio (informe) de Comisiones Obreras de Madrid “Exposición laboral a agentes cancerígenos y mutágenos”, presentado en diciembre de 2003, puso al descubierto el elevado porcentaje de centros con presencia de sustancias cancerígenas (el 76,9% de los centros docentes visitados, un porcentaje de los más elevados, por encima de los laboratorios farmacéuticos, donde ascendía al 53,8%). Este informe también señala al sector de la enseñanza como uno en los que la sustitución o eliminación total de estas sustancias peligrosas es factible.

En los laboratorios de los centros docentes se emplean diversas sustancias; otras se generan en los procesos realizados durante las “prácticas”. Algunas de ellas son totalmente inocuas; otras sin embargo, y a pesar de su peligrosidad, han seguido presentes en muchos laboratorios, a menudo “por que siempre se ha hecho así”.

Son sustancias peligrosas o residuos peligrosos que, año tras año, son susceptibles de provocar daños a las personas que los manipulan. Además, la total ausencia de gestión de los residuos producidos en el laboratorio puede conducir a la dispersión de contaminantes en el medio.

Si bien en un laboratorio se pueden realizar muy diversas actividades, en esta guía haremos referencia exclusivamente a las actividades de índole científico y muy particularmente las relacionadas con laboratorios donde se manipulen productos químicos y se lleven a cabo experimentos relacionados con los campos de la Química y la Biología.

Esta guía tiene por objeto la prevención, reducción y correcta gestión de los residuos generados en un laboratorio docente. Así como dar a conocer las pautas que hay que seguir para prevenir la aparición de riesgos derivados del trabajo en un laboratorio.

Se ha pretendido elaborar un documento práctico, y aplicable a la totalidad de los laboratorios de química o biología. Comienza por una introducción sobre el riesgo químico, imprescindible como punto de partida. Los consejos prácticos y los protocolos de actuación que se proponen en la parte central de la guía recogen recomendaciones y obligaciones legales en materia de prevención de riesgos y la gestión de los residuos. Concluye con un interesante artículo sobre la química sostenible, un tema cuya reflexión es de especial interés para él, o la docente.

Desde CCOO-Aragón os animamos a poner en práctica estas propuestas, y prevenir así, la contaminación relacionada con esta labor docente. De esta manera, contribuir en el cuidado ambiental a través de un cambio de comportamientos, se convierte, además, en una acción ejemplarizante y educativa.

Esperamos que esta publicación sea de utilidad

Jose Manuel Larrodera

Secretario General de la Federación de Enseñanza de Comisiones Obreras de Aragón.

Luis Clarimon

Responsable del Departamento de medio ambiente de Comisiones Obreras de Aragón.

1. Introducción. Riesgo químico

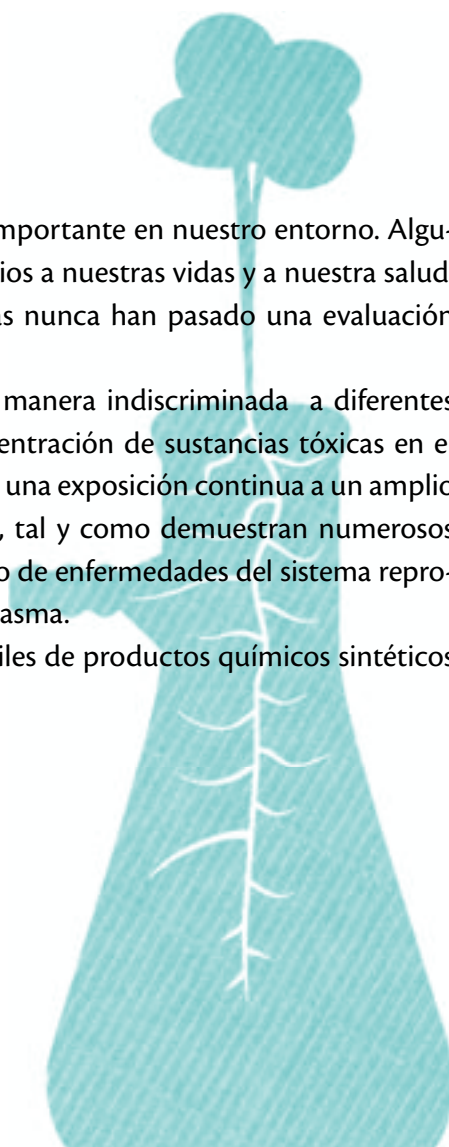
1. La presencia de sustancias químicas en el mundo.
2. Las sustancias químicas peligrosas.
 - Clasificación. Efectos sobre la salud.
 - Mecanismos de Acción. Vías de entrada en el organismo.
 - Contaminantes en el medio ambiente.
3. ¿Cómo evitar el daño?
 - Prevención de riesgos. Principio de precaución. Prevención de residuos.
4. REACH
5. Química Verde.

Riesgo Químico

Las sustancias químicas ocupan un lugar muy importante en nuestro entorno. Algunas cumplen propósitos útiles y traen grandes beneficios a nuestras vidas y a nuestra salud. Otras sabemos que son peligrosas, y muchas de ellas nunca han pasado una evaluación apropiada para saber si son seguras.

Se sabe que hoy en día estamos expuestos de manera indiscriminada a diferentes sustancias peligrosas. Estudios de los niveles de concentración de sustancias tóxicas en el cuerpo humano indican, de hecho, que todos sufrimos una exposición continua a un amplio número de contaminantes químicos. Esta exposición, tal y como demuestran numerosos estudios científicos, está relacionada con el incremento de enfermedades del sistema reproductor y endocrino, determinados cánceres, alergias y asma.

Durante el siglo XX, comenzaron a generarse miles de productos químicos sintéticos



para su uso en la industria y agricultura, con tal proliferación que se estiman en unos 30 millones los diferentes productos químicos que existen en el mundo. Si bien la industria química ha sido generosa en la producción de nuevas sustancias, ha pecado de irresponsable al introducir en el mercado dichas sustancias sin apenas conocimientos de los “efectos secundarios” que pudieran tener.

En la actualidad, de las casi 150.000 sustancias que se comercializan en Europa, (que se mezclan para formar millones de productos o preparados comerciales), sólo cuentan con información (eco)toxicológica completa una centena, lo que supone un 0,07%.

Sabemos que algunas sustancias son especialmente preocupantes por sus graves efectos en la salud (cánceres, alteraciones genéticas, alteraciones del desarrollo fetal) o por sus características de persistencia en el medio ambiente, o de acumulación en los seres vivos.

Hay que destacar que el daño derivado de las sustancias químicas no se restringe al ámbito laboral (lo que sería lógico considerando que gran parte de los productos químicos tienen su consumo dentro de los procesos productivos); sino que la mayor parte de los daños se detectan en la población general, y de forma más relevante, en la infancia.

Algunos datos sobre el daño a la salud ocasionado por la exposición a sustancias tóxicas en España.

- Entre 2.000 y 9.000 trabajadores mueren cada año debido a la exposición a agentes cancerígenos en los lugares de trabajo. (Unos 74.000 en Europa¹)
- 5.130 trabajadores contraen asma, 8.550 enfermedad pulmonar obstructiva y 6.840 sufren dermatitis, debido a la exposición laboral a sustancias peligrosas.
- El número de defunciones por enfermedades que pueden tener causas medioambientales se ha triplicado en el periodo 1980-2004.
- El asma afecta al 10% de la población infantil española.
- El cáncer infantil (asociado a factores ambientales en un 98% de los casos) aumenta un 1% cada año.
- Los problemas de neurodesarrollo (relacionados con exposición a tóxicos) infantiles están alcanzando cifras epidémicas: un 5-10% de los niños escolarizados tienen problemas de aprendizaje; el 17% tiene problemas de atención con hiperactividad; un 1% de los niños sufren retraso mental.

En las últimas décadas han saltado las alarmas sobre daños detectados en personas y animales a causa de los agentes químicos liberados por el ser humano, y se ha desarrollado, especialmente en el contexto europeo, una extensa normativa para un uso más seguro de los agentes químicos, (fabricación, comercialización, etiquetado, medidas preventivas, restricciones de uso, etc...) Pero, aún así, la situación no cambia: la producción global de

1. Agencia europea de seguridad y salud en el trabajo (OSHA): <http://osha.europa.eu/en/sector/construction/@@oshtopic-view?tp=/directory/construction/Publication>

sustancias químicas sigue aumentando, hoy se producen en el mundo más de 400 millones de toneladas de químicos, gran parte sin los estudios y análisis necesarios sobre los riesgos potenciales.

Parece inevitable preguntarnos ¿cómo es posible que se produzca, utilice, almacene, transporte y emita tal cantidad de químicos en todo el mundo sin que ni siquiera se conozcan sus efectos dañinos? La respuesta podría ser esta: El comercio de estos productos químicos genera en el mundo 1.641 billones (con b) de euros².

Características de las sustancias químicas peligrosas

Los productos químicos pueden provocar diferentes tipos de efectos: explosiones, incendios, enfermedades, contaminar la atmósfera, etc. Cada producto puede ser capaz de provocar uno o más efectos. De manera ilustrativa, podemos clasificar los productos químicos según su efecto en:

PELIGRO	CLASIFICACIÓN
Productos que originan accidentes	Inflamables Muy inflamables Comburentes u oxidantes Explosivos Corrosivos
Productos o sustancias que producen daños a la salud	Tóxicos Muy tóxicos Nocivos Sensibilizantes Irritantes Cancerígenos Mutágenos Tóxicos para la reproducción Disruptores endocrinos

2. En 2006, según CEFIC (www.cefic.org). Datos publicados en el artículo "La legislación Europea REACH. El poder y la salud en manos químicas" R. Gadea, A. Ferrer, D. Romano y T. Santos. ISTAS (Instituto de Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud).



Productos o sustancias que dañan el medio ambiente	Ecotóxicos Contaminantes de las aguas Contaminantes de suelos Contaminantes atmosféricos Persistentes Bioacumulativos
--	--

Otras clasificaciones de las sustancias que pueden producir daños:

- Según el modo de acción de la sustancia:
 - Local o de contacto: el efecto tóxico se manifiesta en el lugar de contacto entre el cuerpo y la sustancia.
 - Sistémico: son la mayoría y se produce en tejidos u órganos diferentes al de la entrada o contacto del contaminante. Requiere la absorción y distribución de la sustancia desde el lugar de contacto hasta el punto donde ejerce su acción tóxica. Los órganos más frecuentemente afectados (llamados órganos diana) son: los pulmones, el hígado, el sistema nervioso central, los riñones, la piel y la médula ósea.
- Según el tiempo de exposición y de aparición de daños:
 - Toxicidad aguda: se presenta tras una exposición corta, y en general produce efectos inmediatos y fácilmente detectables. Ejemplo: la irritación de las vías respiratorias tras la inhalación del cloro.
 - Toxicidad crónica: relacionada con los efectos a largo plazo. La manifestación del daño se produce tras largo periodo de exposición y, en general, requiere exposiciones repetidas. Entre estos efectos, los más graves son: el cáncer, las alteraciones genéticas, las reacciones alérgicas, la toxicidad cerebral y nerviosa.
- Según la reversibilidad de los daños, los efectos tóxicos pueden ser inmediatos y temporales (una irritación, por ejemplo) o permanentes (irreversibles) como el cáncer.
- Dosis: unas sustancias producirán daños a dosis muy bajas, otras menos tóxicas necesitarán dosis mayores. En los casos de las sustancias cancerígenas, no hay dosis segura.

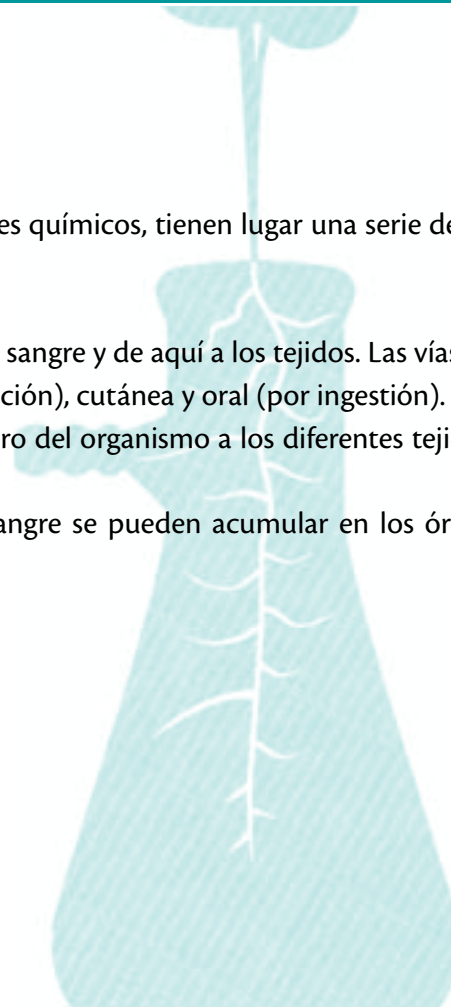
- Clasificación de las sustancias peligrosas por los posibles efectos patológicos:

Acción Irritante	Daño al tejido por contacto, pudiendo afectar a ojos, piel y vías respiratorias
Acción Corrosiva	Destrucción o irritación fuerte de los tejidos que toman contacto con dicha sustancia
Efecto neumoconiótico	Los compuestos en forma de polvo se adhieren al pulmón y terminan provocando una reducción de la capacidad pulmonar
Efecto asfixiante	Efecto que aparece por el desplazamiento del oxígeno (cianuros)
Efecto anestésico o narcótico	Efecto depresivo del Sistema Nervioso Central, puede ser grave puntualmente y generalmente reversible (cloruro de metileno)
Acción sensibilizante	Efecto reactivo del organismo ante la presencia del tóxico. Alergias. Suele ser irreversible.
Efecto cancerígeno	Puede favorecer el desarrollo de cáncer.
Efecto mutágeno	Puede producir modificaciones transmisibles a la descendencia.
Efecto teratógeno	Aparición de malformaciones en la descendencia
Efectos sistémicos	Alteraciones en órganos o sistemas específicos (hígado, riñones, sistema nervioso, etc..)
Disrupción endocrina	La disrupción endocrina se da cuando una sustancia química es capaz de alterar el equilibrio hormonal, pudiendo provocar diferentes daños a las personas expuestas, animales o a sus descendientes.

Mecanismos de acción:

Cuando el organismo está expuesto a los agentes químicos, tienen lugar una serie de procesos:

- Absorción: transferencia de la sustancia hasta la sangre y de aquí a los tejidos. Las vías de absorción principales son: pulmonar (por inhalación), cutánea y oral (por ingestión).
- Distribución: movimiento de los químicos dentro del organismo a los diferentes tejidos. Se realiza a través de la sangre.
- Acumulación: los tóxicos distribuidos por la sangre se pueden acumular en los ór-



ganos por los que tengan más afinidad. Se distinguen las sustancias hidrosolubles de las liposolubles; estas últimas se acumulan en tejidos que son ricos en lípidos (grasas). Las consecuencias pueden ser: daño local en el órgano diana o bien acumulación progresiva y liberación prolongada que hacen que perduren los efectos tóxicos en el cuerpo.

- **Metabolización:** transformaciones del compuesto dentro del organismo antes de ser eliminados. Algunos metabolitos son más tóxicos que las sustancias originales.
- **Eliminación:** la vía de eliminación más importante es la orina, seguida de la bilis. Otras son: el aire espirado, el sudor, las uñas, saliva, secreción gastrointestinal, las lágrimas y el semen. Es importante tener en cuenta que algunos tóxicos se excretan por la leche materna, pudiendo producirse una transferencia al lactante.

Vías de absorción:

En términos preventivos es fundamental considerar las vías de absorción del tóxico.

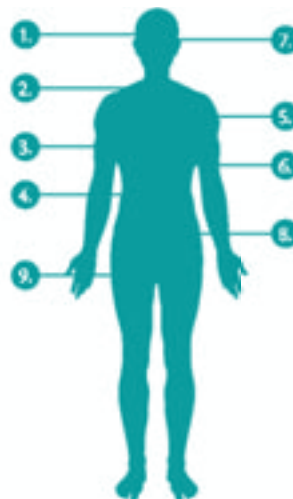
- **Vía respiratoria:** todas las sustancias que se encuentran en forma de gases, vapores, humos, polvos, fibras, .. pueden ser inhaladas. Dependiendo del tamaño y la forma de sus partículas llegarán más o menos lejos en el sistema respiratorio y podrán llegar al torrente circulatorio. La cantidad inhalada dependerá de la concentración ambiental, el tiempo de exposición y el esfuerzo físico realizado.
- **Vía dérmica:** la facilidad de un tóxico de atravesar la epidermis depende fundamentalmente de sus propiedades químicas (capacidad de disolverse en agua o en grasas). Hay que evitar dañar la piel con disolventes orgánicos, los cuales eliminan la capa sebácea natural que sirve de barrera contra sustancias corrosivas e irritantes.

1. PCBs
 Uso: plásticos, aislantes de electricidad, fluidos hidráulicos.
 Efectos: producen cáncer de hígado, pulmón y se asocian al cáncer de cerebro y melanoma.

2. TRICLOROETILENO
 Uso: pinturas, gomas y limpiadores de alfombras.
 Efectos: causa cáncer y daños en el sistema nervioso central.

3. DDT
 Uso: pesticidas.
 Efectos: causante de cáncer y defectos de nacimiento.

4. HEXACLOROBENCENO
 Uso: en fungicidas subproducto en la producción de disolventes clorados.
 Efectos: inhibe el desarrollo y afecta al metabolismo.



5. FLÚOR
 Efectos: la intoxicación produce vómitos, dolor abdominal, náuseas, incluso la muerte por parada cardíaca.

6. METIL CLOROFORMO
 Uso: en líquidos correctores y tintas.
 Efectos: daña el corazón y el sistema respiratorio.

7. CLORURO DE VINILO
 Uso: elaboración de PVC.
 Efectos: causa cáncer cerebral y suprime el sistema inmunitario.

8. PERCLOROETILENO
 Uso: limpieza en seco, desengrasante de metales.
 Efectos: daña el hígado y los riñones.

9. DIOXINA
 Uso: no se fabrica; se origina como subproducto durante la obtención o incineración de organoclorados.
 Efectos: causa cáncer y fallos en la reproducción.

Cuadro: Ejemplos de sustancias y órganos diana / Fuente: ISTAS.

- Vía digestiva: ligada fundamentalmente a prácticas incorrectas durante la exposición a agentes químicos, (comer, beber, fumar...). Otras veces, los alimentos son los vectores por los que los tóxicos entran en nuestro organismo.

Tras su absorción por cualquiera de estas vías, el tóxico se distribuye en el organismo según sus afinidades y provoca lesiones en los órganos diana.

La exposición a tóxicos de la población en general no es baladí. Del trabajo de investigación que se viene realizando por la Universidad Autónoma de Barcelona³ en torno a contaminación ambiental y cáncer, podemos extraer que:

- En toda la población objeto de estudio se encontraron diferentes contaminantes químicos en la sangre; por extensión es probable que todas las personas presentemos en mayor o menor grado sustancias químicas peligrosas en nuestro organismo.
- No están sólo en el ambiente laboral: dichos contaminantes se pueden encontrar en el ambiente (el aire, el agua, el suelo, los alimentos...).

Así pues, la población en general presenta sustancias contaminantes en la sangre, porque la ha asimilado a través de la contaminación ambiental, especialmente a través de la ingesta de alimentos contaminados. El siguiente paso es conocer cómo llegan estos contaminantes al medio y a los alimentos.

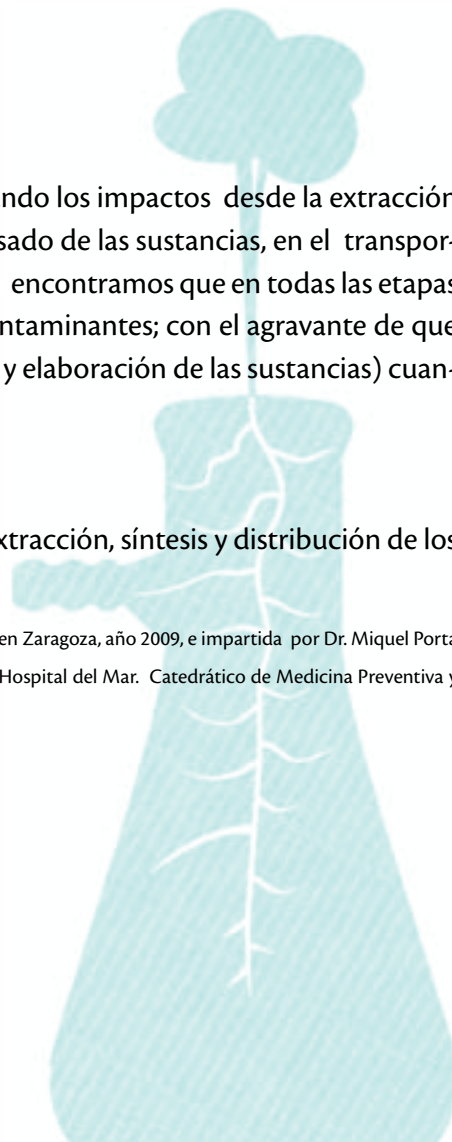
Dispersión de los contaminantes en el medio:

En un Análisis del Ciclo de Vida, es decir, analizando los impactos desde la extracción de las materias primas, durante elaboración y/o procesado de las sustancias, en el transporte, en el uso, ...y así, hasta que se convierten en residuo, encontramos que en todas las etapas del proceso se produce la formación de sustancias contaminantes; con el agravante de que es durante las primeras fases (extracción de materiales y elaboración de las sustancias) cuando se producen los daños ambientales mayores.

Así, los contaminantes llegan al medio por:

- Las emisiones, vertidos, residuos durante la extracción, síntesis y distribución de los productos.

3. Ref.: Conferencia "El cáncer como enfermedad laboral", organizada por CCOO en Zaragoza, año 2009, e impartida por Dr. Miquel Porta Serra jefe de la Unidad de Epidemiología Clínica y Molecular del Cáncer, IMIM - Hospital del Mar. Catedrático de Medicina Preventiva y Salud Pública, Universidad Autónoma de Barcelona.



- Las emisiones, vertidos, residuos derivados del uso de los productos.
- La toxicidad de estas emisiones, vertidos y residuos está directamente relacionada con la toxicidad de las sustancias a sintetizar y usar.

La difusión y almacenamiento de los agentes químicos en el medio ambiente puede dar lugar a:

- *Contaminación local*: del agua, los suelos, el aire, la flora y la fauna.
- *Efectos globales*: pérdida de la capa de ozono, efecto invernadero, pérdida de la biodiversidad, etc.

Los tóxicos presentes en el agua, los suelos, el aire, etc... también están presentes en los organismos humanos, como se ha podido comprobar a través de análisis de la sangre y cuyas consecuencias son diversos daños no siempre reconocidos.

Efectos sobre el medio ambiente.

Entre los peligros para el medio ambiente destacan, la toxicidad para los seres vivos, la capacidad de contaminar el agua, la atmósfera o el suelo. Son especialmente preocupantes las sustancias que son persistentes y bioacumulativas:

- *Ecotóxicas*: tóxicas para los seres vivos, se dividen según sean dañinas para organismos acuáticos o terrestres.
- *Contaminantes del agua*: incluye las sustancias que favorecen el crecimiento excesivo de algas o plantas dificultando la vida acuática (sustancias eutrofizantes), Ej. Nitratos; y sustancias con capacidad de disolverse o permanecer en el agua, Ej. plaguicidas.
- *Contaminantes atmosféricos*: sustancias que forman las nieblas fotoquímicas de ciudades y zonas industriales, Ej. Contaminantes Orgánicos Volátiles (COV); sustancias que acidifican el agua de lluvia Ej. Óxidos de azufre o nitrógeno; sustancias que degradan la capa de ozono que protege la Tierra, Ej. halones; y sustancias que provocan el cambio climático Ej. anhídrido carbónico.
- *Persistentes*: son sustancias que permanecen en el medio natural, no se degradan fácilmente y por tanto permanecen en el agua o suelo durante decenas de años, generando una amenaza para la salud.
- *Bioacumulativas*: se acumulan en los tejidos grasos de los organismos y, por tanto, en la grasa de las personas y de los animales que consumimos, pudiendo provocar graves daños a la salud.

Las sustancias persistentes, bioacumulativas y tóxicas. (PBT)

Las propiedades intrínsecas de estas sustancias implican un alto riesgo por exposición en algún momento del ciclo de vida de la sustancia o del artículo que la contiene.

En las sustancias tóxicas y peligrosas la cantidad presente en el medio no sirve para determinar su impacto porque de forma continua se acumulan y transfieren a lo largo de la cadena alimentaria, alcanzándose las máximas concentraciones e incluso las dosis letales en las personas, al ingerirlas a través del aire, del agua, y de los alimentos animales y vegetales (por bioacumulación).

La mayoría de las sustancias tóxicas y peligrosas proceden de la actividad industrial, destacando como muy tóxicas, persistentes y bioacumulativas:

- Los metales pesados
- Los compuestos halogenados, obtenidos de combinar halógenos (cloro, bromo, yodo) o fósforo con compuestos orgánicos
- Dioxinas y furanos, procedentes sobre todo de la combustión de residuos
- Diversas sustancias sintetizadas por la industria.

Entre los numerosos y sobradamente conocidos ejemplos, cabe señalar el amianto, causante de cáncer de pulmón y mesotelioma, el benceno, que provoca leucemia, y el DDT, que ocasiona diversos problemas para la salud de las personas y del medio ambiente. Pese a que esas sustancias hayan sido prohibidas o sometidas a otras restricciones, cuando se tomaron medidas, el daño ya estaba hecho, pues sus efectos negativos no se conocieron hasta que se emplearon en grandes cantidades.

La prioridad de actuación frente a riesgo químico debe ser la eliminación o sustitución de las sustancias más peligrosas de los procesos productivos. También es necesario reducir la fabricación y uso de estas sustancias de manera global para conseguir un tejido productivo sostenible.



Sustitución: una medida prioritaria en la prevención según la ley.

El principio de precaución

El principio de cautela o precaución tiene varias definiciones, entre otras la siguiente:

“Es necesario aplicar el principio de precaución: cuando una actividad amenace con daños para la salud humana o el medio ambiente, deben tomarse medidas precautorias aun cuando no haya sido científicamente determinada en su totalidad la posible relación de causa y efecto. En este contexto, a quien propone una actividad le corresponde la carga de la prueba, y no a la gente. El proceso de aplicación del principio de precaución debe ser transparente, democrático y con obligación de informar, y debe incluir a todas las partes potencialmente afectadas. También debe involucrar un examen de la gama completa de alternativas, incluyendo la no acción.”

Es decir, en condiciones de incertidumbre frente al riesgo o lo que es lo mismo, aún cuando no exista una certeza absoluta, hay que actuar como si el riesgo fuera cierto. Lo que hay detrás de este planteamiento es la constatación de que el conocimiento de los riesgos y la legislación para prevenirlos van excesivamente rezagados en relación a la gravedad de los daños ocasionados y las amenazas futuras.

Allí donde existan amenazas de daños graves e irreversibles, la falta de certeza científica completa no debe usarse como razón para atenuar los controles o postergar las medidas que impidan la degradación de la salud y el medio ambiente, sino que por el contrario se impone una actitud de vigilante y prudente anticipación que identifique y descarte de entrada las vías que podrían llevar a desenlaces catastróficos. Es cierto que los riesgos forman parte de la vida y que no puede pensarse en su eliminación completa: pero no todos los riesgos son aceptables, y en cualquier caso deberían ser los expuestos a posibles daños quienes decidirían si aceptan o no tal exposición.

El principio de sustitución

El paso más importante para actuaciones y políticas preventivas, que realmente protejan la salud humana y el medio ambiente, es dar un lugar central en la legislación química al Principio de Sustitución. Éste se puede definir de forma simple como “la sustitución de procesos y/o sustancias peligrosas por otras que lo sean menos, o no lo sean en absoluto,

en los casos en que tales alternativas existan”. Lo que implica que, si un producto que utiliza una sustancia peligrosa puede ser fabricado usando una alternativa más segura, a un precio razonable, se prohibirá esta sustancia peligrosa para este uso específico.

En caso de presencia de agentes químicos peligrosos en los lugares de trabajo, el Real Decreto 374/2001 impone la sustitución como la primera medida técnica a adoptar.

En el caso de tratarse de sustancias cancerígenas o mutágenas, la eliminación es obligatoria, siempre que sea técnicamente posible (Real Decreto 665/1997 de agentes cancerígenos y mutágenos). Si no fuera posible eliminar el uso de estas sustancias, se deben contemplar unas estrictas normas preventivas: aislamiento de procesos, lavado y lavado de ropa de trabajo a cargo de la empresa, horario reducido de exposición, medición higiénica regular, etc...

En el ámbito medioambiental, la reglamentación europea (y española) restringe el uso y emisiones de determinadas sustancias⁴; las prioridades a la hora de imponer la sustitución se establecen según:

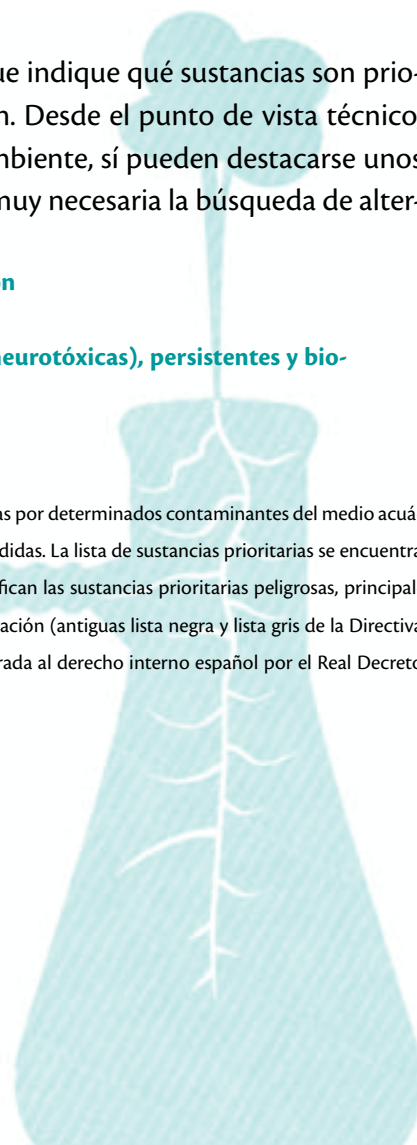
- Su ecotoxicidad (tanto para el medio como para humanos);
- Su persistencia en el medio o
- A capacidad de bioacumulación (almacenamiento en los tejidos grasos de los seres vivos).

Sustancias prioritarias

La legislación no establece claramente un orden que indique qué sustancias son prioritarias para su sustitución en el ámbito de la prevención. Desde el punto de vista técnico, y de acuerdo con sus efectos sobre la salud y el medio ambiente, sí pueden destacarse unos grupos de sustancias químicas para las que se considera muy necesaria la búsqueda de alternativas:

- 1. Cancerígenos, mutágenos y tóxicos para la reproducción**
- 2. Sensibilizantes**
- 3. Sustancias tóxicas y muy tóxicas (con inclusión de las neurotóxicas), persistentes y bioacumulativas en el medio ambiente y los seres vivos**
- 4. Disruptores endocrinos**

4. La Directiva Europea 2000/60/CE exige medidas contra la contaminación de las aguas por determinados contaminantes del medio acuático. Dichas medidas incluyen la reducción progresiva de los vertidos, emisiones y pérdidas. La lista de sustancias prioritarias se encuentra en la Decisión 2455/2001/CE, donde se relacionan 33 sustancias; entre ellas se identifican las sustancias prioritarias peligrosas, principalmente por su ecotoxicidad acuática y humana, persistencia en el medio o bioacumulación (antiguas lista negra y lista gris de la Directiva 76/464/CEE). En el ámbito de las emisiones aéreas, la Directiva 1999/13/CE (incorporada al derecho interno español por el Real Decreto 117/2003) limita las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COVs).



Evitar los residuos de sustancias peligrosas

Todo proceso que utilice una sustancia química tóxica lleva implícita una serie de riesgos, y la manipulación de sus residuos no son una excepción. De la misma manera que el fabricante está obligado a informar de los riesgos derivados del empleo de las sustancias peligrosas, las empresas o actividades que generan residuos peligrosos están obligadas a evitar que estos produzcan cualquier daño a la población o el medio ambiente. Deben aislarse, envasarse correctamente, identificar los riesgos, almacenarse de manera segura y entregarlas a un gestor autorizado de residuos peligrosos.

En el caso de las actividades docentes en laboratorios, es evidente que si sustituimos la materia prima elegida en la práctica a realizar, y evitamos la generación de residuos, eliminamos directamente el problema.

La sustitución no sólo evita la generación puntual de residuos peligrosos en el laboratorio; en realidad es tan solo la punta del iceberg, pues los mayores daños se producen en el momento de la síntesis de las sustancias en fábrica, donde se generan gran cantidad de vertidos, emisiones y residuos tóxicos.

La sustitución de un producto de manera generalizada puede tener un efecto de “tiron” hacia la producción de sustancias químicas menos nocivas, e incluso de promoción de la “Química Verde” (Ver anexo a esta publicación: “Hacia una química sostenible”, artículo de Terry Collins).

El reglamento europeo de evaluación, autorización y control de sustancias químicas (reach)⁵

El 1 de junio de 2007 entraba en vigor, tras más de seis años de debate, el Reglamento 1907/2006 relativo al registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias y preparados químicos, conocido por su acrónimo en inglés REACH, con el objetivo principal de garantizar un elevado nivel de protección de la salud humana y el medio ambiente.

Esta norma supone un nuevo marco sin precedentes para una gestión y control del riesgo químico, más coherente y exigente, aunque lejos de lo que se pretendía cuando la Unión Europea decidió revisar su política sobre sustancias químicas.

Es importante destacar que REACH introduce el principio de precaución, según el cual, las sustancias más peligrosas (unas 2.000 sustancias) desaparecerán del mercado, promovándose la innovación y competitividad de la industria.

5. La normativa referente a REACH se puede consultar en los anexos de esta guía.

La química verde⁶

La química verde es una nueva y revolucionaria forma de enfocar la síntesis de nuevas sustancias químicas que tiene como objetivo hacer una química más amigable con la salud y el medio ambiente. La idea básica consiste en introducir en la fase de diseño y desarrollo de nuevas sustancias, productos o materiales previsiones sobre su potencial impacto en la salud y el medio ambiente y desarrollar alternativas que minimicen dicho impacto.

“Al ofrecer alternativas de mayor compatibilidad ambiental, comparadas con los productos o procesos disponibles actualmente cuya peligrosidad es mayor y que son usados tanto por el consumidor como en aplicaciones industriales, la química verde promueve la prevención de la contaminación a nivel molecular”.

La química verde se basa en 12 principios formulados originalmente a finales de los años 90 del pasado siglo por Paul Anastas y John Warner en su libro “Green Chemistry: Theory and Practice”.

“Mediante el diseño y la innovación a nivel molecular, la química verde se ha constituido como una poderosa herramienta que contribuye a:

- Reducir el riesgo químico asociado al uso y manufactura de los productos químicos;
- Reducir o eliminar el impacto ambiental de las aguas residuales y la dispersión de contaminantes en la atmósfera;
- Reducir el uso intensivo del agua y la energía;
- Reducir el impacto ambiental de los productos químicos una vez usados; y
- Minimizar el flujo de materia desde los recursos naturales no renovables hasta los procesos productivos”.

Pueden encontrarse distintos artículos sobre Química Verde en el libro “*Industria como naturaleza. Hacia la producción limpia*”, Estefanía Blount/ Luis Clarimón/ Ana Cortés/ Jorge Riechmann/ Dolores Romano (coords.) Los Libros de la Catarata, Madrid 2003.

6. Ver Anexo de esta guía: “Hacia una química sostenible”, de Terry Collins.



2. Los laboratorios docentes

¿Qué es el laboratorio docente?

Un laboratorio docente es un aula acondicionada para la realización de actividades prácticas relacionadas con la enseñanza. Si bien en un laboratorio se pueden realizar muy diversas actividades, en esta guía haremos referencia exclusivamente a las actividades de índole científica y muy particularmente las relacionadas con laboratorios donde se manipulen productos químicos y se lleven a cabo experimentos relacionados con los campos de la Química y la Biología.

Actividades más comunes

En este tipo de laboratorios se llevan a cabo una serie de operaciones básicas como pueden ser:

- Destilaciones
- Extracciones
- Recristalizaciones
- Reacciones simples
- Reacciones a reflujo
- Cristalizaciones
- Cromatografías
- Filtraciones
- Tinciones
- Secados, ...



Productos más comunes

Los productos más frecuentes que aparecen en la realización de las prácticas más comunes en un laboratorio docente son los siguientes:

- Ácidos inorgánicos: ácido clorhídrico, sulfúrico, nítrico, acético...
- Bases inorgánicas: hidróxido sódico, carbonatos, bicarbonatos, amoníaco...
- Reactivos orgánicos: ácidos orgánicos, compuestos aromáticos, aminas...
- Sales inorgánicas
- Oxidantes y reductores: Permanganato, dicromato, peróxidos...
- Disolventes orgánicos; acetona, etanol, diclorometanos...
- Compuestos metálicos: de cinc, cobre, hierro...
- ...

Consecuencias

Todas estas operaciones y productos empleados en la realización de prácticas conllevan a la aparición de dos importantes problemas:

Aparición de riesgos: Derivados de la manipulación de productos químicos, materiales de vidrio, aparatos eléctricos, materiales a altas temperaturas, etc.

Generación de residuos: Debido a productos formados, disolventes utilizados, reactivos caducados, etc.

En esta guía vamos a proponer una serie de pautas a seguir para conseguir enfrentarnos a estos tipos de problemas que aparecen en un laboratorio docente de la manera más sencilla y segura posible.

3. Riesgos en un laboratorio

Un laboratorio es un lugar donde, debido a la gran cantidad de manipulaciones que en él tienen lugar, puede haber un alto número de potenciales riesgos que, hay que tener en cuenta y saber cómo actuar en el caso de que se presenten.

Los riesgos más comunes que pueden ocurrir en un laboratorio se pueden englobar en los siguientes grupos.

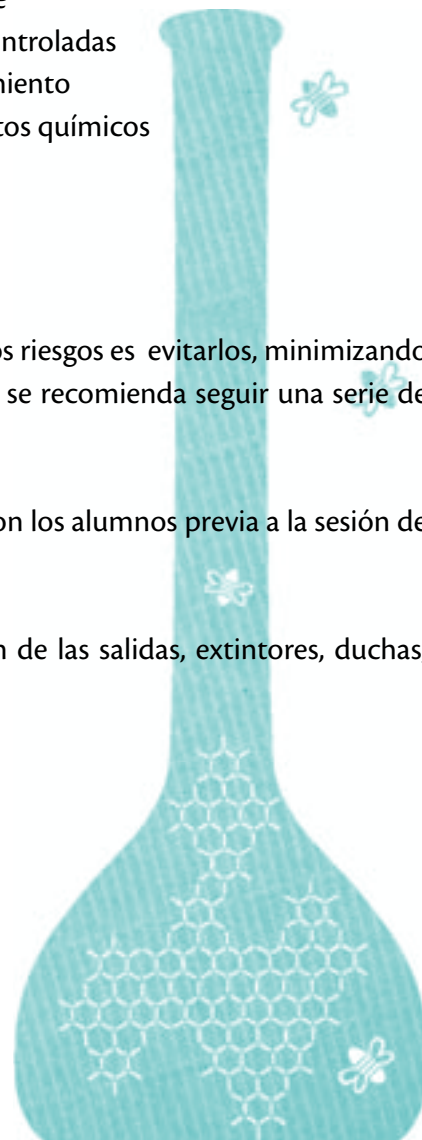
- Cortes o punciones con material de vidrio
- Quemaduras al tocar material de vidrio caliente
- Explosiones debidas a reacciones químicas incontroladas
- Contactos eléctricos con equipos en funcionamiento
- Derivados de la propia toxicidad de los productos químicos

Evitar los riesgos

Sin duda alguna, la mejor manera de actuar ante los riesgos es evitarlos, minimizando lo máximo posible la aparición de los mismos. Para ello se recomienda seguir una serie de pautas.

1.- En primer lugar es indispensable realizar una charla con los alumnos previa a la sesión de prácticas en las que se traten una serie de puntos.

- Explicar la estructura del laboratorio, situación de las salidas, extintores, duchas,



lavajos, botiquín...

- Concienciar a los alumnos de los potenciales peligros que nos podemos encontrar en el laboratorio haciendo hincapié en los principales riesgos presentes en él y la importancia de conductas correctas a la hora de manipular el material.
- Actuación en el caso de que ocurra un incidente
- ...

2.- Empleo de material de seguridad pasivo; (equipo de protección individual) gafas de seguridad, guantes, batas...

3.- Comprobación de que los equipos de actuación en caso de incidente funcionan correctamente:

- Verificar la validez de los extintores,
- Comprobar que el botiquín está completo, en buen estado de uso y los medicamentos no caducados.
- Verificar el buen funcionamiento de las duchas y los lavajos
- Asegurarse que todas las puertas del laboratorio están en perfecto estado y su acceso al exterior no se encuentra bloqueado
- ...

4.- Verificación de que todos los productos químicos que van a manipular los alumnos se encuentran en perfecto estado:

- No están caducados
- Los recipientes están en buenas condiciones
- No tienen un aspecto que nos induzcan a pensar que pueden no ser válidos.
- ...

5.- Comprobar que el material de vidrio que se va a utilizar está en perfecto estado y no presenta roturas, puntos estrellados, suciedad...

6.- Revisar todo el material eléctrico y comprobar que funciona correctamente y no presenta conexiones defectuosas, cables pelados, chispas al funcionar...

7.- Preparar una hoja explicativa, que ha de estar perfectamente visible, en la que aparezcan las pautas principales a seguir en caso de incidente. Además deberá aparecer información necesaria como números de teléfonos más importantes que es necesario conocer, responsables a los que hay que dirigirse en caso de ocurrir una urgencia...

Botiquín

El botiquín estará ubicado en un lugar de rápido y fácil acceso, que será conocido por todo el personal que eventualmente necesite recurrir a él.

Tendrá un contenido básico como el que se describe a continuación, de acuerdo a recomendaciones ampliamente aceptadas para asistencia primaria.

Contenido Básico:

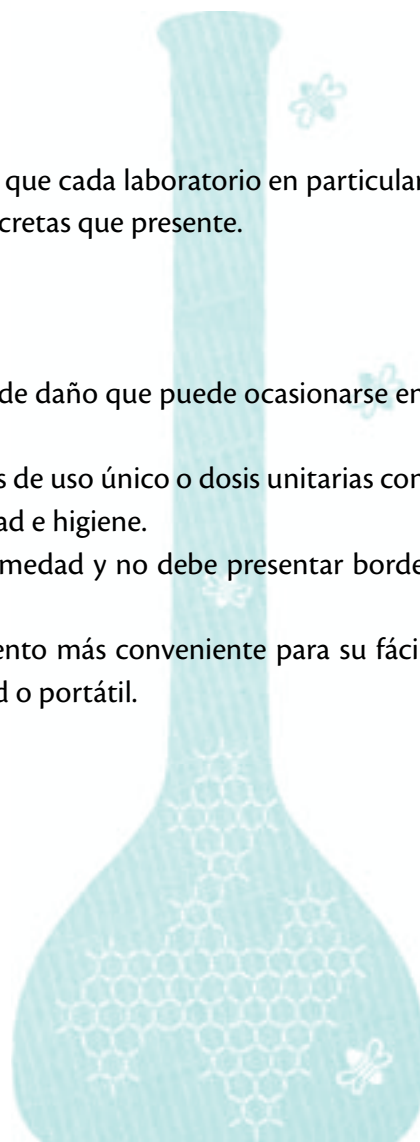
Un ejemplo de contenido básico de un botiquín puede ser el siguiente.

- 6 apósitos absorbentes de 10 cm.
- 10 apósitos autoadhesivos.
- 250 g algodón estéril.
- 10 sobros de gasa estéril de 10x10 cm.
- 5 vendas de 5 y 10 cm.
- 1 cinta adhesiva antialérgica.
- 500 g de alcohol de 96°.
- 200 ml. de agua oxigenada
- 3 pares de guantes de látex estériles.
- 1 pomada para quemaduras.
- 250 ml. de agua destilada.
- 1 tijera

A este contenido se le puede añadir los elementos que cada laboratorio en particular considere oportunos de acuerdo a las características concretas que presente.

Factores a considerar al seleccionar un botiquín:

- El contenido debe guardar relación con el tipo de daño que puede ocasionarse en el laboratorio.
- Los suministros deben ser provistos en paquetes de uso único o dosis unitarias con la envoltura adecuada para asegurar la esterilidad e higiene.
- El gabinete debe ser resistente al polvo y la humedad y no debe presentar borde afilados.
- Se debe considerar el método de almacenamiento más conveniente para su fácil accesibilidad, por ejemplo: montado en la pared o portátil.



Actuación en caso de accidente

Si a pesar de las medidas preventivas empleadas tiene lugar un accidente, hay que saber cómo actuar con la mayor celeridad posible para conseguir minimizar las consecuencias derivadas del mismo.

ACCIDENTES DE TIPO MECÁNICO

- Cortes o punciones con material de vidrio:
 - Causas: Se producen al cortar varillas de vidrio o introducirlas en corchos horadados o debido al mal estado del material.
 - Actuación: Se ha de lavar la herida con abundante agua, a continuación se ha de detener la hemorragia presionando sobre ella con una gasa esterilizada o similar.

- Quemaduras:
 - Causas: Se producen al tocar el vidrio caliente. Por ello hay que cerciorarse bien de que se haya enfriado.
 - Actuación: Cuando se produzcan, se lavará la herida con agua fría y se colocará una gasa estéril para cubrirla sin aplicar cremas ni pomadas.

- Explosiones:
 - Causas: Se pueden producir por una reacción química inesperada.
 - Precauciones:
 - Nunca cerrar herméticamente un recipiente en las reacciones en las que se producen vapores
 - Nunca mirar por la boca del matraz o tubo de ensayo cuando se efectúe una reacción.
 - Nunca calentar un recipiente cerrado.
 - Nunca añadir un reactivo a un recipiente que se está calentando.

- Contactos eléctricos:
 - Causas: Pueden producirse por contacto con equipos.
 - Actuación:
 - Desconectar inmediatamente la corriente eléctrica.
 - Evitar el contacto piel-piel con el accidentado si se está mojado.
 - Avisar inmediatamente a EMERGENCIAS: 112.

TRABAJOS CON MATERIAL DE VIDRIO

Para evitar los incidentes con material de vidrio hay que seguir unas básicas normas de seguridad:

- Desechar todo el material que presente el más mínimo defecto.
- No trabajar con material que haya sufrido un golpe de cierta consistencia, aunque no se observen cortes o fracturas.
- Se debe comprobar siempre con mucho cuidado la temperatura de los recipientes, conectores, etc., que hayan estado sometidos a calor antes de aplicar las manos directamente para evitar quemaduras, ya que por su aspecto es imposible distinguir el vidrio frío del caliente.
- No forzar nunca la separación de vasos o recipientes que hayan quedado obturados unos dentro de otros.
- No forzar directamente con las manos los cierres de frascos o botellas, las llaves de paso, conectores, etc., que se hayan obturado.
- Revisar con atención la mesa de trabajo cuando se hayan utilizado cubreobjetos.
- Depositar las piezas defectuosas o los fragmentos de piezas rotas en contenedores específicos para vidrio, nunca hacerlo en las papeleras, ya que podrían causar accidentes a otras personas.

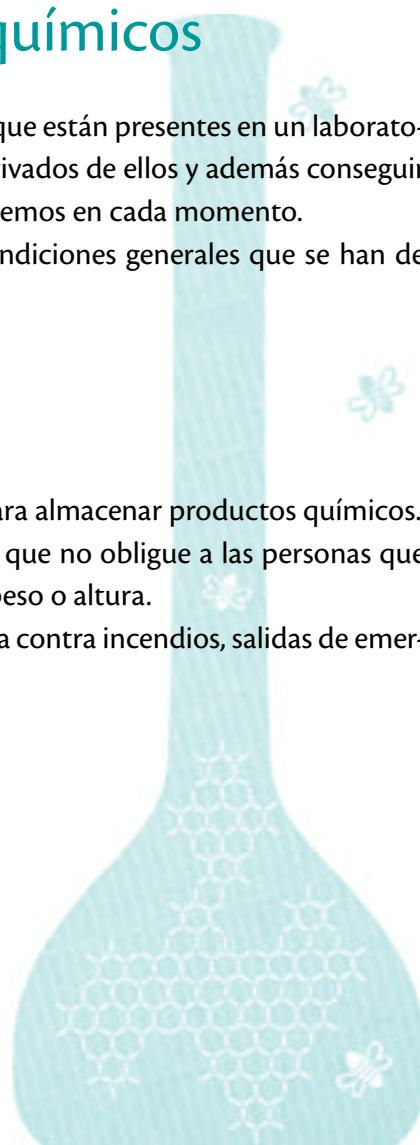
Almacenaje de productos químicos

El correcto almacenaje de los productos químicos que están presentes en un laboratorio es de vital importancia para minimizar los riesgos derivados de ellos y además conseguir un perfecto control de todos los reactivos de que disponemos en cada momento.

En primer lugar hay que tener en cuenta unas condiciones generales que se han de cumplir en el almacenamiento de productos químicos.

1.- Precauciones generales

- No usar las campanas extractoras como sitio para almacenar productos químicos.
- Almacenar los reactivos a una altura adecuada que no obligue a las personas que los manipulan a sobreesfuerzos por exceso de peso o altura.
- No impedir el acceso a extintores, tomas de agua contra incendios, salidas de emergencias...



- Mantener siempre cantidades mínimas necesarias de los reactivos evitando el exceso de almacenaje de productos o cantidades innecesarias.
- Mantener los reactivos en su embalaje original.
- Mantener libres (expeditos) los pasillos, permitir la correcta apertura de ventanas, tener completamente despejado el puesto de trabajo.
- Permitir una correcta ventilación e iluminación de la sala.
- Evitar la luz solar directa sobre los reactivos

2.- Consideraciones sobre el mobiliario

- Emplear armarios o estanterías de alta resistencia mecánica
- Provistos de barreras que eviten la caída de objetos
- No emplear un frigorífico común para almacenar material altamente volátil e inflamable
- Estantes pintados o recubiertos por superficies que permitan una correcta limpieza.
- Colocar en estantes inferiores los productos más pesados o voluminosos y las sustancias más corrosivas (ácidos, bases...)

3.- Registro de productos

Registro:

Es necesario llevar un registro de los productos que tenemos en el laboratorio, para ello conviene realizar dos operaciones básicas. Por un lado tener un listado de todos los reactivos en los que aparezca la siguiente información:

- Nombre del producto químico
- Proveedor
- Fecha de entrada
- Fecha de apertura
- Fecha de caducidad
- Cantidad inicial
- Stock (actualizado)
- Código interno

Para ello se puede realizar en una simple hoja de Excel que procederemos a imprimir cada vez que sufra un cambio y mantenerla en un lugar visible y señalizado del laboratorio.

Fichas de seguridad:

Junto con el registro de todos los reactivos es conveniente habilitar una carpeta en la que se guarden las hojas de seguridad que acompañan a los productos. En caso de que el proveedor no la suministre (aunque esta obligado a ello) se puede conseguir fácilmente en sus páginas web. Dicha carpeta también tiene que estar visible y correctamente etiquetada en el laboratorio.

Codificado:

Es conveniente codificar todos los productos químicos presentes en el laboratorio. Este código interno nos permite identificar rápidamente de qué producto se trata y su ubicación a la hora de almacenarlo.

Esta codificación puede consistir en adjudicarle una letra mayúscula seguida de un guión y un número que nos permita distinguir entre la familia a la que pertenece el producto y su ubicación.

A-123

A continuación proponemos un ejemplo de codificación posible:

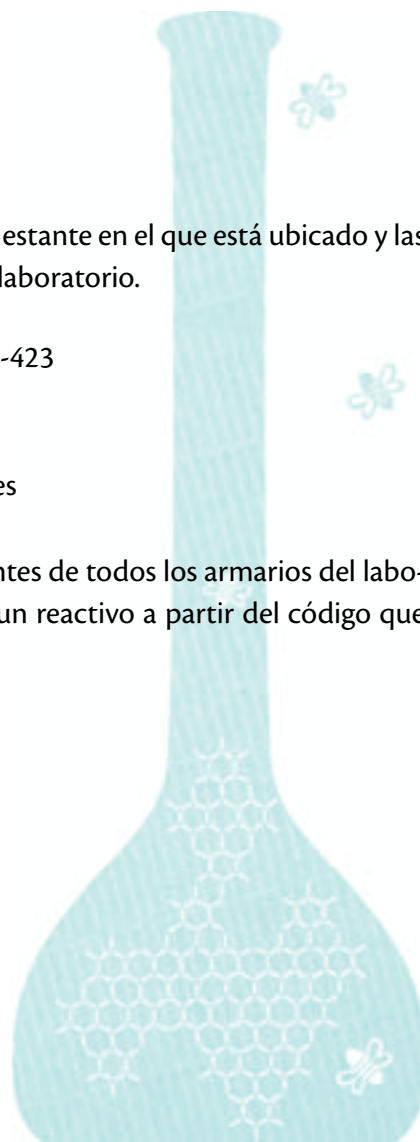
Letra:

- A: Ácido
- B: Base
- C: Inflamable
- D: Reactivo orgánico general
- E: Sales inorgánicas
- ...

Número: La primera cifra puede hacer referencia al estante en el que está ubicado y las dos siguientes se dan por orden correlativo a la llegada al laboratorio.

- Ej: Bicarbonato sódico Código: B-423
- B: Se trata de una base
- 4: Se encuentra en el estante nº 4
- 23: Número correlativo de llegada entre las bases

De esta manera podemos etiquetar todos los estantes de todos los armarios del laboratorio con un número y poder localizar sin problemas un reactivo a partir del código que aparece en el registro.



Si queremos emplear algún otro código de identificación o bien señalar símbolos y frases de peligro y precaución, deberemos consultar el recién aprobado Reglamento 12/72/2008 del Parlamento Europeo sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y mezclas.

4.- Organización

En primer lugar es necesario obtener la información de la ficha de seguridad que acompaña al producto, o en caso de no tenerla, leer detenidamente los códigos de seguridad que aparece en la etiqueta del contenedor donde viene el producto así como los pictogramas que le acompañan.

Una vez obtenida dicha información se procede al almacenamiento del producto teniendo en cuenta los siguientes consejos e incompatibilidades:

- Agrupar los de similares características y separar los incompatibles
- Aislar o confinar los de características especiales: cancerígenos, muy tóxicos...

A continuación damos unos consejos de almacenaje dependiendo del tipo de familia a la que pertenece el producto:

Reactivos sensibles al agua:

- Alejados de las tomas y tuberías de agua
- Alejados de materiales inflamables

Sustancias inflamables:

- No deben estar cerca de ácidos ni de catalizadores
- Las áreas de almacenamiento han de estar bien ventiladas y lo más frescas posibles.
- No emplear frigoríficos comunes
- Es aconsejable el empleo de armarios de seguridad especiales para materiales inflamables.

Sustancias corrosivas:

- Separados de los materiales orgánicos inflamables
- Alejados de materiales inflamables
- En estantes bajos para evitar la rotura por caída y para evitar ser derramados sobre otros productos químicos.
- En áreas secas, frescas bien ventiladas y alejadas de la luz solar directa.

Ácidos:

- Almacenar en una estantería de material no combustible
- Separar ácidos orgánicos, oxidantes y minerales
- Separar de sustancias cáusticas y metales activos.
- Emplear armarios con bisagras que resistan los medios ácidos.

Bases:

- Alejados de ácidos, metales, explosivos y materiales inflamables.
- Las bases líquidas han de ir en los estantes más cercanos al suelo.

Sustancias oxidantes:

- Alejados, de la luz, el calor y fuentes de ignición.
- En área fresca, seca y bien ventilada.
- Alejados de materiales orgánicos, disolventes inflamables, sustancias corrosivas y sustancias tóxicas.

Otras:

- No hay que olvidar otras familias de productos de especial precaución como pueden ser los materiales pirofóricos, gases comprimidos, tóxicos... que aquí no se tienen en cuenta por que no suelen presentarse en laboratorios docentes.

Hay que tener siempre presente las consecuencias importantes que conllevan la mezcla de las distintas familias de reactivos comentadas:

- Corrosivos + inflamables = explosión/fuego
- Corrosivos + tóxicos = gas tóxico
- Inflamables + oxidantes = explosión/fuego
- Ácidos + bases = humos corrosivos/calor



4. Productos químicos a evitar

La mayor parte de los productos químicos que se encuentran en los laboratorios son potencialmente peligrosos debido a que pueden ser nocivos, inflamables, irritantes, corrosivos...

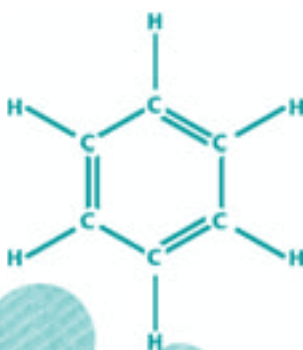
Es evidente que a pesar de estas propiedades es necesario su empleo para poder llevar a cabo las actividades propias de un laboratorio. Sin embargo, existen una serie de productos químicos de especial toxicidad que suelen estar presentes en los laboratorios de docencia, y que es necesario evitar ya que son altamente peligrosos para la salud humana.

Estos productos ofrecen unas propiedades químicas que los hacían muy útiles en otros tiempos, pero que hoy en día se pueden reemplazar por otros que ofrecen prestaciones similares y que presentan un menor riesgo para la salud y el medio ambiente.

1.- Productos especialmente peligrosos.

Benceno: Se trata de un disolvente aromático incoloro, menos denso que el agua y de olor característico. Es inmisible con el agua.

Estructura:



Utilidad: Se emplea como disolvente de un gran número de compuestos orgánicos.

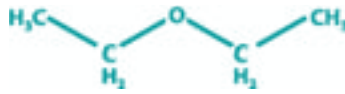
Principal riesgo: Es carcinógeno



Éter etílico: Es un disolvente de la familia de los éteres, incoloro, menos denso que el agua y de olor característico. Es inmisible con el agua.

Sinónimos: éter, éter dietílico, dietil éter.

Estructura:



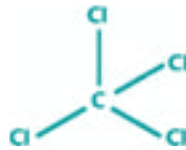
Utilidad: Se emplea como disolvente orgánico. Muy usado en extracciones con agua.

Principal riesgo: Altamente inflamable.

Tetracloruro de carbono: Es un disolvente órgano-clorado más denso que el agua y de olor característico. Es inmisible con el agua.

Sinónimos: tetraclorometano, perclorometano

Estructura:



Utilidad: Se emplea como disolvente orgánico. Muy usado en extracciones con agua.

Principal riesgo: Posible carcinógena.

Mercurio: Metal líquido. Una de los principales peligros que tiene es que se evapora a temperatura ambiente, lo que puede conducir a una intoxicación por inhalación.

Estructura:

Hg

Utilidad: El principal uso en un laboratorio docente es como indicador de la temperatura en los termómetros

Principal riesgo: Tóxico.

Metanol: Es un disolvente de la familia de los alcoholes, altamente inflamable. Es menos denso que el agua y miscible con ella.

Sinónimos: Hidroximetano, alcohol metílico

Estructura:



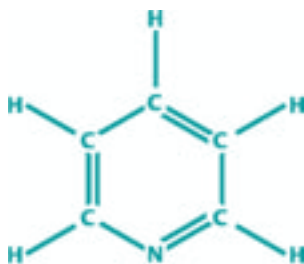
Utilidad: Se emplea como disolvente orgánico. En ocasiones se emplea como reactivo

Principal riesgo: Tóxico.

Piridina: Es un compuesto aromático heterocíclico. Olor característico. Es líquido y se evapora a temperatura ambiente. Inmisible con el agua

Sinónimos: Azabenceno

Estructura:



Utilidad: Se emplea como disolvente orgánico y como base.

Principal riesgo: Daños al hígado y riñón y posible causante de esterilidad masculina.

Compuestos de cromo (VI): En los laboratorios docentes suele aparecer formando parte de dicromatos (de sodio, de potasio...).

Fórmula química:



Utilidad: Se emplea como un oxidante fuerte

Principal riesgo: Puede causar cáncer y alteraciones genéticas hereditarias entre otras consecuencias.

2.- Alternativas.

En el siguiente cuadro se recogen productos químicos que se pueden utilizar como alternativa y que, a pesar de que también presentan inconvenientes, son menos perjudiciales para la salud y el medio ambiente que los arriba citados.

PRODUCTOS	ALTERNATIVAS
<p><i>Benceno:</i></p> <p>Principal riesgo: Carcinógeno</p> <p>Otros Riesgos: Inflamable</p>	<p>■ → <i>Tolueno*:</i></p> <p>Riesgo: Inflamable</p> <p>Nocivo - Neurotóxico</p>
<p><i>Éter etílico:</i></p> <p>Principal riesgo: Altamente inflamable</p> <p>Otros Riesgos: Nocivo</p>	<p>■ → <i>Éter isopropílico:</i></p> <p>Riesgo: Inflamable</p>
<p><i>Tetracloruro de carbono:</i></p> <p>Principal riesgo: Carcinógeno</p> <p>Otros Riesgos: Tóxico, Peligroso para el medio ambiente</p>	<p>■ → <i>Cloruro de metileno*:</i></p> <p>Riesgo: Nocivo - Neurotóxico</p>



<p><i>Mercurio:</i> Principal riesgo: Tóxico</p>	<p>■ →</p>	<p><i>Termómetros de alcohol:</i> Riesgo: Inflamable</p>
<p><i>Metanol:</i> Principal riesgo: Tóxico Otros Riesgos: Inflamable</p>	<p>■ →</p>	<p><i>Etanol:</i> Riesgo: Inflamable</p>
<p><i>Piridina:</i> Principal riesgo: Esterilidad Otros Riesgos: Nocivo, Inflamable</p>	<p>■ →</p>	<p><i>Sales inorgánicas:</i> Ejemplos: Bicarbonatos, carbonatos</p>
<p><i>Dicromatos:</i> Principal riesgo: Alteraciones genéticas Otros riesgos: Oxidante, Peligroso para el medio ambiente</p>	<p>■ →</p>	<p><i>Permanganatos:</i> Riesgo: Nocivo, Oxidante, Peligroso para el medio ambiente</p>

* El tolueno y el cloruro de metileno, a pesar de ofrecer ventajas importantes frente al benceno y el tetracloruro de carbono respectivamente, también presentan bastantes inconvenientes debido a ser altamente nocivos. Por lo que, siempre que sea posible, es preferible buscar alternativas como hidrocarburos (hexanos, pentanos...) o alcoholes (etanol, isopropanol...).

En cualquier caso, es recomendable, si es posible, elegir experimentos que ilustren lo expuesto en las clases teóricas y que no precisen de compuestos químicos especialmente perjudiciales. Hoy en día se pueden encontrar numerosos experimentos que se pueden realizar en agua como disolvente o que emplean disolventes orgánicos poco perjudiciales como el etanol.

La “lista negra” de sustancias químicas

Existe un grupo de sustancias químicas cuyos efectos sobre la salud y el medio ambiente son tan graves que se debe evitar su uso o presencia en los lugares de trabajo, en los productos de consumo y su vertido al medio ambiente.

La eliminación de la producción o estricto control de los usos de estas sustancias se ha convertido en una prioridad. Tratados internacionales (Convenio de Estocolmo, OSPAR, SAICM, etc.), normativa Europea, políticas nacionales de determinados países (Ej. Holanda, Suecia, Dinamarca, Canadá, etc.) han elaborado, en este sentido, diferentes listas de sustancias prioritarias, para las que se establecen políticas y normas de eliminación, sustitución o restricciones de uso.

En estos listados se encuentran sustancias encuadradas en alguna de las siguientes características:

LISTA NEGRA DE SUSTANCIAS	FRASES R ASOCIADAS
CANCERÍGENAS: son sustancias que pueden ocasionar cáncer	R40, R45, R49
MUTÁGENICAS: pueden producir alteraciones genéticas hereditarias	R 46, R 68
TÓXICAS PARA LA REPRODUCCIÓN: pueden afectar la capacidad reproductiva tanto del hombre como de la mujer y producir daños en la descendencia.	R 60, R 61, R 62, R 63
DISRUPTORES ENDOCRINOS: son sustancias que alteran el sistema hormonal provocando diversos daños a las personas expuestas y a su descendencia.	No tienen Frases R asociadas.
SENSIBILIZANTES: puedan ocasionar una reacción de hipersensibilidad, de forma que una exposición posterior a esa sustancia o preparado dé lugar a efectos negativos.	R 42, R 43, R 42/43
NEUROTÓXICOS: pueden producir daños al sistema nervioso.	Sustancias que no tienen Frases R asociadas. Consultar lista en la base de datos RISCTOX.
COP (Compuestos Orgánicos Persistentes). Son sustancias químicas que: <ul style="list-style-type: none"> • Tienen una elevada permanencia en el medio ambiente al ser resistentes a la degradación, • Son bioacumulables, incorporándose en los tejidos de los seres vivos y pudiendo aumentar su concentración a través de la cadena trófica, • Son altamente tóxicos y provocan graves efectos sobre la salud humana y el medio ambiente y, • Tienen potencial para transportarse a larga distancia, pudiendo llegar a regiones en las que nunca se han producido o utilizado 	(Ver: Plan Nacional de aplicación del Convenio de Estocolmo y Reglamento 850/2004 sobre Compuestos Orgánicos Persistentes)
Para ampliar información: Base de datos RISCTOX (http://www.istas.net/risctox/)	
Fuente: ISTAS (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud)	

Prevención del riesgo químico:

- 1º Conocer las sustancias tóxicas > RISCTOX
- 2º Buscar alternativas de sustitución > ALTERNATIVAS
- 3º Evaluar y comparar productos > EVALÚA LO QUE USAS



RISCTOX

RISCTOX es una base de datos elaborada por ISTAS (instituto Sindical de Ambiente Trabajo y Salud de CCOO) como herramienta para la prevención del riesgo químico. Permite realizar consultas a través de un buscador de sustancias, introduciendo una parte del nombre o alguno de sus números de identificación.

Se obtiene una ficha de la sustancia con la siguiente información:

- Datos sobre su identificación y clasificación.
- Efectos sobre la salud: cáncer, mutagenicidad, reprotoxicidad, neurotoxicidad, disrupción endocrina, sensibilización.
- Efectos sobre el medio ambiente: toxicidad acuática, del aire y suelo, toxicidad, persistencia y bioacumulación y contaminantes orgánicos persistentes
- Valores Límite de Exposición.
- Enfermedades profesionales.
- Legislación

ALTERNATIVAS



Base de datos de alternativas que permite obtener la siguiente información:

- Sustancias químicas alternativas (baja-muy baja toxicidad), con canales de acceso comercial a las mismas.
- 323 documentos sobre procesos y tecnologías alternativas para reducir o eliminar el riesgo químico.
- Experiencias de sustitución.
- Enlaces de interés para encontrar más información.

EVALÚA LO QUE USAS

Esta herramienta, de fácil uso, permite:

- Evaluar el riesgo que presenta los productos químicos que se utilizan en el trabajo, a partir de la información existente en las Fichas de Datos de Seguridad.
- Comparar los riesgos de diferentes productos, a fin de encontrar la alternativa más adecuada a las condiciones de uso que se especifiquen.


risctox 100.000 sustancias


[bbdd risctox](#) | [bbdd alternativas](#) | [evalúa lo que usas](#)



[volver a la portada de risctox](#)



Base de datos de sustancias tóxicas y peligrosas RISCTOX

Buscador de sustancias

Nombre nombre exacto 
 Número CAS/CE/RD

 [Lista negra de ISTAS](#)

<p> Riesgos específicos para la salud</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cancerígenos y mutágenos: Según RD 363/1995 Según IARC Según otras fuentes Según SSI (cáncer de mama) • Tóxicos para la reproducción • Disruptores endocrinos • Neurotóxicos Ototoxicos • Sensibilizantes Alérgenos REACH 	<p> Riesgos específicos medioambiente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tóxicas, persistentes y bioacumulativas • mPmI • Toxicidad acuática: Directiva de aguas Peligrosas agua Alemania • Daño a la atmósfera: Capa de Ozono Cambio climático Calidad del aire • Contaminantes de suelos: Según RD 9/2005 • Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP's)
---	--

<p> Normativa sobre salud laboral</p> <ul style="list-style-type: none"> • Límites de exposición profesional: Valores Límite Ambientales Valores Límite Ambientales Cancerígenos Valores Límite Biológicos • Enfermedades profesionales • Sustancias prohibidas • Sustancias restringidas 	<p> Normativa ambiental</p> <ul style="list-style-type: none"> • Residuos peligrosos • Vertidos • Emisiones • COV • IPPC: PRTR (Agua) PRTR (Aire) PRTR (Suelo) • Accidentes graves
--	---

Esta página ha sido desarrollada por **ISTAS** que es una Fundación de **CC.OO.**



Sustancias químicas a evitar en laboratorios de secundaria

Es importante tener en cuenta los productos que por su especial peligrosidad (muy tóxicos, tóxicos, sensibilizantes y los denominados CMR -cancerígenos, mutágenos y tóxicos para la producción-) no se deben utilizar en un centro docente de secundaria, y que, caso de existir, deben ser eliminados en una primera fase.

Algunos ejemplos de estos productos se pueden ver en la tabla:

Muy Tóxicos (T +)	Tóxicos (T)	Explosivos (E)	CMR y sensibilizantes Frases R; 45, 49, 46, 60, 61, 42 y 43
	Ácido Crómico		Ácido Crómico
	Ácido Pícrico		Ácido Pícrico
Ácido Fluorhídrico			
Dicromato de amonio			Dicromato de amonio
	Metanol		
Bromo			
	Cloruro de Bario		Cloruro de Bario
Cadmio	Cadmio		
Cloruro de Cadmio	Cloruro de Cadmio		
Nitrato de Cadmio			
Sulfato de Cadmio	Sulfato de Cadmio		
Cloruro de Cobalto			
	Nitrato de Cobalto (II)		
	Mercurio		
	Cloruro de Mercurio		
Óxido de Mercurio (II)			
Nitrato de mercurio (II)			Acetato de plomo (II)
		Fósforo Rojo	Carbonato de plomo(II)
			Nitrato de plomo (II)

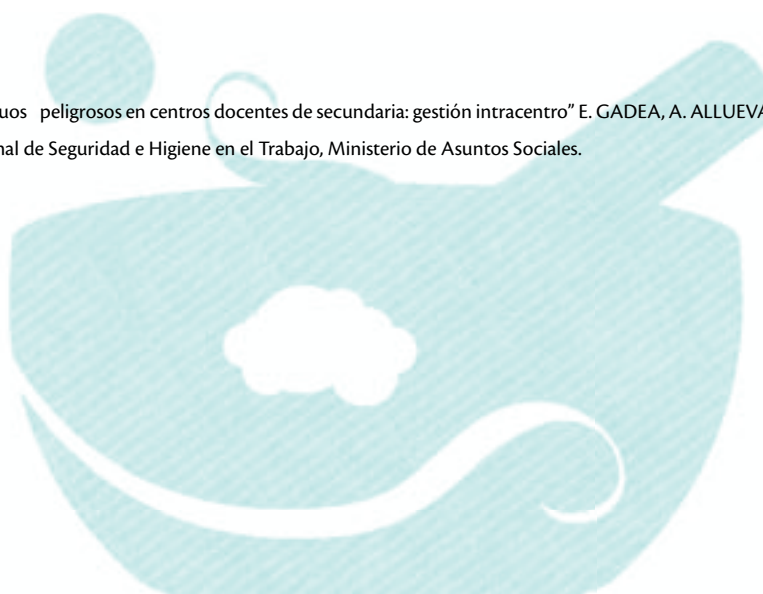
			Óxido de plomo (II)
	Arseniato de potasio		Arseniato de potasio
Cianuro de potasio			
			Cromato de potasio
		Dicromato de potasio	Dicromato de potasio
Cianuro de sodio			
	Fluoruro de sodio		
	Nitrito de sodio		
Cianuro de zinc			
	Benceno		Benceno
	Formaldehído		Formaldehído
			Hidroquinona
	Tetracloruro de carbono		

Tabla: Lista no exhaustiva de productos peligrosos que no deben hallarse en un centro docente de secundaria.⁷

Fuente: NPT-76, del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Es posible que la mayor parte de laboratorios de centros de enseñanza dispongan de un buen número de sustancias químicas peligrosas que formaron parte de la dotación inicial del centro, algunas de las cuales no han sido utilizadas nunca. Es conveniente entregar esos productos a un gestor autorizado de residuos peligrosos de la forma que se describe más adelante en esta guía.

7. Nota Técnica de Prevención 767- "Residuos peligrosos en centros docentes de secundaria: gestión intracentro" E. GADEA, A. ALLUEVA, J. MARTÍ, M.A. MERINO. - Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ministerio de Asuntos Sociales.



5. Actuación en caso de derrames

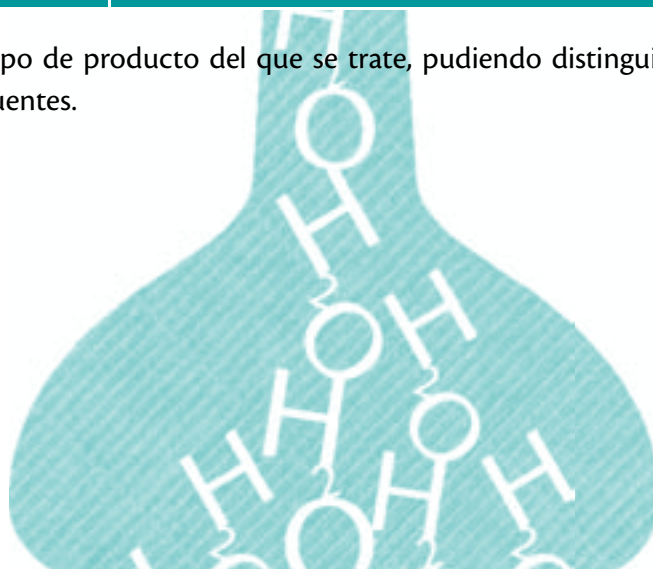
En caso de un derrame en el laboratorio hay que saber cómo actuar para evitar, en la medida de lo posible, los riesgos derivados del incidente.

5.1.- Medidas preventivas.

Lo más importante es que tomemos las medidas preventivas necesarias para evitar la existencia de un derrame.

Causa potencial del derrame	Medida preventiva
Vuelco de un recipiente	Asegurar los recipientes para reducir la posibilidad de vuelco.
Caída de recipientes	Mantener los recipientes lo más bajo posible.
Rotura de un recipiente	Alejar otros objetos que puedan causar la rotura.
Pérdidas durante el trasvase de líquidos.	Poner especial cuidado en la manipulación. Poner un recipiente de mayor tamaño debajo del área de manipulación.
Agujeros en los materiales empleados	Asegurarse antes de usar un recipiente de la no existencia de fugas.
Rotura de un equipo que contiene mercurio	Sustituir el equipo por otro que no contenga mercurio.

La actuación dependerá del tipo de producto del que se trate, pudiendo distinguir entre las siguientes familias más frecuentes.



5.2.- Actuación tras derrame.

Si, a pesar de las medidas preventivas empleadas, tiene lugar un derrame, Las actuaciones que hay que llevar a cabo dependen de la familia a la que pertenezca el producto químico derramado. Pudiéndose distinguir entre los siguientes tipos más comunes en un laboratorio docente:

A) Derrame de un ácido.

- Aplicar un neutralizante, se recomienda bicarbonato sódico, al perímetro del derrame.
- Mezclar con cuidado la mezcla hasta que se observe el cese de la efervescencia y la emisión de gases.
- Comprobar el pH de la mezcla resultante para asegurarnos de la completa neutralización.
- Recoger la mezcla, meter en una bolsa y depositarla en una papelería común.

B) Derrame de disolventes.

- Evacuar a los alumnos del aula.
- Apagar las posibles fuentes de ignición
- Aplicar carbón activado, u otro material absorbente, en todo el perímetro del derrame.
- Mezclar hasta que el material esté seco.
- Guardar en una bolsa.
- Etiquetarla como si de un disolvente orgánico puro se tratara.

C) Derrame de mercurio.

- Evacuar los alumnos del aula.
- Añadir azufre sobre el mercurio.
- Mezclar cuidadosamente.
- Recoger la amalgama resultante y etiquetarlo como residuo de mercurio.

D) Derrame de una base.

- Aplicar una disolución acuosa de ácido clorhídrico al 5% al perímetro del derrame.
- Mezclar con cuidado hasta que se observe el cese de la efervescencia y la emisión de gases.
- Comprobar el pH de la mezcla resultante para asegurarnos de la completa neutralización.
- Recoger la mezcla y eliminarla por el desagüe.

5.3.- Material para derrames.

Según lo expuesto anteriormente conviene que en el laboratorio docente tengamos preparados para posibles incidentes, el siguiente material para derrames:

- Una botella de 2,5 L de ácido clorhídrico al 5%
- Una botella de 2,5 L de hidróxido sódico al 5%
- Un frasco con 1 Kg. de bicarbonato sódico.
- Un bote de material absorbente (carbón activo, sepiolita...)
- Un bote con 0,5 Kg. de azufre.
- Bayetas absorbentes.

Todo este material ha de estar debidamente etiquetado y con la indicación clara de que se trata de un material para la actuación ante derrames. Se ha de colocar en un lugar visible y accesible dentro del laboratorio.



6. Residuos

Se entiende por residuo aquel producto, material o elemento que después de haber sido producido, manipulado o usado no tiene valor para quien lo posee y por ello se desecha y se elimina. Normativamente se entiende por “residuo”: cualquier sustancia u objeto, del cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención u obligación de desprenderse.

Los residuos, de forma general, son desechos que contaminan y afean, son recursos y energía desaprovechada. Por eso el mejor residuo es el que no se produce.

En un laboratorio docente nos vamos a encontrar constantemente con la aparición de residuos, ya sea derivado de compuesto químicos que hemos empleado como reactivos, productos generados en una reacción, disolventes, disoluciones acuosas, etc.

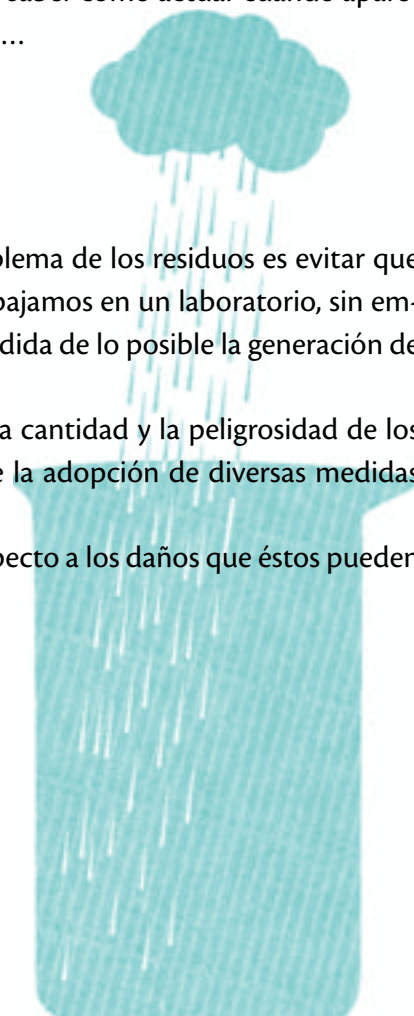
Estos residuos pueden ser peligrosos y es adecuado saber cómo actuar cuando aparecen: manipulación, almacenamiento, eliminación, gestión...

6.1.- Minimizar residuos

Sin duda, la mejor manera de actuar frente al problema de los residuos es evitar que se produzcan. Esto es realmente complicado cuando trabajamos en un laboratorio, sin embargo lo que sí que podemos hacer es minimizar en la medida de lo posible la generación de residuos y reducir su toxicidad.

La minimización de residuos pretende disminuir la cantidad y la peligrosidad de los residuos generados en una empresa. Todo ello mediante la adopción de diversas medidas organizativas, operativas y tecnológicas.

La reducción de residuos no sólo tiene ventajas respecto a los daños que éstos pueden



causar al medio ambiente, a las personas... si no que también tienen ventajas económicas, reduciendo los costes derivados del tratamiento posterior al que deben ser sometidos.

A continuación exponemos unas sencillas operaciones que se han de tener en cuenta para conseguir reducir la cantidad de residuos generados:

Control en la compra:

Hay que tener un control exhaustivo del material que se compra, para *evitar adquirir productos innecesarios* o que ya poseamos. Para ello es necesario tener un inventario actualizado de todos los productos presentes en el laboratorio, donde aparezca cantidades, fechas de compra, fechas de caducidad...

El técnico o servicio de prevención de la empresa (o del Departamento de Educación del Gobierno de Aragón) con el objetivo de reducir los riesgos dentro de la institución, debe participar en la elaboración de la orden de compra de los productos químicos, equipos de laboratorio y equipos de protección. También debe supervisar las ordenes de compra y los informes de la puesta en marcha en el caso de equipos de control y equipos de protección (principio conocido como "luz verde triple"). También puede requerirse la participación y acuerdo del servicio medico de empresa en relación con la compra de productos químicos.

Durante el proceso de compra, el técnico de prevención, en colaboración con el/la profesor /a :

- Evalúa los riesgos asociados con el uso de productos químicos y materiales y la exposición al agente químico, verificar si no existe un producto químico y equipos menos peligrosos que pueda emplearse;
 - Formula los requisitos al proveedor sobre el envasado, el etiquetado, la recogida de residuos para su recuperación y la información sobre los productos;
 - Elaborar directrices para el uso de agentes químicos (incluyendo la prevención, el uso de equipos de protección, colectivo / individual), el almacenamiento, eliminación y transporte;
 - Informar a los usuarios.
-
- Elección de la cantidad de reactivos:
A la hora de adquirir los reactivos necesarios para la realización de un experimento, elegiremos las cantidades mínimas necesarias para evitar el exceso de stock que se acumula en el laboratorio una vez finalizado los experimentos.

 - Elección de experimentos adecuados:
Intentaremos elegir experimentos que no generen residuos especialmente peligrosos y cuyo tratamiento sea el más sencillo posible.

– Minimizar disolventes de limpieza:

Si es posible, limpiaremos el material empleado en los experimentos con *agua y jabón*. Evitando el empleo innecesario de disolventes orgánicos para la limpieza.

– Reciclado de disolventes:

Si empleamos grandes cantidades de algún disolvente orgánico de bajo punto de ebullición (diclorometano, acetona, hexano...) podemos *reciclarlo mediante la destilación* del mismo. Reutilizándolo para su empleo en posteriores operaciones.

A pesar de las medidas preventivas para la minimización se generan algunos residuos.

El siguiente paso a tener en cuenta es la correcta manipulación de los mismos. En primer lugar dispondremos de un correcto protocolo de inventariado y almacenamiento.

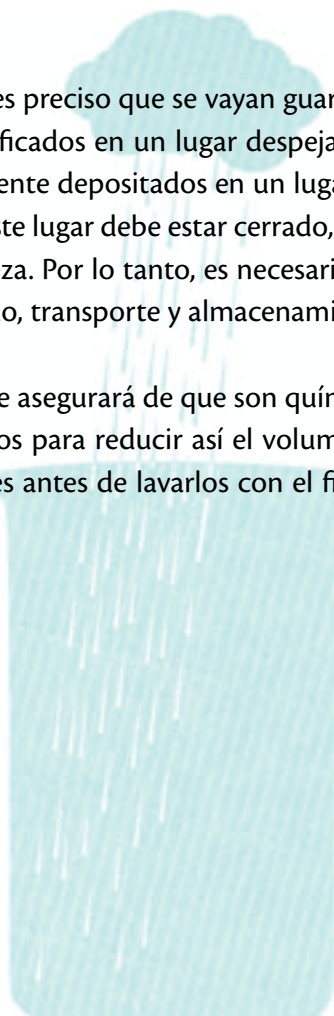
6.2.- Almacenamiento de residuos

Podemos distinguir los residuos que se pueden generar en un laboratorio docente, en el que no haya productos especiales en lo referente a su peligrosidad, en los siguientes grupos:

- Disolventes halogenados
- Disolventes no halogenados
- Disoluciones acuosas
- Ácidos
- Bases
- Sólidos

Los residuos, conforme se generan en el laboratorio es preciso que se vayan guardando en recipientes perfectamente etiquetados y bien identificados en un lugar despejado y de fácil acceso dentro del laboratorio.. Deben ser regularmente depositados en un lugar de almacenamiento provisional antes de su deposición final. Este lugar debe estar cerrado, bien ventilado y de fácil acceso para su mantenimiento y limpieza. Por lo tanto, es necesario un procedimiento claro para la recogida, clasificación, envasado, transporte y almacenamiento interno de los residuos.

Antes de mezclar varios residuos en un contenedor se asegurará de que son químicamente compatibles. Se debe procurar no diluir los desechos para reducir así el volumen a tratar. Es necesario vaciar completamente los contenedores antes de lavarlos con el fin de minimizar el riesgo de contacto o inhalación.



Estos residuos peligrosos (y los envases que los han contenido), debe ser recogidos y gestionados por un gestor autorizado (de acuerdo con la legislación ambiental en vigor). Es necesario consultar con el gestor autorizado sobre los métodos de selección ,segregación y envasado y embalaje necesarios. Un mala clasificación o segregación puede dar lugar a una mayor contaminación de los residuos y aumentar los costes de tratamiento .

Los vidrios deben depositarse en un contenedor rígido y reservado exclusivamente para ese fin. Se recomienda depositar los vidrios rotos o rajados embalados o envueltos en varias capas de periódicos, ya que pueden causar lesiones al personal responsable de su recogida. Deben ser recogidos con los residuos urbanos (a través del servicio de recogida de basuras).

Unas medidas que se pueden tomar para facilitar la gestión de los residuos son las siguientes:

- En el caso de residuos líquidos, un recipiente típico, un bidón de plástico, preferiblemente de PE (polietileno), con un volumen no excesivo (máximo 5 L) que nos permita su manejo sin grandes esfuerzos.
- El bidón deberá de ir acompañado de un embudo que facilite el vertido del residuo en el interior del mismo.
- En el caso de residuos sólidos es conveniente sustituir los típicos bidones de líquidos por frascos con bocas grandes, de un tamaño no superior a los 2 Kg.
- Para que el personal que manipule los residuos no cometa ningún error conviene que los bidones sean de diferentes colores y tengan una etiqueta en letras grandes que recuerden a qué grupo pertenecen.
- Además en la pared que está sobre la zona de residuos se pueden colocar unas cartulinas tamaño A-4 de los colores de los bidones y con el nombre de cada grupo en el color correspondiente.
- Los recipientes de deben estar colocados dentro de un cubeta de contención, que puede ser única para todos y que asegura que, en caso de derrame, los vertidos no se extiendan por el laboratorio.

En el siguiente dibujo se puede visualizar un ejemplo que cumple lo anteriormente comentado.



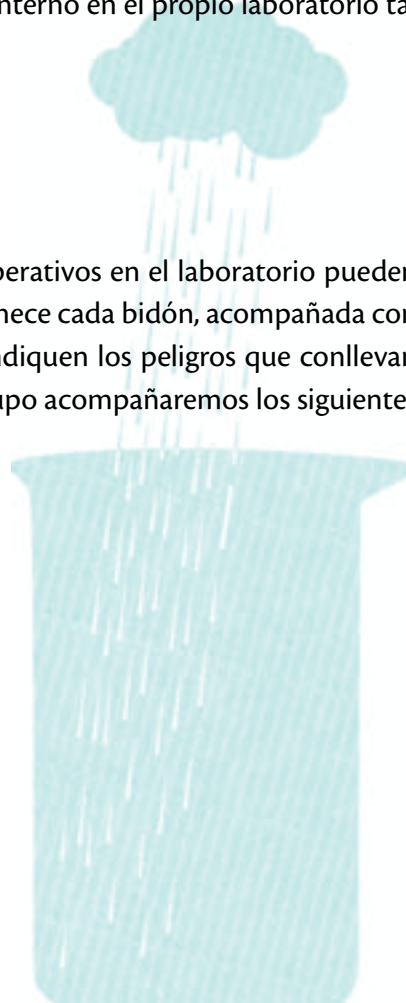
Cuando los recipientes no se utilicen se mantienen cerrados, abriendo exclusivamente los que se vayan a emplear a la hora de realizar las prácticas, cerrándolos de nuevo al finalizar cada sesión.

Los recipientes que contienen disolventes orgánicos no hay que llenarlos en su totalidad, conviene no superar el 80% del volumen total del bidón, ya que pueden generar altas presiones debido a su alta capacidad de evaporación incluso a temperaturas relativamente bajas.

Una vez que los recipientes se vayan llenando, es conveniente, si la infraestructura del centro lo permite, almacenar estos residuos en una dependencia independiente del laboratorio, fresca y con una buena ventilación, hasta que se procede a su tratamiento, bien sea mediante un gestor externo o mediante un tratamiento interno en el propio laboratorio tal y como veremos más adelante.

6.3.- Etiquetado

Mientras los bidones de residuos se encuentren operativos en el laboratorio pueden llevar la etiqueta en la que aparecen el grupo al que pertenece cada bidón, acompañada con una etiqueta en la que aparezcan los pictogramas que indiquen los peligros que conllevan las sustancias que están en su interior. Para ello a cada grupo acompañaremos los siguientes pictogramas.



Disolventes halogenados



XN: NOCIVO

Disoluciones acuosas



XN: NOCIVO

Bases



C: CORROSIVO

Disolventes no halogenados



XN: NOCIVO



F: FÁCILMENTE INFLAMABLE

Ácidos



C: CORROSIVO

Sólidos



XN: NOCIVO

Una vez que los bidones estén llenos y se proceda a guardarlos hasta su posterior gestión conviene colocarles una etiqueta en la que puede aparecer la siguiente información:

- Pictogramas
- Familia a la que pertenecen:
 - Disolventes orgánicos halogenados
 - Disolventes orgánicos no halogenados
 - Ácidos
 - Bases
 - Disoluciones acuosas
 - Productos pirofóricos
 - ...
- Codificación interna

Un formato posible de etiqueta podría ser el siguiente:



A los pictogramas que contenían los bidones cuando estaban operativos se le añadirán otros, como tóxico, comburente... si durante el llenado se han vertido productos que presenten estas características.

Al final de esta guía se puede consultar la nueva normativa relacionada con la clasificación y etiquetado de sustancias peligrosas.

Hay que indicar que la etiqueta que aquí se propone es un modelo simplificado, de información exclusiva para uso interno, para lo que es prioritaria la información de peligros y precauciones en la manipulación de estos residuos.

Una vez almacenamos los residuos peligrosos para entregarlos a gestor autorizado, (ver capítulo siguiente), existe la obligación legal de etiquetar los residuos peligrosos correctamente, donde por lo general, las etiquetas homologadas las facilita la empresa gestora de residuos peligrosos que se contrate.

6.4.- Inventariado

Para tener un control en cada momento de los residuos que hemos generado conviene disponer de un inventario actualizado de todo el material almacenado.

Para ello podemos crear unas sencillas fichas en las que aparezcan los siguientes campos.

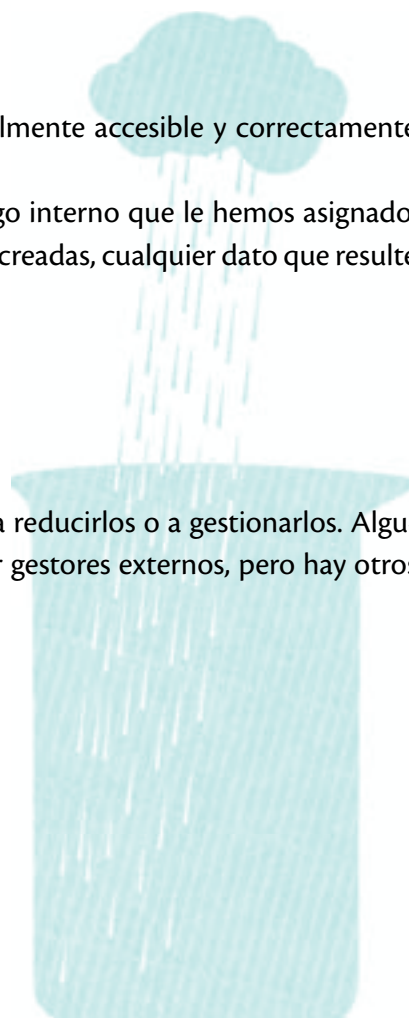
- Código interno: Ej.: Hal-01
- Grupo de residuo: (Halogenado, no halogenado, ácidos...)
- Fecha de inicio de llenado:
- Fecha de fin de llenado;
- Comentarios:

Estas fichas se han de guardar en una carpeta fácilmente accesible y correctamente identificada.

En el bidón colocaremos una etiqueta con el código interno que le hemos asignado, para poder consultar en cualquier momento, en las fichas creadas, cualquier dato que resulte necesario.

6.5.- Tratamiento interno

Una vez generados los residuos hay que proceder a reducirlos o a gestionarlos. Algunos de estos tratamientos han de ser llevados a cabo por gestores externos, pero hay otros



tratamientos que se pueden realizar en el laboratorio y que reducen considerablemente la carga de productos que se han de gestionar fuera del centro. Esta reducción de carga, aparte de ser beneficiosa medioambientalmente consigue una importante reducción de costes derivados del tratamiento externo.

La mayoría de los agentes químicos no pueden ser vertidos en la red de alcantarillado debido a sus características (peligrosos). La ficha de datos de seguridad proporciona información sobre su método de tratamiento mas seguro. Hay que evitar el vertido de los productos químicos por el desagüe, incluso diluidos, ya que la acumulación de estos productos provoca un impacto negativo sobre el medio ambiente y en la eficacia y funcionamiento de las plantas depuradoras de aguas residuales. Sin embargo, pequeñas cantidades de sustancias (ácidos, bases, agentes oxidantes y reductores) de baja toxicidad, y baja concentración, si pueden ser vertidas en el fregadero.

En este caso, es aconsejable para la eliminación de los ácidos y las bases neutralizarlos con otro residuo alcalino o un ácido diluido, respectivamente. La cantidad que puede eliminarse, no debe exceder de 500 ml. (o 500 g) por cada sesión de laboratorio.

Se debe establecer la prohibición del vertido de productos peligrosos mediante un letrero colocado encima de cada lavabo.

El agua residual no puede contener sustancias que pueden provocar riesgo para el personal de las instalaciones depuradoras de aguas residuales, deterioro u obstrucción de las tuberías y canalizaciones, perjudicar al buen funcionamiento de las instalaciones de depuración, una grave contaminación de las aguas superficiales en las que vierte la red de alcantarillado público. Tampoco pueden contener aceites minerales, productos químicos y disolventes volátiles inflamables. El pH del agua vertida debe estar entre 6,5 y 9 y la temperatura del agua no puede superar los 45 °C (condiciones generales). Los sólidos en suspensión no pueden ser mayores de 1 cm. Los productos insolubles no debe ser vertidos por el desagüe o alcantarillado.

A modo de información para los laboratorios que no están conectadas a una planta de tratamiento de aguas residuales, no se puede superar los siguientes niveles :

- 1 g /l de sólidos en suspensión;
- 0,5 g / l de materiales extraíbles con éter de petróleo.

En cuanto a los laboratorios que están conectados a plantas de tratamiento de aguas residuales, aniones tales como los iones cloruro, nitrato, fosfato, metanoato, acetato, así como cationes como el sodio, potasio, calcio, amonio ... puede ser vertidos a la alcantarilla. De hecho, estos aniones y cationes pueden ser digeridos por las baterías en la planta depuradora de aguas residuales.

El vertido de aguas residuales está sujeto a autorización administrativa .

Tipos de tratamiento:

- *Bases inorgánicas*: Diluir con agua, llevar a pH neutro con disolución de HCl 5% y verter al desagüe.
- *Ácidos inorgánicos*: Diluir con agua en una proporción de 1:10 y neutralización con NaOH 1N, hasta que la disolución tenga un pH neutro.
- *Haluros de ácidos orgánicos*: Añadir NaHCO₃ y agua. Verter al desagüe.
- *Sales inorgánicas*: Añadir un exceso de Na₂CO₃ y agua. Dejar en reposo (24h). Neutralizar (HCl 6M). Verter al desagüe.
- *Oxidantes*: Tratar con un reductor. Neutralizar. Verter al desagüe.
- *Reductores*: Añadir Na₂CO₃ y agua (hasta suspensión), dejar en reposo unas 2h, neutralizar y verter al desagüe.
- *Peróxidos inorgánicos*: Diluir y verter al desagüe.
- *Sulfuros inorgánicos*: Añadir una disolución de FeCl₃ con agitación, neutralizar con Na₂CO₃ y verter al desagüe.

6.5.- Tratamiento externo

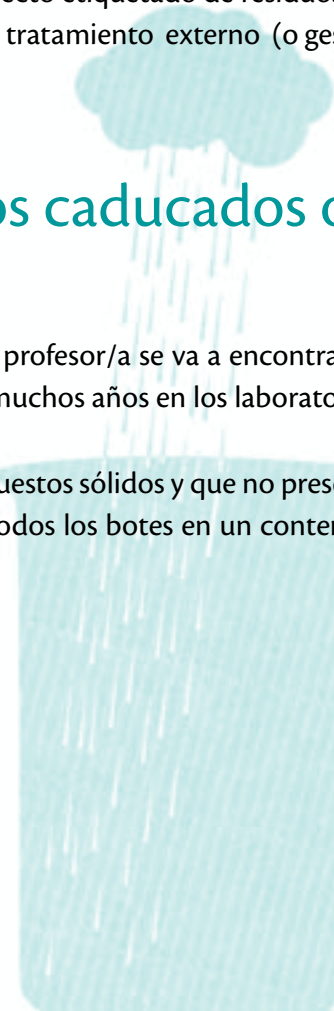
Los residuos que no puedan eliminarse mediante un tratamiento en el laboratorio, deberán ser recogidos por una empresa especializada, que tratará los residuos de forma adecuada.

Habrá que colaborar con esta empresa y seguir las directrices que marque, poniendo especial atención en lo referente al tipo de envasado y correcto etiquetado de residuos. En el capítulo siguiente se recogen las indicaciones para el tratamiento externo (o gestión) de residuos peligrosos.

6.6.- Eliminación de productos caducados o innecesarios

Además de los residuos que se van generando, el/la profesor/a se va a encontrar con una gran cantidad de productos que llevan almacenados muchos años en los laboratorios y que por tanto están caducados.

La mayor parte de este material son botes con compuestos sólidos y que no presentan una especial toxicidad, por lo que lo mejor es introducir todos los botes en un contenedor



mayor, de 50 litros por ejemplo, que nos puede facilitar la empresa externa gestora de residuos y colocar en la parte exterior una etiqueta general.

En el caso de tener productos altamente tóxicos, como pueden ser cianuros, mercurio, compuesto cancerígenos, etc. Lo mejor es introducir el bote original en otro ligeramente superior en volumen y etiquetarlos individualmente.

Respecto a productos líquidos, como pueden ser ácidos inorgánicos, si no se encuentran en muy mal estado, se pueden diluir con agua y neutralizarlos para posteriormente verterlos por el desagüe.

También nos podemos encontrar aminas (trietilamina, piridina...), que son líquidos y relativamente peligrosos. Estos productos se presentan en botellas de vidrio, por lo que conviene introducirlos en algún recipiente, con material protector para evitar roturas y etiquetarlas correctamente.

6.7.- Principios de las políticas de residuos

El sistema productivo actual es un generador neto de materiales residuales. En cada una de las fases del proceso productivo (extracción, transporte, elaboración, distribución, utilización y consumo), y en su conjunto, se generan en valores absolutos mas cantidad de materiales residuales (sólidos, líquidos y gaseosos) que de bienes de uso y consumo, alimentos incluidos.

Una estimación empírica sobre datos globales de la OCDE revela que por cada tonelada de residuos generados en el proceso de uso y consumo, previamente se han producido cinco toneladas de desperdicios en el proceso de manufactura y 20 toneladas de desechos en el proceso de extracción inicial.

El problema de tan descomunal despilfarro es que en una Tierra finita todas las cosas son limitadas, desde la cantidad de recursos materiales y energéticos no renovables (minerales, metales, carbón, petróleo, gas), pasando por la capacidad de renovación y de sustentación de los recursos renovables (tierras cultivables, peces, ganado, bosques), hasta la capacidad de la naturaleza para asimilar y depurar sustancias residuales.

La capacidad de la naturaleza para asimilar y depurar sustancias tiene sus límites. Cuando por efecto de la actividad humana se introducen materiales, energías o microorganismos en el medio ambiente sobrepasando el nivel crítico de regulación, se producen alteraciones de las sustancias, organismos o medios, que se denominan Contaminación. Los contaminantes o materiales residuales son el agente causante de la contaminación, que es el efecto producido

El constante aumento de los residuos, tanto en cantidad como en toxicidad, implica

un consumo paralelo de los recursos de los que proceden, con su correspondiente carga asociada de energía no renovable, y una creciente contaminación y deterioro del medio en que se vierten (suelo, agua y aire). El agotamiento de los recursos naturales y la ingente acumulación y contaminación por sustancias residuales son los dos extremos de este modelo de producción LINEAL de la sociedad de consumo.

El desarrollo económico actual está basado en un incesante consumo de abundantes recursos materiales y fuentes energéticas no-renovables como si fueran inagotables, siguiendo la lógica de la expansión del mercado y del crecimiento ilimitado.

Dada la doble condición de la producción de residuos como una forma de contaminación y como un despilfarro de recursos, se hace necesario aplicar con el máximo rigor el principio de prevención en las políticas de gestión de residuos.

Es necesario aplicar políticas de reducción del problema en la fuente y también de aprovechamiento de los residuos mediante la reutilización y el reciclado para aprovechar los recursos, ahorrar energía y generar nuevos empleos y tejido industrial

En la Unión Europea se establece, por ley, un orden en las operaciones que deben realizarse, de manera que primero se deberá siempre intentar aquellas acciones de mayor calidad ecológica; es lo que se llama del “Principio de Jerarquía”, y se establece en cinco niveles.

JERARQUÍA EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS

Directiva de Residuos 2008/98/CE

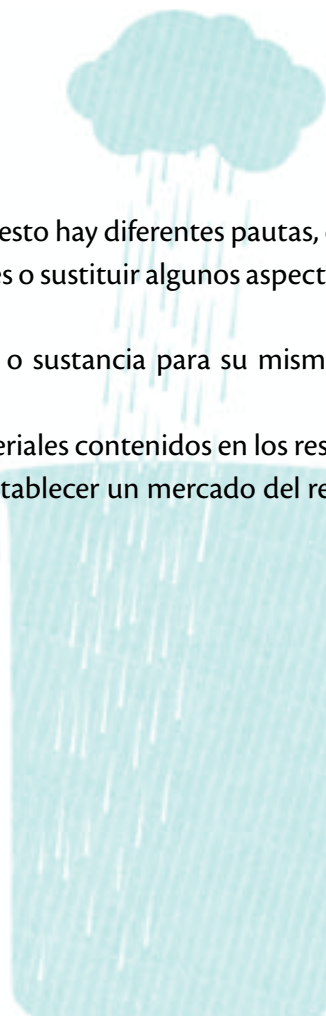
Con los residuos, hay que actuar siempre en este orden:

- 1º PREVENCIÓN
- 2º REUTILIZACIÓN
- 3º RECICLAJE
- 4º OTRAS VALORIZACIONES
- 5º ELIMINACIÓN

1º Prevención: Evitar la generación de residuos. Para esto hay diferentes pautas, como planificar bien los procesos, ajustar el consumo de materiales o sustituir algunos aspectos del proceso.

2º Reutilización: utilización reiterada de un objeto o sustancia para su mismo uso inicial.

3º Reciclaje o valorización material: uso de los materiales contenidos en los residuos para otros usos distintos a los originales. Es fundamental establecer un mercado del reciclado y aclarar la diferencia entre residuo y subproducto.



4º Valorización energética: exclusivamente si se comprueba un balance energético claramente positivo (y, por supuesto, sólo si los impactos ambientales son menores que el depósito o vertedero).

5º Eliminación: por depósito en vertedero o incineración. En Aragón no está permitida la incineración.

La importancia de prevenir o evitar

Se entiende por «*prevención*» de residuos las medidas adoptadas antes de que una sustancia, material o producto se haya convertido en residuo, para reducir:

- A) La cantidad de residuo, incluso mediante la reutilización de los productos o el alargamiento de la vida útil de los productos;
- B) los impactos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana de la generación de residuos, o
- C) el contenido de sustancias nocivas en materiales y productos

Así la Prevención de la contaminación tóxica comprende cambios en las materias primas, en los procesos de producción o en los productos, que reducen, evitan o eliminan el empleo de sustancias tóxicas o peligrosas o la generación de subproductos peligrosos por unidad de producción, de forma que se reducen los riesgos totales sobre la salud de los trabajadores, consumidores o el medio ambiente en lugar de trasladar estos riesgos de los trabajadores a los consumidores o al medio ambiente”

La sustitución puede realizarse en tres niveles:

- Sustitución de sustancias manteniendo el equipo y el proceso.
- Sustitución de sustancias y equipo manteniendo el proceso.
- Sustitución de sustancias, equipo y proceso.

La legislación laboral, en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales establece que los riesgos deben evitarse y considera que un método adecuado de prevención en materia de salud laboral consiste en: “Sustituir lo peligroso por lo que entraña poco o ningún peligro”

La concreción práctica de la prevención se traduce en unos sencillos criterios de trabajo:

- Disminuir la magnitud del problema en origen.
- Intentar recuperar los materiales que los mismos contienen. Valorización de los residuos como materias primas.
- Dar a cada tipo de residuo su destino óptimo a fin de preservar el medio ambiente.
- Regular la manipulación y el tratamiento. La jerarquía de residuos establece en ge-

neral un orden de prioridad de lo que constituye la mejor opción global para el medio ambiente en la legislación y la política en materia de residuos,



7. Gestión de residuos peligrosos

Una vez agotadas las posibilidades de prevenir la generación de residuos en el laboratorio, y de minimizarlos con los tratamientos antes descritos, es posible que aún nos queden algunos residuos, posiblemente los más peligrosos.

Se denomina Gestión de residuos a la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos peligrosos, incluida la vigilancia de estas actividades, así como la vigilancia de los lugares de depósito o vertido después de su cierre. En ese ámbito el Gestor es la persona o entidad, pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos peligrosos, sea o no el productor de los mismos.

En este caso, la ley obliga a entregarlos a un “gestor autorizado de residuos peligrosos”. Se puede consultar la relación de gestores autorizados en el sitio web del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón:

http://portal.aragon.es/portal/page/portal/MEDIOAMBIENTE/CALIDAD_AMBIENTAL/RESIDUOS2/



Cuadro 2:
Principales normas relacionadas con la gestión de residuos peligrosos en Aragón⁸.

- Ley 10/98, de 21 de abril, de Residuos
- RD 833/88 Reglamento de residuos tóxicos y peligrosos
- 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
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. En esta Orden figura la Lista Europea de Residuos (LER)
- Reglamento de producción, posesión y gestión de residuos peligrosos y del régimen jurídico del servicio público de eliminación de residuos peligrosos en Aragón (Decreto 236/2005, del Gobierno de Aragón)
- Catálogo Aragonés de Residuos (Decreto 148/2008, del Gobierno de Aragón)
- Plan de Gestión Integral de los Residuos de Aragón G.I.R.A. (2009-2015)

Como se estima que en un laboratorio docente se generan menos de 10.000 Kg. por año, le corresponde cumplir con las obligaciones propias de los “pequeños productores de residuos”, y que son:

- Darse de alta en el “Registro de pequeños productores de residuos peligrosos”

Esto lo puede hacer el propio centro, dirigiéndose al Gobierno de Aragón; aunque a menudo es el gestor de residuos contratado el que se encarga de realizar este trámite.

“Procedimiento de inscripción en el registro de pequeños productores de residuos peligrosos.

1. La solicitud de inscripción, dirigida al Instituto Aragonés de Gestión Ambiental (...), deberá acompañarse de una memoria o informe de actividad en la que se expliquen detalladamente los procesos generadores de residuos, los pretratamientos si existen, los sistemas de almacenamiento, el destino final previsto para cada tipo de residuo y de un plano de distribución en planta de las instalaciones con indicación de la zona destinada al almacenamiento de residuos peligrosos, todo ello conforme a los modelos del anexo I del presente Reglamento”

8. Para una información más completa consultar en esta guía el Anexo sobre Legislación.

Artículo 12, Decreto 236/2005 del Gobierno de Aragón⁹

Los impresos y otros documentos oficiales se pueden encontrar en INAGA (Instituto Aragonés de Gestión Ambiental), en Gobierno de Aragón (Departamento de Medio Ambiente) o en la página web del Gobierno de Aragón: <http://www.aragob.es>

- Separar, envasar y etiquetar debidamente los residuos peligrosos.

Al separar se evitan los riesgos que pueden provocar posibles reacciones entre las sustancias. Por otro lado, la separación posibilita dar a cada residuo su tratamiento posterior. Dentro de los residuos peligrosos se incluyen una amplia variedad de materiales que precisan de tratamientos específicos en función de su naturaleza. El objetivo prioritario debe ser la disminución en su generación y de su peligrosidad. El catálogo de residuos establece el tratamiento aconsejado para cada residuo.

Envasado de Residuos Peligrosos

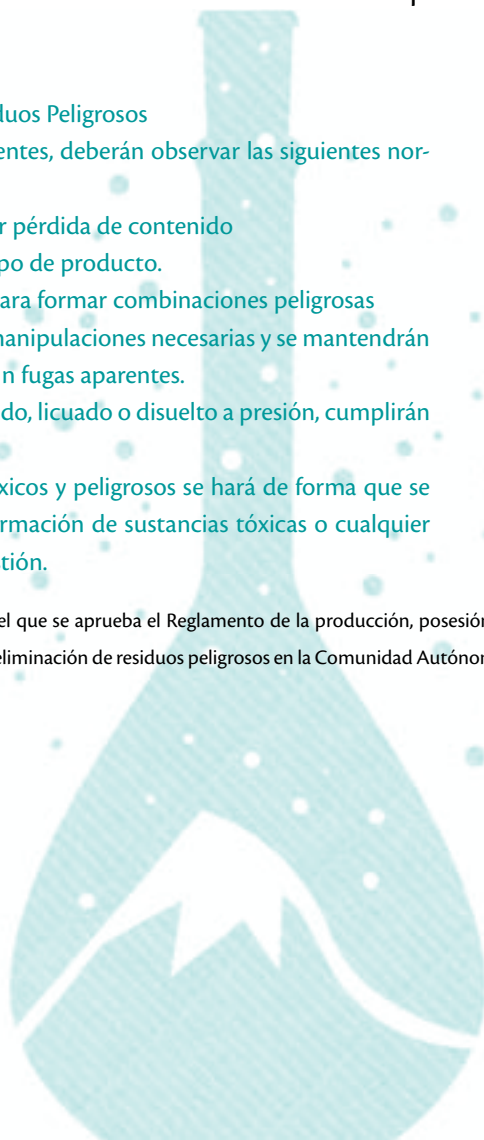
Los envases pequeños de preparados que sean compatibles entre sí podrán ir dentro de bidones mayores. Un tamaño adecuado pueden ser los bidones de 50 o 60 litros que facilitan muchas empresas gestoras.

Obligaciones mínimas respecto al envasado de Residuos Peligrosos

Los productores, además de las normas técnicas vigentes, deberán observar las siguientes normas de seguridad: (RD 833/88,CAPII, sección 2ª)

- a) Los cerramientos de los envases evitarán cualquier pérdida de contenido
- b) Materiales de los envases resistentes a cualquier tipo de producto.
- c) Los materiales no reaccionarán con el contenido para formar combinaciones peligrosas
- b) Envases y sus cierres sólidos y resistentes ante las manipulaciones necesarias y se mantendrán en buenas condiciones, sin defectos estructurales y sin fugas aparentes.
- c) Los recipientes destinados a envasar gas comprimido, licuado o disuelto a presión, cumplirán la legislación vigente en la materia.
- d) El envasado y almacenamiento de los residuos tóxicos y peligrosos se hará de forma que se evite generación de calor, explosiones, igniciones, formación de sustancias tóxicas o cualquier efecto que aumente su peligrosidad o dificulte su gestión.

9. DECRETO 236/2005, de 22 de noviembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Reglamento de la producción, posesión y gestión de residuos peligrosos y del régimen jurídico del servicio público de eliminación de residuos peligrosos en la Comunidad Autónoma de Aragón



Etiquetado de los Residuos Peligrosos

Cómo identificar correctamente los envases o contenedores de residuos peligrosos.

1. Los envases que contengan residuos peligrosos deberán estar etiquetados de forma clara, legible e indeleble, al menos en la lengua española oficial del Estado.
2. En la etiqueta deberá figurar:
 - a) El código de identificación del residuo.
 - ORDEN MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valoración y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
 - Orden de 13 de octubre de 1989, por la que se determinan los métodos de caracterización de los residuos tóxicos y peligrosos.
 - b) Nombre, dirección y teléfono del titular de los residuos.
 - c) Fechas de envasado.
 - d) La naturaleza de los riesgos que presentan los residuos.
3. Para indicar la naturaleza de los riesgos deberán usarse en los envases los siguientes pictogramas, dibujados en negro sobre fondo amarillo –naranja :

– Almacenarlos los residuos en condiciones seguras

Los productores deben disponer de zonas de almacenamiento de los residuos peligrosos, bien en la propia instalación, siempre que esté debidamente autorizada, bien mediante su cesión a una entidad gestora de estos residuos.

El tiempo de almacenamiento de los residuos tóxicos y peligrosos no podrá exceder de seis meses, salvo autorización especial (R.D. 833/88, art.11).

Requisitos a cumplir en el almacenamiento de residuos peligrosos

El almacenamiento debe respetar las normas técnicas correspondientes en función del tipo de residuo, considerando aspectos como:

- Pavimento /aislamiento: tipo, superficie pavimentada/ aislada.
- Existencia de cubiertas.
- Presentación del material [granel o envasado, tipo (bidón, big-bag, caja, etc.), identificación de los materiales].
- Separación de materiales por tipos incompatibles.
- Acceso controlado al recinto, control de acceso.
- Red de drenaje y recogida de aguas pluviales.
- Control de pérdidas o derrames, procedimientos de evacuación, retirada y gestión de ellos.
- Equipos de seguridad.
- Plano de situación y croquis de la instalación.

- Llevar un registro de los residuos producidos.

Esta información nos será útil en el momento de la entrega al gestor. Pueden servir las mismas hojas Excel que se aconsejan para la edición de las etiquetas en esta guía.

- Entregar los residuos peligrosos a un gestor autorizado, rellenando los documentos que éste nos presente (“Documentos de Control y Seguimiento”), y pagando las cuotas correspondientes.

Entrega a un gestor autorizado

Gestor: la persona o entidad, pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos peligrosos, sea o no el productor de los mismos.

Solicitud de aceptación del residuo

Es necesario solicitar la aceptación del residuo a un gestor de residuos peligrosos. Una vez tengamos el documento de admisión, podremos asegurarnos que va a ser retirado ese residuo.

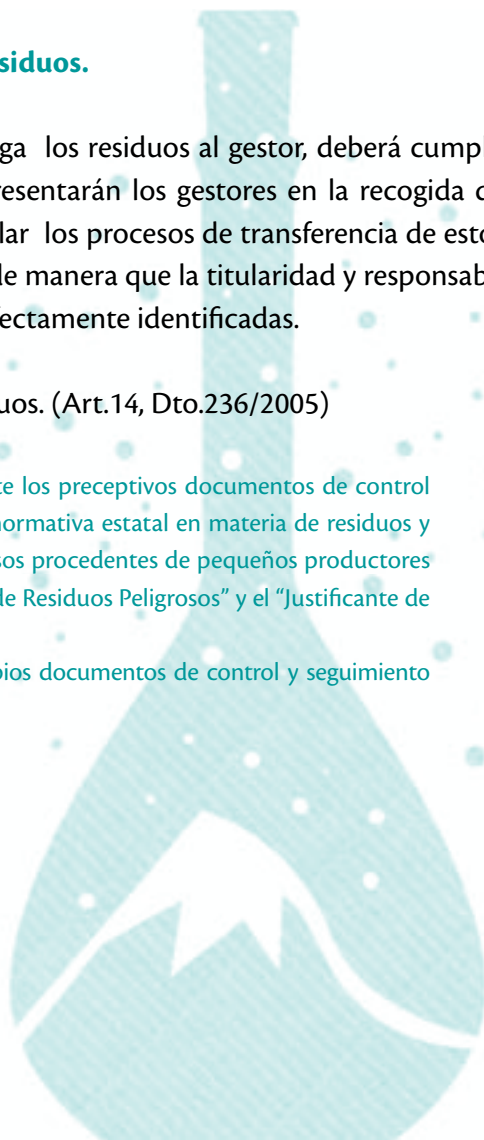
Cabe recordar que el productor de residuos es responsable de sus residuos hasta su destrucción o disposición final. Por tanto, es conveniente solicitar los correspondientes certificados y documentos de control y seguimiento DCS al gestor autorizado que recoge los residuos.

Documentos de control y seguimiento de los residuos.

Cada vez que un pequeño productor entrega los residuos al gestor, deberá cumplir unos documentos de control que les presentarán los gestores en la recogida de residuos tóxicos y peligrosos, con el fin de controlar los procesos de transferencia de estos residuos entre el pequeño productor y el gestor, de manera que la titularidad y responsabilidad sobre el residuo tóxico y peligroso estén perfectamente identificadas.

Documentación de la transferencia de residuos. (Art.14, Dto.236/2005)

1. La transferencia de residuos se efectuará mediante los preceptivos documentos de control y seguimiento DCS conforme a lo dispuesto en la normativa estatal en materia de residuos y cuyos modelos, para la recogida de residuos peligrosos procedentes de pequeños productores son la “Hoja de Control y Seguimiento de Recogida de Residuos Peligrosos” y el “Justificante de Entrega”.
2. Los gestores autorizados podrán elaborar sus propios documentos de control y seguimiento



para la recogida de residuos de pequeños productores, siempre que se ajusten a los modelos reflejados en el presente anexo y cuenten con el visto bueno del Departamento de Medio Ambiente.

ORGANIZANDO LA GESTIÓN Y RECOGIDA

- Para controlar eficazmente la gestión de residuos, es necesario establecer un inventario y un mapa o plano de la localización de los distintos contenedores. Hay que distinguir los cubos de basura generales de los contenedores para la recogida selectiva. El inventario debe incluir el tipo de residuo, la categoría (inertes, peligrosos y no peligrosos), la producción anual, las operaciones de eliminación y los costes. Las facturas y certificados de gestión o “disposición final” deberán ser conservados en una carpeta llamada Registro de residuos.

La gestión de los residuos peligrosos la puede realizar cada centro por iniciativa propia. Para ello, y siguiendo los pasos arriba descritos, cada centro organiza su modelo de gestión y contrata a un Gestor autorizado pudiéndose coordinar con otros centros próximos para reducir costes. Este sistema es relativamente rápido, y puede resultar útil para deshacerse de los residuos históricos de manera eficaz. Así lo ha realizado ya algún centro, como el I.E.S. “Miguel Catalán” de Zaragoza, cuya experiencia puede servir de orientación.

Una segunda fórmula consistiría en organizar una gestión común para todos los centros docentes públicos de Aragón, a través de un sistema centralizado y coordinado desde el Departamento de Enseñanza del Gobierno de Aragón (por ejemplo). Al centralizar la gestión de residuos se alivia la carga de trabajo de cada centro docente en particular, y además se reducen los costes. Este modelo de gestión que ya está implantado en algunas Universidades españolas como son las de Sevilla, Jaén y Zaragoza.

Como ya se ha expuesto se debería contar con la asesoría y supervisión del Servicio de Prevención.

8. Laboratorios de microbiología

El laboratorio de Microbiología es un lugar convenientemente habilitado donde se pueden manejar y examinar microorganismos así como materiales que los contienen o pueden contenerlos. Aunque los microorganismos que se manipulan no sean considerados patógenos, todos los cultivos de todos los MO (microorganismos) deben ser manejados con precaución, por su potencial patogenicidad, por tanto es requisito básico restringir la presencia de los MO en estudio a sus recipientes y medios de cultivo para evitar el riesgo de contaminación de uno mismo y los compañeros, de la colectividad y del medio ambiente.

Clasificación

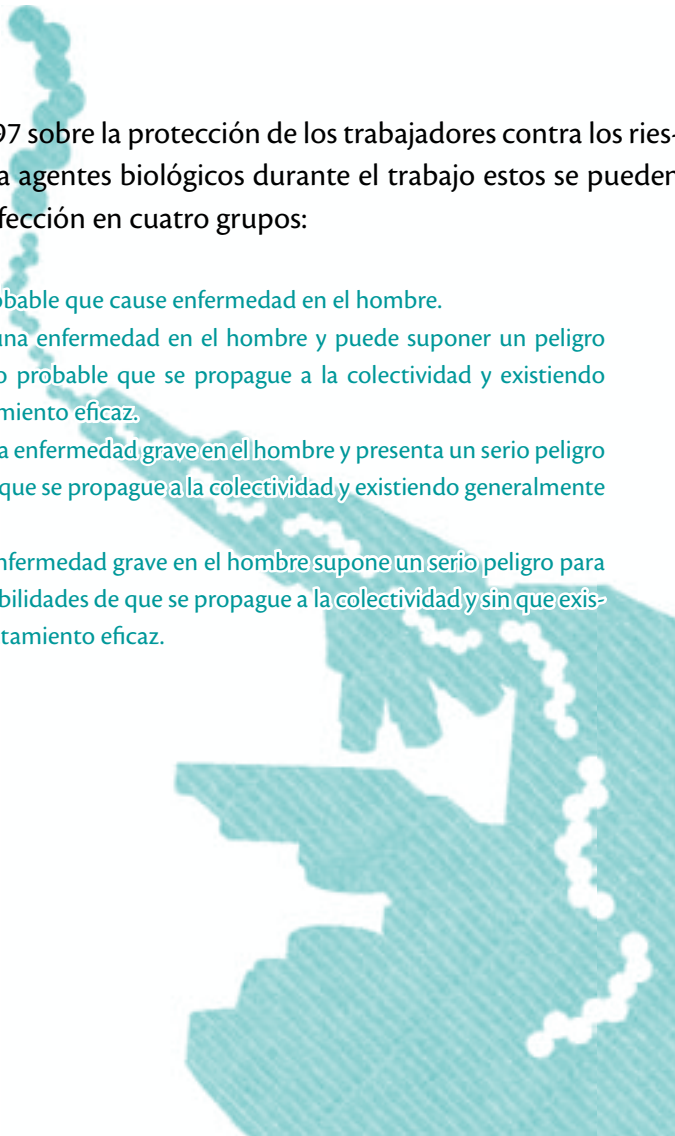
Según el Real Decreto 664/1997 sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo estos se pueden clasificar en función del riesgo de infección en cuatro grupos:

Grupo 1: aquel que resulta poco probable que cause enfermedad en el hombre.

Grupo 2: aquel que puede causar una enfermedad en el hombre y puede suponer un peligro para los trabajadores, siendo poco probable que se propague a la colectividad y existiendo generalmente una profilaxis o tratamiento eficaz.

Grupo 3: aquel que puede causar una enfermedad grave en el hombre y presenta un serio peligro para los trabajadores, con riesgo de que se propague a la colectividad y existiendo generalmente una profilaxis o tratamiento eficaz.

Grupo 4: aquel que causando una enfermedad grave en el hombre supone un serio peligro para los trabajadores, con muchas probabilidades de que se propague a la colectividad y sin que exista generalmente una profilaxis o tratamiento eficaz.



Los laboratorios con fines docentes en los centros de Secundaria y Formación Profesional manipularán en principio agentes biológicos del grupo I.

Grupos de riesgo y tipos de laboratorio

GRUPO DE RIESGO	CLASIFICACIÓN DEL LABORATORIO	EJEMPLOS DE LABORATORIOS	EJEMPLOS DE MICROORGANISMOS
I Escaso riesgo individual y colectivo	-Básico- Nivel de Bioseguridad 1	Enseñanzas básicas	Bacillus subtilis
II Riesgo individual moderado Riesgo comunitario limitado	-Básico- Nivel de Bioseguridad 2	Servicios primarios de salud; consultorios médicos; laboratorios de diagnóstico; enseñanza no universitaria.	Escherichia coli Pseudomonas aeruginosa Aspergillus fumigatus
III Riesgo individual elevado Riesgo comunitario escaso	-De contención- Nivel de Bioseguridad 3	Laboratorios de diagnóstico especializados	G ^o Brucella; Mycobacterium tuberculosis; Virus de la Rabia
IV Elevado riesgo individual y comunitario	-De Máxima- Nivel de Bioseguridad 4	Unidades patógenas peligrosas	Virus Ébola Variola virus

Para ello podemos dotarnos de cepas puras de MO que proporciona la *Colección Española de Cultivos Tipo*, quienes han confeccionado un lote específico para centros de enseñanzas básicas y Formación Profesional y con las que podemos realizar estudios completos y obtener datos extrapolables a otros microorganismos más patógenos.

Los laboratorios que manipulen materiales con respecto a los cuales exista incertidumbre acerca de la presencia de agentes biológicos que puedan causar una enfermedad en el hombre pero que no tengan como objetivo trabajar con ellos como tales, concentrándolos o cultivándolos, deberán adoptar al menos *el nivel 2 de contención* expresado en el Real Decreto con el fin de reducir al mínimo el riesgo de infección.

Indicaciones relativas a las medidas de contención y a los niveles de contención

Observación preliminar: Las medidas que figuran en el presente anexo se aplicarán según la naturaleza de las actividades, la evaluación de riesgo para los trabajadores y las características del agente biológico de que se trate

A. Medidas de contención	B. Niveles de Contención		
	2	3	4
1. El lugar de trabajo se encontrará separado de toda actividad que se desarrolle en el mismo edificio.	No.	Aconsejable	Sí.
2. El aire introducido y extraído del lugar de trabajo se filtrará mediante la utilización de filtros de alta eficacia para partículas en el aire (HEPA) o de forma similar.	No.	Sí, para la salida de aire.	Sí, para la entrada y salida de aire.
3. Solamente se permitirá el acceso al personal designado.	Aconsejable.	Sí.	Sí, con exclusión de aire.
4. El lugar de trabajo deberá poder precintarse para permitir su desinfección.	No.	Aconsejable.	Sí.
5. Procedimientos de desinfección especificados.	Sí.	Sí.	Sí.
6. El lugar de trabajo se mantendrá con una presión negativa respecto a la presión atmosférica.	No.	Aconsejable.	Sí.
7. Control eficiente de vectores, por ejemplo, de roedores	Aconsejable.	Sí.	Sí.
8. Superficies impermeables al agua y de fácil limpieza.	Sí, para el banco de pruebas o mesa de trabajo.	Sí, para el banco de pruebas o mesa de trabajo y el suelo.	Sí, para el banco de pruebas o mesa de trabajo, el suelo, las paredes y los techos.
9. Superficies resistentes a ácidos, álcalis, disolventes y desinfectantes.	Aconsejable.	Sí.	Sí.
10. Almacenamiento de seguridad para agentes biológicos.	Sí.	Sí.	Sí, almacenamiento seguro.
11. Se instalará una ventanilla de observación o un dispositivo alternativo en las zonas de manera que se pueda ver a sus ocupantes.	Aconsejable.	Aconsejable.	Sí.



A. Medidas de contención	B. Niveles de Contención		
	2	3	4
13. El material infectado, animales incluidos, deberá manejarse en una cabina de seguridad biológica o en un aislador u otra contención apropiada.	Cuando proceda.	Sí, cuando la infección se propague por el aire.	Sí.
14. Incinerador para destrucción de animales muertos.	Aconsejable.	Sí (disponible).	Sí, en el mismo lugar.

Anexo IV del Real Decreto 664/1997, de protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

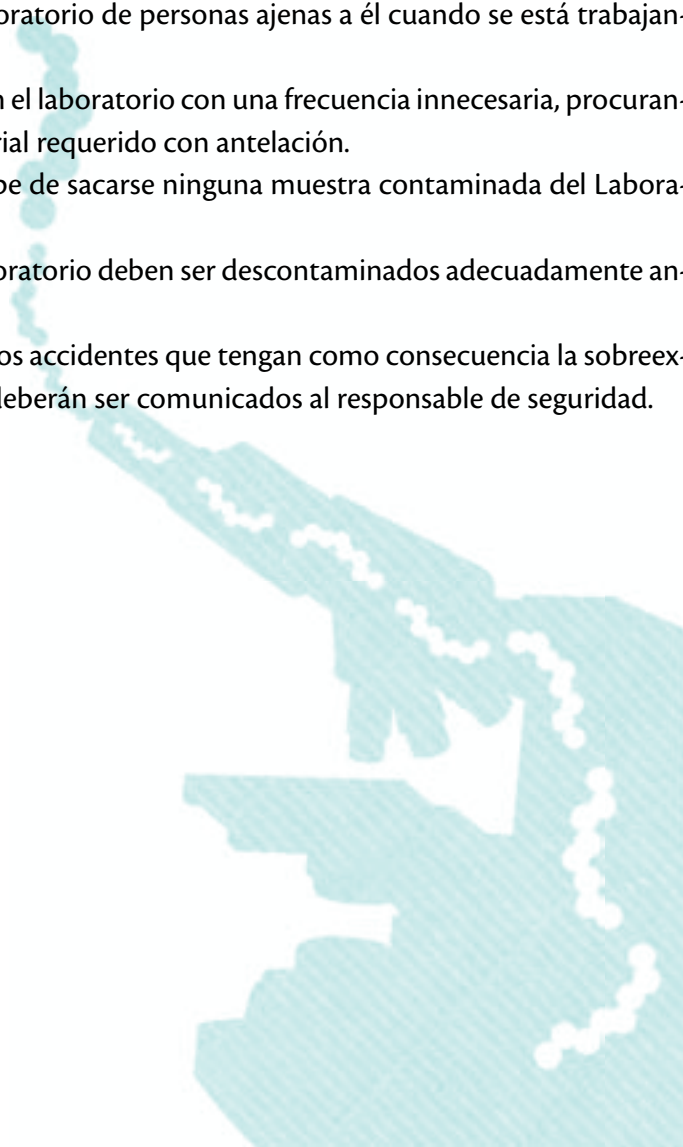
Los laboratorios de Microbiología en los que se aplica los niveles de contención 1 y 2 requieren una instrumentación básica para poder acometer un trabajo seguro y evitar el riesgo de contaminación biológica de las personas y del medio ambiente. Para ello son imprescindibles el material o equipos siguientes:

- Autoclave u olla a presión
- Horno Pasteur
- Estufas
- Mecheros Bunsen.
- Mesas y superficies de trabajo impermeables y resistentes a ácido, álcalis, disolventes orgánicos y al calor moderado.
- Soluciones limpiadoras y desinfectantes
- Aparato limpiador de Ultrasonidos (opcional): minimiza la limpieza manual de material contaminado.
- Contenedores apropiados para depositar material contaminado.
- Campanas de Seguridad Biológica (opcional): en función del tipo de microorganismos que se estudien.
- Equipos de protección individual (E.P.I.) guantes, mascarillas, gafas, pantallas.
- Lavaojos.
- Lavabo, para lavarse las manos.

Normas básicas de seguridad

Toda persona que trabaja en un Laboratorio de Microbiología deberá tener una información previa de los riesgos y cumplir unas normas básicas de seguridad para reducir esos riesgos, como son las siguientes:

- Trabajar con calma y concentración.
- El lugar de trabajo debe estar siempre limpio y ordenado.
- Es imprescindible en todo momento el uso de bata de laboratorio.
- Al iniciar y finalizar las prácticas, el personal se lavará las manos con agua y jabón.
- Mientras se realiza el análisis y en las fases más delicadas del mismo se evitará tocar con las manos ropa, cara, pelo, objetos personales, etc.
- Cualquier material que no se utilice la realización de la práctica con microorganismos debe estar apartado del lugar de trabajo.
- No se puede comer ni beber ni fumar en el laboratorio.
- No se debe pipetear nunca con la boca.
- Cualquier técnica o manipulación debe ser efectuada de manera que minimice la creación de aerosoles.
- Los microorganismos deben manejarse siempre alrededor de la llama, evitando corrientes de aire, movimientos bruscos y desplazamientos innecesarios.
- Evitar la entrada en el laboratorio de personas ajenas a él cuando se está trabajando.
- Evitar entradas y salidas en el laboratorio con una frecuencia innecesaria, procurando preparar todo el material requerido con antelación.
- Bajo ningún concepto debe de sacarse ninguna muestra contaminada del Laboratorio.
- Todos los residuos del laboratorio deben ser descontaminados adecuadamente antes de su eliminación.
- Los derramamientos y otros accidentes que tengan como consecuencia la sobreexposición de las personas deberán ser comunicados al responsable de seguridad.



Plan de emergencias del laboratorio de microbiología

Los riesgos en el Laboratorio de Microbiología pueden ser los comunes a otros laboratorios como químicos, físicos, etc, y biológicos o específicos.

Lo más importante ante un accidente en el laboratorio es tenerlo previsto, haciendo simulacros periódicos y disponer en todo momento del material necesario para actuar. Para ello es recomendable contar con **Estaciones de Seguridad** que son unidades estratégicamente situadas que contienen fácilmente accesible el material necesario para actuar en caso de accidente. Deberán contener:

- Botiquín de primeras curas.
- Manta apagafuegos.
- Papel absorbente y almohadillas absorbentes.
- Equipo de vestir completo con guantes resistentes, botas impermeables, gafas de protección, gorros, mascarillas y cubretodos impermeables.
- Pala, cepillo, pinzas.
- Bolsas específicas para autoclave.
- Material absorbente inerte específico para productos químicos.
- Equipo de limpieza de doble cubo.

Los accidentes biológicos se producen generalmente por:

- Inoculación accidental.
- Ingesta accidental.
- Derrames y salpicaduras.
 - En cara y ojos
 - Contacto directo
 - En la superficie de trabajo
 - Fuera de la zona de trabajo
- Aerosoles
- Por el aire
- De origen desconocido.

Según el agente biológico de que se trate se acudirá al Servicio de Enfermedades Infecciosas, cultivando el microorganismo para aislarlo y hacer un tratamiento específico.

En el caso de cara, ojos y piel se lavará abundantemente con agua, evacuando al servicio de Oftalmología si se trata de los ojos.

En el caso de derrames en superficies es responsabilidad del Laboratorio las medidas a tomar, debiendo estar bien protocolarizado el procedimiento a emplear. Siempre se siguen los siguientes pasos:

- Neutralizar el derrame (toalla absorbente, polvos, papel secante) limpiar la zona con el equipo de seguridad y desecharlo a bolsa de autoclave.
- Lavado, después de eliminar los restos groseros, con agua y detergente acuoso.
- Desinfección, para lo cual se empleará un desinfectante acuoso de los utilizados en el Laboratorio, siendo recomendable sustituir hipoclorito sódico (libera gases tóxicos) por detergentes desinfectantes que contengan peróxido tamponado con surfactantes que no son corrosivos, ni irritantes y son especialmente activos en presencia de sustancias orgánicas.

Por otro lado los aerosoles son junto con los derrames la causa más frecuente de accidente biológico. Su causa más frecuente son las malas prácticas en el manejo de asas de siembra, pipeteo, vertidos rápidos, y muchas veces pasan inadvertidos, por lo que las medidas a tomar para evitarlos es cambiar los hábitos. En caso de accidente con formación de aerosol se utilizarán equipos de protección respiratoria.

Gestión de los residuos en el laboratorio de microbiología

La gestión de los residuos debe ser considerada como una parte muy importante de la seguridad en el Laboratorio de Microbiología. Muchos de los desechos que se generan pueden estar contaminados por microorganismos o contener sustancias químicas tóxicas y peligrosas.

Por tanto las medidas de protección deben ir también encaminadas además del personal del laboratorio hacia la salud comunitaria.

Desde un punto de vista general los residuos que se generan en un Laboratorio de Microbiología pueden agruparse en:

- Residuos inespecíficos: que son asimilables los municipales, como cartón, papel, basura orgánica, etc.
- Residuos de riesgo o específicos: aquellos que por sus riesgos sobre la salud laboral o comunitaria requieren unas medidas especiales de prevención, recogida, almacenamien-

to, transporte y eliminación. Como ejemplo los cultivos, reservas de agentes infecciosos, sangre y hemoderivados...

Gestión de los residuos infecciosos: todo Laboratorio de Microbiología debería elaborar un protocolo para la gestión de estos residuos siguiendo las directrices contenidas en el Plan de Residuos de la Comunidad. Debería en cualquier caso contener los siguientes aspectos:

- Estrategias de minimización de los residuos, incluyendo la reducción en origen.
- Segregación de los residuos infecciosos de los no infecciosos.
- Identificación y tipificación de los residuos infecciosos y su riesgo relativo.
- Normas de señalización, rotulación, almacenamiento y transporte.
- Plan de formación de las personas expuestas.
- Normas de actuación en caso de vertidos o roturas accidentales.
- Plan de contingencia ante el fallo de las medidas de contención habituales.

La esterilización en autoclave es la manera más común de tratar este tipo de residuos en el propio laboratorio que los genera, asegurándose de que el ciclo del autoclave permite la esterilización en toda la masa de los residuos. Para ello nos serviremos de indicadores de control de esterilización químicos y biológicos.

Por seguridad, para deshacernos del material contaminado utilizaremos siempre los recipientes adecuados, debiendo existir recipientes específicos para pipetas de vidrio sucias o contaminadas, puntas de plástico y pipetas desechables, portaobjetos, placas de Petri, tubos de vidrio contaminados, etc.

Estos recipientes serán esterilizados y posteriormente los residuos podrán ser asimilados a los residuos urbanos siempre y cuando no contengan residuos químicos, para lo cual aplicaremos también el tratamiento específico que proceda.

Bibliografía

- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. BOE nº 124 24-4-1997
- DECRETO 29/1995, de 21 de febrero, de la Diputación General de Aragón, de gestión de los residuos sanitarios en la Comunidad Autónoma de Aragón.
- Guía Técnica del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales para la Evaluación y Prevención de los riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Biológicos.
- Seguridad en el Laboratorio de Microbiología Clínica.
- Manual Práctico de Microbiología. VVAA . R, Díaz, C.Gamazo, I.López-Goñi (directores). Editorial Mason, 2ª edición , 1999.



9. Buenas prácticas de laboratorio

Cuando un alumno se enfrenta por primera vez a un trabajo en un laboratorio de ciencias experimentales es necesario que conozca, comprenda e interiorice una serie de reglas que se han de seguir para evitar en la medida de lo posible la aparición de riesgos y para favorecer el correcto aprovechamiento del trabajo realizado en las sesiones prácticas. Es lo que se conoce como *"Buenas prácticas de Laboratorio"*.

Dentro de las Buenas Prácticas de Laboratorio se pueden hablar de diferentes aspectos como, la seguridad, el tratamiento de residuos, el almacenaje de productos... Como la mayor parte de estos temas ya se han tratado en apartados anteriores, vamos a desarrollar simplemente una serie de puntos básicos de comportamiento que el profesor ha de dejar claro a los alumnos cuando estos entran en el laboratorio.

1.- Normas de comportamiento

- No hacer bromas. Tener claro en todo momento que en laboratorio es un lugar potencialmente peligroso.
- No correr por el laboratorio.
- Estar siempre concentrado en el trabajo que se está realizando.
- No tener y mucho menos consumir nunca alimentos y bebidas en un laboratorio.
- No masticar chicle.
- No dejar material que obstruya los pasillos del laboratorio.

2.- Comportamiento ante un producto químico

- No probar nunca un producto químico.
- No pipetear nunca con la boca.



- No intentar reconocer nunca un producto por su olor.

3.- Normas sobre la vestimenta

- Llevar los cabellos recogidos.
- Trabajar con pantalones, evitando las faldas.
- Llevar calzado con calcetines. Evitando sandalias o cualquier otro calzado que deje parte de la piel del pie al desnudo.
- No llevar lentillas, es preferible el empleo de gafas correctoras.

4.- Normas sobre material de protección

- Llevar una bata de laboratorio.
- Llevar gafas de protección.
- Llevar guantes mientras se manipulan productos peligrosos.
- Emplear la campana extractora cuando los productos químicos empleados así lo requieran.

5.- Comportamiento ante material de laboratorio

- Verificar la calidad del material de vidrio utilizado. No emplear material roto o astillado.
- Comprobar, antes de enchufar, que los aparatos eléctricos no presentan desperfectos visibles.

6.- Respeto al medioambiente

El profesor ha de inculcar al alumno valores para la protección del medioambiente como:

- Cerrar los grifos cuando el agua no se utilice
- Apagar los aparatos eléctricos cuando no sean necesarios
- No verter residuos por los desagües

7.- Condiciones del laboratorio

En este apartado es el profesor el que se tiene que asegurar de que:

- El laboratorio tiene una buena aireación.

- Todas las salidas al exterior del aula funcionan perfectamente
- Los extintores están en perfecto estado
- Hay una buena aireación del habitáculo
- El laboratorio está en perfecto estado de limpieza
- Hay una buena iluminación, ya sea natural o artificial

Estas normas son simplemente un ejemplo resumido de comportamientos que hay que tener en un laboratorio. Algunos/as de ellos/as son de difícil aplicación en un laboratorio docente, pero aún así es aconsejable que el alumno comprenda la importancia que tiene seguir una serie de normas para el correcto funcionamiento de un trabajo en equipo y en especial en un laboratorio.

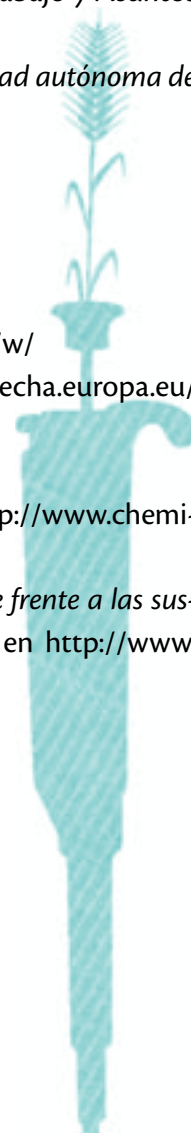


10. Bibliografía

- *“La legislación Europea REACH. El poder y la salud en manos químicas”*. Tatiana Santos, Dolores Romano, Rafael Gadea y Antonio Ferrer. Instituto de Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS). Año 2009.
- *“Riesgo Químico. Principios de Actuación. Efectos sobre la Salud y el Medio Ambiente”*. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS). www.istas.ccoo.es
- *“Industria como Naturaleza: hacia la Producción Limpia”*. VVAA. Los libros de la Catarata. Madrid. 2003.
- Notas Técnicas de Prevención (NTP) y Guías Técnicas de Prevención, del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- *“Exposición laboral a agentes carcinógenos y mutágenos en la comunidad autónoma de Madrid”*. Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid. Año 2006.

Más información sobre reach

- Centro de Referencia REACH (España): <http://portalreach.info/reach/w/>
- Agencia Europea de sustancias y preparados químicos (ECHA): http://echa.europa.eu/home_es.asp
- ISTAS: <http://www.istas.net/>
- Campaña de amigos de la tierra y otras ONG medioambientales: <http://www.chemicalreaction.org/>
- *“Mi Voz: cómo pedir más protección para la salud y el medio ambiente frente a las sustancias peligrosas”*, del proyecto Chemical Reaction. Versión en castellano en <http://www.chemicalreaction.org/>



greenpeace.org/raw/content/espana/reports/mi-voz.pdf

- Página sobre REACH de la Comisión Europea: http://ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/reach_intro.htm
- Federación Empresarial de la Industria Química Española (FEIQUE) y otros. REACHINTEGRA. (www.reachintegra.com)
- “SINList”: Lista de las sustancias químicas más peligrosas. (www.chemsec.org/list/)
- Lista de la Confederación Europea de Sindicatos. (www.etuc.org/r/830)

11. Anexos

Anexo I

Clasificación y pictogramas de las sustancias peligrosas.

En un laboratorio se utilizan diversos productos químicos, muchos de los cuales pueden ser peligrosos. Para minimizar los riesgos que conlleva su manipulación y almacenamiento es necesario identificarlos adecuadamente, teniendo en cuenta la señalización que establecida por la Reglamentación Europea (RE) hasta ahora vigente (distinción entre sustancias y preparados):

- Real Decreto 363/1995, por el que se aprueba el Reglamento sobre declaración de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, modificado por el Real Decreto 99/2003, de 24 de enero.
- Real Decreto 255/2003 por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos, y sus posteriores modificaciones y actualizaciones.

La norma distingue 15 categorías diferentes de sustancias peligrosas, a saber:

- Explosivos
- Comburentes
- Extremadamente inflamables
- Fácilmente inflamables
- Inflamables

- Muy tóxicos
- Tóxicos
- Nocivos
- Corrosivos
- Irritantes
- Sensibilizantes
- Carcinógenos
- Mutagénicos
- Tóxicos para la reproducción
- Peligrosos para el medio ambiente

Pictogramas

Del Reglamento se deriva la obligatoriedad de incluir en el etiquetado de las sustancias peligrosas unos símbolos (pictogramas), dibujados en negro sobre fondo amarillo-naranja, para su identificación. A continuación se muestran los pictogramas:

E  EXPLOSIVO	O  COMBURENTE	F+  EXTREMADAMENTE INFLAMABLE	F  FÁCILMENTE INFLAMABLE	T+  MUY TÓXICO
T  TÓXICO	X  NOCIVO	C  CORROSIVO	X  IRRITANTE	N  PELIGROSO PARA EL MEDIO AMBIENTE

También hay que tener en cuenta algunas incompatibilidades que hay que tener en cuenta a la hora de almacenar algunos productos químicos peligrosos

					
	+	-	-	-	+
	-	+	-	-	-
	-	-	+	-	+
	-	-	-	+	O
	+	-	+	O	+

+ Se pueden almacenar juntos

O Solamente podrán almacenarse juntos, adoptando ciertas medidas

- No deben almacenarse juntos

El nuevo sistema de clasificación y etiquetado de sustancias y productos peligrosos.

La Unión Europea adoptó un nuevo sistema a finales de 2008 para todos los Estados Miembros.

Reglamento nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y mezclas, y por el que se modifica y se derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999 / 45/CE y se modifica el Reglamento (CE) nº 1907/2006 entró en vigor el 20 de enero.

Esta nueva normativa, pone en aplicación un Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos, (SGA por las siglas en castellano o GHS por sus siglas en inglés Global Harmonized System) y constituye un conjunto de recomendaciones sin carácter vinculante.

Los estados miembros de la Unión tienen tiempo hasta el 1º de diciembre de 2010 y el 1º de Junio de 2015 respectivamente, para clasificar y etiquetar todas las sustancias y mezclas de acuerdo con los nuevos criterios del SGA.

Algunos cambios significativos son:

- Se cambia el término de "preparado" por el de mezcla"

- Las actuales frases de Riesgo (R) y de Seguridad (S), aumentan y pasan a ser indicaciones de peligro o de prudencia, respectivamente.
- Se modifican las clasificaciones de peligro existentes, distinguen subcategorías.

En los pictogramas utilizados por el GHS, los símbolos van en un rombo, en negro sobre fondo blanco con marco rojo. Parte de los símbolos o pictogramas del GHS se inspiran en las recomendaciones de Naciones Unidas para el transporte de mercancías peligrosas.

SGA - Pictogramas de peligro y ejemplos sobre sus correspondientes clases de peligro

Peligros Físicos



EXPLOSIVOS

LÍQUIDOS
INFLAMABLELÍQUIDOS
COMBURENTESGASES
COMPRIMIDOSCORROSIVO PARA
LOS METALES

Peligros para la salud humana



TOXICIDAD AGUDA

CORROSIÓN
NUMÉRICAIRRITACIÓN
CUTÁNEAPELIGRO POR
ASPIRACIÓN

Peligros para el medio ambiente

PELIGROSO PARA EL
MEDIO AMBIENTE
ACUÁTICO

Anexo II

Legislación relacionada

LEY 7/2006, de 22 de junio, de protección ambiental de Aragón.

Sustancias y mezclas peligrosas - Legislación Europea.

- Reglamento nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y mezclas, y por el que se modifica y se derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999 / 45/CE y se modifica el Reglamento (CE) nº 1907/2006 entró en vigor el 20 de enero.
- REGLAMENTO (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de diciembre de 2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), por el que se crea la Europea de Sustancias y Preparados Químicos, se modifica la Directiva 1999/45/ y se derogan el Reglamento (CEE) nº 793/93 del Consejo y el Reglamento (CE) nº 1488/94 de la Comisión así como la Directiva 76/769/CEE del Consejo y las Directivas 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CECE y 2000/21/CE de la Comisión (DOUE L396 de 30.12.2006).

Sustancias y Preparados peligrosos - Legislación Estatal.

- Real Decreto 1802/2008, de 3 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, con la finalidad de adaptar sus disposiciones al Reglamento (CE) n.º 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo (Reglamento REACH). BOE 266, de 4 de noviembre de 2008.
 - Real Decreto 363/1995, por el que se aprueba el Reglamento sobre declaración de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, Modificado por el Real Decreto 99/2003, de 24 de enero, Modificado por Real Decreto 1802/2008, con la finalidad de adaptación al Reglamento REACH.
 - ORDEN PRE/1244/2006, de 20 de abril, por la que se modifican los anexos I y V del Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo. BOE 101 de 28 de abril.

– Real Decreto 255/2003 por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos. BOE nº 54, de 4 de Marzo 2003. (Corrección de errores en BOE 56 de 5 de marzo de 2004.)

...Y sus posteriores modificaciones y actualizaciones:

- ORDEN PRE/1648/2007, de 7 de junio, por la que se modifica el anexo VI del Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos, aprobado por el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero. BOE nº 138 de 9 de junio.
- ORDEN PRE/164/2007, de 29 de enero, por la que se modifican los anexos II, III y V del Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos, aprobado por el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero. BOE 29 de 2 de febrero.
- ORDEN PRE/3/2006, de 12 de enero, por la que se modifica el anexo VI del Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos, aprobado por el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero. BOE 11 de 13 de enero

Prevención en la manipulación de sustancias peligrosas.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales. BOE nº 269, de 10 de noviembre.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. BOE nº 104 de 1 de mayo de 2001.
- Real Decreto 665/1997 (modificado por Real Decreto 1124/2000 y Real Decreto 349/2003), de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. BOE nº 124 de 24 de mayo de 1997.

Emisiones

- LEY 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Real Decreto 117/2003, de 31 de enero, sobre limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades. BOE de 7 de febrero.

Vertidos. Legislación europea

- Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. Diario Oficial nº L 327 de 22.12.2000.
- Decisión Nº 2455/2001 /CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de noviem-

bre de 2001 por la que se aprueba la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE. Diario Oficial nº L 331 de 15.12.2001

Vertidos. Legislación estatal

- Ley de Aguas, aprobada por R.D. Legislativo 1/2001, de 20 de julio. Modificada por el artículo 129 de la Ley 62/2003 que incorpora al derecho español la Directiva 2000/60/CE, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. Y modificada por la disposición final primera de la Ley 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional. Asimismo se ha modificado mediante la Disposición final segunda de la Ley 16/2002 de prevención y control integrados de la contaminación.
- Reglamento de Dominio Público Hidráulico (RDPH), aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, que desarrolla los Títulos preliminar, I, IV, V, VI y VIII de la Ley de Aguas. Ha sido modificado por el RD 995/2000, de 2 de junio y por el RD 606/2003, de 23 de mayo.
- Real Decreto 995/2000, de 2 de junio, por el que se fijan objetivos de calidad para determinadas sustancias contaminantes y se modifica el RDPH
- Orden por la que se aprueban los modelos oficiales para la declaración de vertido y se desarrollan determinados aspectos relativos a la autorización de vertido y liquidación del canon de control de vertidos (Orden MAM/1873/2004, de 2 de junio)

Vertidos. Legislación autonómica

- Reglamento regulador del canon de saneamiento de la Comunidad Autónoma de Aragón. Texto aprobado por Decreto 266/2001, de 6 de noviembre, del Gobierno de Aragón (BOA de 30 de noviembre de 2001), y modificado por Decreto 206/2008, de 21 de octubre (BOA de 6 de noviembre de 2008)

Vertidos. Legislación municipal

- Ordenanza Municipal para el Control de la Contaminación de las Aguas Residuales

Residuos. Legislación Estatal.

- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Ley 11/ 1997, de envases y residuos de envases (Publicada en BOE nº 99, de 25/4/97).
- Ley 10/ 1998, de 21 de abril, de Residuos. (Publicada en BOE nº 96, de 22 de abril de 1998. Modificada por la Ley 16/ 2002 de Prevención y control integrados de contaminación.)

Residuos. Legislación Autonómica.

- ORDEN de 22 de abril de 2009, por la que se da publicidad al Acuerdo del Gobierno de Aragón de fecha 14 de abril de 2009, por el que se aprueba el Plan de Gestión Integral de Residuos de Aragón G.I.R.A. (2009-2015). BOA nº 94, del 20 de mayo de 2009
- DECRETO 148/2008, por el que se aprueba el Catálogo Aragonés de Residuos de Aragón. BOA nº 121, del 8 de agosto de 2008.
- DECRETO 236/2005 de 22 de noviembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Reglamento de la producción, posesión y gestión de residuos peligrosos y del régimen jurídico del servicio público de eliminación de residuos peligrosos en la Comunidad Autónoma de Aragón. BOA nº 147 de 12 de diciembre de 2005.
- Decreto 58/2005, por el que se crea la Comisión de Seguimiento del Plan Integral de Gestión de Residuos de Aragón (Plan GIRA).
- ORDEN de 14 de enero de 2009, conjunta de los Departamentos de Economía, Hacienda y Empleo y de Medio Ambiente, por la que se determinan, para el año 2009, las tarifas que deberán abonar los usuarios del servicio público de eliminación de residuos peligrosos mediante depósito en vertedero en la Comunidad Autónoma de Aragón. BOA nº 34, de 19 de febrero de 2009.
- ORDEN de 6 de noviembre de 2007, del Departamento de Medio Ambiente, por la que se acuerda la implantación del servicio público de eliminación de residuos peligrosos en la Comunidad Autónoma de Aragón. BOA nº 137 de 21/11/07
- ORDEN de 24 de julio de 1992, del Departamento de Ordenación Territorial, Obras Públicas y Transportes, por la que se modifica el anexo I de la Orden de 14 de junio de 1991, del Departamento de Ordenación Territorial, Obras Públicas y Transportes, por la que se crea en la Comunidad Autónoma de Aragón el Registro de Pequeños Productores de Residuos Tóxicos y Peligrosos. BOA nº 93 de 12/08/92
- ORDEN de 14 de junio de 1991, del Departamento de Ordenación Territorial, Obras Públicas y Transportes, por la que se crea en la Comunidad Autónoma de Aragón el Registro de Pequeños Productores de Residuos Tóxicos y Peligrosos. BOA nº 79 de 28/06/91

Residuos Sanitarios. Legislación Autonómica.

- DECRETO 29/1995, de la Diputación General de Aragón, de gestión de los residuos sanitarios en la Comunidad Autónoma de Aragón. BOA nº 27, de 6 de marzo de 1995. Modificado por Decreto 52/1998, de 24 de febrero de la Diputación General de Aragón, por el que se modifica el Decreto 29/1995, de 21 de febrero, de la Diputación General de Aragón, de gestión de residuos sanitarios en la Comunidad Autónoma. DECRETO 29/1995, de 21 de febrero, de la Diputación General de Aragón, de gestión de los residuos sanitarios en la Comunidad Autónoma de Aragón. BOA nº 27 de 6/03/95

Anexo III

Listado de sustancias permitidas, permitidas con condiciones o prohibidas, para su uso en laboratorios de secundaria en la Comunidad Francófona de Bélgica, y su justificación en base a los riesgos (frases “r”). (Ejemplos, lista no exhaustiva).

Antes de la utilización de una sustancias, verificar todas las frases R (Frases de Riesgo). Como apoyo, consulten esta tabla, sin desatender los considerandos y las notas aclaratorias finales.

SUSTANCIA	FÓRMULA	RIESGOS	PROHIBIDA	AUTORIZADA	AUTORIZADA CON CONDICIONES	CONSIDERACIONES
Acetaldehído	C_2H_4O	12-36/37-40	R40			
Acetileno (>90%)	$HC=HC$	5 - 6 - 12	R6			
Acetona / dimetilcetona / propanona	$(CH_3)_2CO$	11-36-66-67		X		R67
Acetonitrilo / Cianuro de Nitrilo	C_2H_3N	11- 20/21/22 - 36		X		Disruptor Endocrino
Ácido acético (>90%)	CH_3COOH	10 - 35		X		
Ácido benzóico	$C_7H_6O_2$	22		X		
Ácido bórico	H_3BO_3	36/37/38 - 62 - 63	R62 + R63			Disruptor Endocrino
Ácido bromhídrico	HBr	20 - 35		X		
Ácido cítrico	$C_6H_8O_7$	41			R41	
Ácido clorhídrico	HCl	34 - 37				
Ácido fluorhídrico	HF	26/27/28 - 35	R 26/27/28			
Ácido fórmico	H - COOH	35		X		
Ácido fosfórico	H_3PO_4	35		X		
Ácido láctico (88%)	$C_3H_6O_3$	38 - 41				
Ácido mercaptoacético	$C_2H_4O_2S$	23/24/25 - 34			R 23/24/25	
Ácido N - (4 - nitrobenzoil) - L - glutámico, hemihidrato	$C_{12}H_{12}N_2O_7$	45-46-22	R45 + R46			
Ácido nítrico (70%)	HNO_3	8 - 35		X		
Ácido perclórico	$HClO_4$	5-8-35			R5	
Ácido picrico	$C_6H_3N_3O_7$	2-4-23/24/25			R4	
Ácido propiónico	$C_3H_6O_2$	34		X		

SUSTANCIA	FÓRMULA	RIESGOS	PROHIBIDA	AUTORIZADA	AUTORIZADA CON CONDICIONES	CONSIDERACIONES
Ácido salicílico	$C_7H_6O_3$	22- 37/38 - 41			R41	
Ácido sulfúrico	H_2SO_4	35		X		
Ácido tartárico	$C_4H_6O_6$	36/37/38		X		
Ácido tricloroacético	$C_2HCl_3O_2$	35 - 50/53		X		R50/53
Amoníaco	NH_3	34- 50		X		R50/53
Amoníaco(aq) / Hidróxido de amonio	NH_4OH	34- 50		X		R50/53
Amonio, carbonato de	NH_4CO_3	22		X		
Amonio, cloruro de	NH_4Cl	22- 36		X		
Amonio, dicromato d'	$(NH_4)_2Cr_2O_7$	1-8-21-25-26-37/38-41-43-46-49-50/53	R49-R46-R26			
Amonio, oxalato d'	$(NH_4)_2C_2O_4$	21/22		X		
Amonio, sulfuro (solución alrededor del 16%)	NH_4S	11-31-34			R31	
Anilina / aminobenceno / fenilamina	C_6H_7N	20/21/22 - 40 - 48/23/24/25 - 50 - 68	R40+ R48			
Anilina, sulfato de / sulfato de benzenoamina	$C_6H_5NH_2 \cdot H_2SO_4$	20-21-22-40-48-23-24-25	R40+ R48			
Antimonio, tricloruro d'	$SbCl_3$	34- 51/53		X		R51/53
Arsénico y sus compuestos			Protección de la maternidad			
Azul "variamine"	$C_{13}H_{14}N_2 \cdot HCl$	23/24/25-36			R23/24/25	
Azul Tripan	$C_{34}H_{28}N_6Na_4O$	45-61-36/37/38	R45+R61			C34H28N6O14S4.4Na
Bario, carbonato de	$BaCO_3$	22		X		
Bario, cloruro aq	$BaCl_2 \cdot 2H_2O$	20/25		X		
Bario, hidróxido de	$Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$	20/22 - 34		X		
Bario, nitrato de	$Ba(NO_3)_2$	20 - 22		X		
Benceno	C_6H_6	45- 11 - 48/23/24	R45/48 + Prot. Maternidad			
Bismuto III, óxido	Bi_2O_3	/		X		
Bromo	Br_2	26-35-50	R26			R50+ Disruptor endocrino
Brucina	$C_{23}H_{28}N_2O_4 \cdot 2H_2O$	26/28- 52/53	R26/28			R52/53
Butanol	$CH_3(CH_2)_3OH$	10-20		X		
Butanona / Metilacetona	$CH_3CO-CH_2CH_3$	11-36-66-67		X		R67, Neurotóxica
Cadmio, cloruro de	$CdCl_2$	45-48/23/25	R45+R48			
Cadmio, ioduro de	CdI_2	23/25-33-40	R40			
Cadmio, nitrato de	$Cd(NO_3)_2$	20/21/22 - 50/53		X		R50/53

SUSTANCIA	FÓRMULA	RIESGOS	PROHIBIDA	AUTORIZADA	AUTORIZADA CON CONDICIONES	CONSIDERACIONES
Cadmio, sulfato de	CdSO ₄	22-48/23/25-49-50/53	R48+R49			R50/53
Calcio, acetato de	(CH ₃ COO) ₂ Ca	/		X		
Calcio, bromuro de	CaBr ₂	/		X		
Calcio, carbonato de	CaCoO ₃	37/38		X		
Calcio, carburo de // acetiluro de calcio	CaC ₂	15			R15	
Calcio, cloruro de	CaCl ₂	36		X		
Calcio, difluoruro de	CaF ₂	/		X		
Calcio, hidróxido de // cal muerta ó cal apagada	Ca(OH) ₂	41-51			R41	R51
Calcio, hipoclorito seco	Ca(OCl) ₂	8-22-31-34-50			R31	R50
Calcio, nitrato de	Ca(NO ₃) ₂ •4H ₂ O			X		
Calcio, óxido de // cal ó cal viva	CaO	41			R41	
Calcio, sulfato de	Ca(SO ₄) ₂ •2H ₂ O	/		X		
Carbono, Sulfuro de	CS ₂	11-36/38- 48- 23-62-63	R48-R62-R63 + Protec. Maternidad			
Carbono, tetracloruro de	CCl ₄	23-24-25-40-48/23-52/53			R48+ Prot. Maternidad + Carcinógeno	
Ciclohexano/ Hexahidrobenceno	C ₆ H ₁₂	11- 38 -50/53 - 65 - 67		X		R50/53 + R 67
Cicloheximida	C ₆ H ₁₂ NO ₄	28-40-51/53- 61	(R28-40-61)			R50/53
Clorbutano	CH ₃ CH ₂ Cl	11		X		
Cloroformo	CHCl ₃	22-38-40-48/20/22	R40+R48+Protec. Maternidad+Cancerígeno			
Cobalto II, cloruro de	CoCl ₂ •6H ₂ O	49-22-42/43 - 50/53	R49			R50/53
Cobalto II, nitrato de	Co(NO ₃) ₂ •6H ₂ O	49-22-40-43	R49-R40			
Cobalto II, sulfato de	CoSO ₄ •7H ₂ O	49-22-42/43 - 50/53	R49			R50/53
Cobalto, acetato de	(CH ₃ COO) ₂ Co	22- 42/43-49-50/53	R49			R50/53
Cobalto, cloruro de	CoCl ₂	49-22-42/43 - 50/53	R49			R50/53
Cobre I, óxido de	Cu ₂ O	22		X		
Cobre II, óxido de	CuO	20		X		
Cobre, cloruro de	CuCl ₂	/		X		
Cobre, sulfato de	CuSO ₄	22- 36/38 -50/53		X		R50/53
Cromo VI, óxido de	CrO ₃	8- 25- 35 - 43 - 49- 50/53	R49			R50/53
Dicloroetano 1,2	C ₂ H ₄ Cl ₂	45-11-22-36/37/38	R45			
Diclorometano / Cloruro de metileno	CH ₂ Cl ₂	20-40	R40			

SUSTANCIA	FÓRMULA	RIESGOS	PROHIBIDA	AUTORIZADA	AUTORIZADA CON CONDICIONES	CONSIDERACIONES
Difenilamina	$C_{12}H_{11}N$	23/24/25 - 33-50/53		X	R23/24/25	R50/53
Estroncio, cloruro de	$SrCl_2 \cdot 6H_2O$	/		X		Disruptor endocrino
Estroncio, nitrato de	$Sr(NO_3)_2$	8		X		
Estroncio, sulfato de	$SrSO_4$	/		X		
Etano, tetracloro- / Tetracloroetano	$CH_2Cl_2CHCl_2$	36-37-40-51/53	R26/27/40			R51/53
Etanol / Alcohol etílico	CH_3CH_2OH	11		X		
Eter diétilico	$(CH_3CH_2)_2O$	12-19-22-66-67			R12 + R19	R67
Eter monoetílico de etilenglicol / 2-etoxietanol	$C_4H_{10}O_2$	60-61-10-20/21/22	R60+ R61			
Etilen glicol	CH_2OH-CH_2OH	11		X		
Etileno, óxido de	C_2H_4O	6-12-23-36/37/38- 45-46	R45 + R46			
Étilenodiamida	$C_2H_8N_2$	10- 21/22 - 34		X		R42/43
Fenilhidrazina, cloruro de (CAS 59-88-1)	$C_6H_8N_2ClH$	45-68 - 23/24/25 - 48/23/24/25 - 36/38 - 43 - 50	R45 + R43 + R68			
Fenol en cristales	C_6H_5OH	24/25- 34			R24/25	
Formol / Formaldehído	$HCHO$	23/24/25 - 34-40 -43	R40			
Heptano	C_7H_{16}	11		X		
Hexano	CH_{14}	11-38-48-20-51/53- 62-65	R48 + R62			
Hidroquinona	$C_6H_6O_2$	22-70-41-43-50- 68	R40+ R68			
Hierro II, cloruro de	$FeCl_2 \cdot 4H_2O$	22-38-41				
Hierro III, cloruro de	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	22-38-41				
Hierro, sulfato de	$FeSO_4$	/				
Karl Fisher (reactivo)		60 -61 -10 -20-21- 22	R60+ R61			
Litio, carbonato de	$LiCO_3$	8		X		
Litio, nitrato de	$LiNO_3$	8		X		
Magnesio	Mg	/				
Magnesio, carbonato de	$MgCO_3$	/				
Magnesio, cloruro de	$MgCl_2$	/				
Magnesio, nitrato de	$Mg(NO_3)_2$	8		X		
Magnesio, óxido de	MgO	20- 22		X		
Magnesio, sulfato de	$MgSO_4$	/				
Manganeso II, sulfato de	$MnSO_4 \cdot H_2O$	48/20/22 - 51/53	R48			
Mercaptoetanol 2	C_2H_6S	22- 23/24- 34-51/53			R23/24	R51/53

SUSTANCIA	FÓRMULA	RIESGOS	PROHIBIDA	AUTORIZADA	AUTORIZADA CON CONDICIONES	CONSIDERACIONES
Mercurio (y sus derivados)			disrupción endocrina, neurotóxico, sensibilizante, tóxica para la reproducción			
Metanol/ Alcohol metílico	CH ₃ OH	11- 23/24/25 - 39/23/24/25	R39/23/24/25 , Neurotóxico			
Metil acetato / Etanol de metilo	CH ₃ CO-O-CH ₃	11-36- 66- 67		X		R67, Neurotóxica
Metileno, cloruro de / Diclorometano	CH ₂ Cl ₂	20-40	R40			
Metiletiletona / Butanona	CH ₃ CO-CH ₂ CH ₃	11-36-66-67		X		R67, Neurotóxica
Metilo, cloruro de / Clorometano (CAS 74-87-3)	CH ₃ Cl	12- 40 -48/20	R40 +R48+ protec.maternidad			
Naptol 1 (CAS 90-15-3)	C ₁₀ H ₈ O	21/22 - 37/38 - 41			R41	Sensibilizante, Disrupción endocrina
Naranja de metilo	C ₁₄ H ₁₄ N ₃ NaO ₃	25			R25	
Nessler (reactivo)	C ₄ H ₈ N ₂ S	23/24/25 -33- 35			R23/24/25	
Niquel II, cloruro de	NiCl ₂ • 6H ₂ O	25-43-50/53			R25	R50/53
Niquel II, sulfato de	NiSO ₄	22- 40-42-43-50/53	R40			
Norvanol (97%etanol+3% eter)		12-19			R12+R19	
Óxido de aluminio	Al ₂ O ₃	/		X	X	
Pentantrolina	C ₁₄ H ₁₈ N ₂ • H ₂ O	25 - 50/53			R25	R50/53
Peróxido de Hidrógeno	H ₂ O ₂	8- 34		X		
Piridina	C ₅ H ₅ N	11- 20/21/22		X		neurotóxico
Plata, acetato de	CH ₂ COOAg	36		X		
Plata, nitrato de	AgNO ₃	34- 50/53		X		R50/53
Plata, sulfato de	AgSO ₄	41			R41	
Plomo y sus derivados			Cancerígeno, disruptor endocrino, neurotóxico, tóxico para la reproducción			
Potasio, bromato de	KBrO ₃	45-9-25	R45			
Potasio, bromuro de	KBr	/		X		
Potasio, carbonato de	K ₂ CO ₃	22-36-37-38		X		
Potasio, cianuro de	KCN	26/27/28-32-50/53	R26/27/28 -32			
Potasio, cloruro de	KCl	/		X		
Potasio, cromato de	K ₂ CrO ₄	49-46-36/37/38-43-50/53	R49+ R46 + R43			
Potasio, dicromato de	K ₂ Cr ₂ O ₇	46-48-50/53	R46 + R48			
Potasio, fluoruro de	KF	23/24/25	Protección de la maternidad			

SUSTANCIA	FÓRMULA	RIESGOS	PROHIBIDA	AUTORIZADA	AUTORIZADA CON CONDICIONES	CONSIDERACIONES
Potasio, fosfato de	KPO_4	36/38		X		
Potasio, hidrogenocarbonato de	$KHCO_3$	/		X		
Potasio, hidrogenofosfato de	$K_2H_2PO_4$	/		X		
Potasio, hidrogenosulfato de	$KHSO_4$	34- 37		X		
Potasio, hidróxido de / Potasa cáustica	KOH	22- 35		X	Nota	
Potasio, iodato de	KIO_3	8		X		
Potasio, ioduro de	KI	/		X		
Potasio, nitrato de	KNO_3	8-22-36/37/38		X		
Potasio, nitrito de	KNO_2	8-25-50			R25	R50
Potasio, oxalato de	$K_2C_2O_4$	21/22		X		
Potasio, permanganato de	$KMnO_4$	8-22-50/56		X		
Potasio, peroxodisulfato de	$K_2S_2O_8$	8-22-36-37-38-41-42-43	R41			
Potasio, sulfato de	K_2SO_4	/		X		
Potasio, sulfuro de	K_2S	31			R41	
Potasio, tiocianato de	$KSCN$	20/21/22 - 32 - 52/53	R32			R52/53
Propanol-2 / Isopropanol/ Alcohol isopropílico	$(CH_3)_2CHOH$	11- 36- 67		X		R67- neurotóxico
Rojo Congo / Rojo Directo 28 (CAS: 573-58-0)	$C_{20}H_{12}N_6NaO_2$	45- 66	R45+ R66			
Sodio, bromuro de	$NaBr$	22		X		
Sodio	Na	14/15- 34			R14/15	
Sodio III, dioxarseniato de	$NaAsO_2$	23/25-45	R45			
Sodio, acetato de	CH_3COONa	/		X		
Sodio, bicarbonato de	$NaHCO_3$	36		X		
Sodio, bisulfato de	$NaHSO_3$	31			R31	
Sodio, carbonato de	Na_2CO_3	36		X		
Sodio, cianuro de	$NaCN$	26/27/28- 32- 50/53	R26/27/28 - R32			disruptor endocrino, neurotóxico
Sodio, clorito de	$NaClO_2$	9-20-24/25-32-34	R32			
Sodio, cloruro de	$NaCl$	/		X		
Sodio, cromato de	Na_2CrO_4	49-43-50/53	R49			Cancerígeno, mutágeno, sensibilizante

SUSTANCIA	FÓRMULA	RIESGOS	PROHIBIDA	AUTORIZADA	AUTORIZADA CON CONDICIONES	CONSIDERACIONES
Sodio, dicromato de	$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	8-21-46-49				Cancerígeno, mutágeno, sensibilizante, tóxico para la reproducción
Sodio, disulfito	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$	22-31-41			R31- R41	
Sodio, ditionito de (cas:7775-14-6)	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$	7-22-31			R31	
Sodio, fluoruro de	NaF	25-32-36-38	R32			
Sodio, fosfato de	Na_3PO_4	/		X		
Sodio, hidroarseniato de /Arseniato de disodio heptahidrato	$\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	49-23/35	R49			R45
Sodio, hidrogenofosfato de disodio	Na_2HPO_4	/		X		
Sodio, hidrogenosulfato	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	41			R41	
Sodio, hidrogenosulfito	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$	7-22-31			R31	
Sodio, hidróxido de	NaOH	35			R35 -En estado cristalino es cáustico	
Sodio, hipoclorito (lejía, > 10% de cloro activo)	NaClO	31-34-50			R31	R50
Sodio, hipoclorito (lejía, hasta 9,6% de cloro activo)	NaClO	31-36/38			R31	
Sodio, yoduro de	NaI	8		X		
Sodio, metasilicato de	$\text{NaSiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	22		X		
Sodio, nitrato	NaNO_3	8-22-36		X		
Sodio, nitrito	NaNO_2	8-25-50		X		
Sodio, oxalato	$\text{C}_2\text{Na}_2\text{O}_4$	21-22		X		
Sodio, peróxido de	Na_2O_2	8-35		X		
Sodio, persulfato de/ peroxodisulfato de disodio (CAS:7775-27-1)	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$	8-22-36/37/38-42/43		X		
Sodio, sulfato de	Na_2SO_4	/		X		
Sodio, sulfito de	Na_2SO_3	31			R31	
Sodio, sulfuro de	Na_2S	31-34-50			R31	R50
Sodio, tetraborato anhidro de disodio	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	/		X		
Sodio, tiosulfato de	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	31			R31	
Tioacetamida	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NS}$	45-22-36/38-52/53	R45			R52/53
Tiosinamina	$\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2$	25			R25	
Tiourea / Tiocarbamida	CH_4N_2	22-40-51/53-63	R40-R46			
Titanio, cloruro de	TiCl_4	14-34			R14	

SUSTANCIA	FÓRMULA	RIESGOS	PROHIBIDA	AUTORIZADA	AUTORIZADA CON CONDICIONES	CONSIDERACIONES
Tolueno	$C_6H_5CH_3$	11-38-48/20-63-65-67	R63			
Toluidina, orto / O-toluidina / Colorante azoico (CAS:95-53-4)	C_7H_9N	45-23/25-36-50	R45			R50
White Spirit (<0,1% benceno)		10-65-66		X		Exigir el certificado de <0,1% benceno (obligatorio por ley), o emplear productos alternativos.
Wijjs, solución de/ Índice de Yodo		10-35		X		
Xileno	C_8H_{10}	10-20/21-38		X		
Yodo	I_2	20/21 - 50		X		R50
Zinc	Zn	/		X		
Zinc, cloruro de	$ZnCl_2$	22-34-50/53		X		R50/53
Zinc, sulfato heptahidratado de	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	22-41-50/53		X		R50/53

Anexo IV

FRASES “R” Y FRASES “S”

Frases de Riesgo (Frases “R”). Expresan la naturaleza de los riesgos específicos atribuidos a las sustancias y preparados peligrosos.

Frases R	
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 explotar en mezcla con sustancias comburentes.
R17	Se inflaman 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 el 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.

Frases R	
R36	Irrita los ojos.
R37	Irrita las vías respiratorias.
R38	Irrita la piel.
R39	Peligro de efectos irreversibles muy graves.
R40	Posibilidad de efectos irreversibles.
R41	Riesgos de lesiones oculares muy 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 provocar alteraciones genéticas hereditarias.
R47	Puede provocar malformaciones congénitas.
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 medio 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 formación de grietas en la piel.
R67	La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo.

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.

Combinación de frases R	
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.
R40/20	Nocivo: Posibilidad de efectos irreversibles por inhalación.
R40/21	Nocivo: Posibilidad de efectos irreversibles en contacto con la piel.
R40/22	Nocivo: Posibilidad de efectos irreversibles por ingestión.
R40/20/21	Nocivo: Posibilidad de efectos irreversibles por inhalación y contacto con la piel.
R40/20/22	Nocivo: Posibilidad de efectos irreversibles por inhalación e ingestión.
R40/21/22	Nocivo: Posibilidad de efectos irreversibles en contacto con la piel e ingestión.
R40/20/21/22	Nocivo: Posibilidad de efectos irreversibles 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.

Frases de Seguridad

Aportan consejos de prudencia relativos a las sustancias y preparados peligrosos.

Frases S	
S1	Consérvase bajo llave.
S2	Manténgase fuera del alcance de los niños.
S3	Consérvase en lugar fresco.
S4	Manténgase lejos de locales habitados.
S5	Consérvase en... (líquido apropiado a especificar por el fabricante).
S6	Consérvase en... (gas inerte a especificar por el fabricante).
S7	Manténgase en recipiente bien cerrado.
S8	Manténgase el recipiente en lugar seco.
S9	Consérvase el recipiente en lugar bien ventilado.
S12	No cerrar el recipiente herméticamente.
S13	Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos.
S14	Consérvase 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	Manténgase lejos de materiales combustibles.
S18	Manipúlese y ábrase 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	Evítese el contacto con la piel.
S25	Evítese el contacto con los ojos.
S26	En caso de contacto con los ojos lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.
S27	Quítese inmediatamente la ropa manchada o salpicada.
S28	En caso de contacto con la piel, lávese 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	Evítese la acumulación de cargas electrostáticas.
S35	Elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles.
S36	Úsese indumentaria protectora adecuada.
S37	Úsense guantes adecuados.
S38	En caso de ventilación insuficiente, úsese equipo respiratorio adecuado.
S39	Úsese protección para los ojos/la cara.
S40	Para limpiar el suelo y los objetos contaminados por este producto, úsese... (a especificar por el fabricante).
S41	En caso de incendio y/o de explosión no respire los humos.
S42	Durante las fumigaciones/pulverizaciones, úsese 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, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstrela la etiqueta).
S46	En caso de ingestión, acúdase inmediatamente al médico y muéstrela la etiqueta o el envase.
S47	Consérvase a una temperatura no superior a... °C (a especificar por el fabricante).
S48	Consérvase húmedo con... (medio apropiado a especificar por el fabricante).
S49	Consérvase únicamente en el recipiente de origen.
S50	No mezclar con... (a especificar por el fabricante).

Frases S	
S51	Úsese únicamente en lugares bien ventilados.
S52	No usar sobre grandes superficies en locales habitados.
S53	Evítese la exposición. Recábense instrucciones especiales antes del uso.
S56	Elimínense esta sustancia y su recipiente en un punto de recogida pública de residuos especiales o peligrosos.
S57	Utilícese un envase de seguridad adecuado para evitar la contaminación del medio ambiente.
S59	Remitirse al fabricante o proveedor para obtener información sobre su recuperación/reciclado.
S60	Elimínense el producto y su recipiente como residuos peligrosos.
S61	Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.
S62	En caso de ingestión, no provocar el vómito: Acúdase inmediatamente al médico y muéstrole 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 (solamente si la persona esta consciente).

Combinación de frases S	
S1/2	Consérvese bajo llave y manténgase fuera del alcance de los niños.
S3/7	Consérvese el recipiente bien cerrado y en lugar fresco.
S3/9/14	Consérvese en lugar fresco y bien ventilado y lejos de... (materiales incompatibles, a especificar por el fabricante).
S3/9/14/49	Consérvese 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	Consérvese únicamente en el recipiente de origen, en lugar fresco y bien ventilado.
S3/14	Consérvese en lugar fresco y lejos de... (materiales incompatibles, a especificar por el fabricante).
S7/8	Manténgase el recipiente bien cerrado y en lugar seco.
S7/9	Manténgase el recipiente bien cerrado y en lugar bien ventilado.
S7/47	Manténgase el recipiente bien cerrado y consérvese a una temperatura no superior a... °C (a especificar por el fabricante).
S20/21	No comer, ni beber, ni fumar durante su utilización.
S24/25	Evítese el contacto con los ojos y la piel.
S27/28	Después del contacto con la piel, quítese inmediatamente toda la ropa manchada o salpicada y lávese inmediata y abundantemente con ... (productos a especificar por el fabricante).
S29/35	No tirar los residuos por el desagüe; elimínense los residuos de producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles.
S29/56	No tirar los residuos por el desagüe; elimínense esta sustancia y su recipiente en un punto de recogida pública de residuos especiales o peligrosos.
S36/37	Úsense indumentaria y guantes de protección adecuados.
S36/37/39	Úsense indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos/la cara.
S36/39	Úsense indumentaria adecuada y protección para los ojos/la cara.
S37/39	Úsense guantes adecuados y protección para los ojos/la cara.
S47/49	Consérvese únicamente en el recipiente de origen y a temperatura no superior a ... °C (a especificar por el fabricante).

Anexo V

Hacia una química sostenible

TERRY COLLINS

La química ha de desempeñar un papel importante para hacer posible una civilización sostenible en la Tierra. La economía actual sigue siendo completamente dependiente de un flujo masivo de recursos naturales “desde fuera”, que incluye enormes cantidades de recursos no renovables. Esto viene acompañado por un flujo en sentido inverso de recursos gastados por la economía que son devueltos a la ecosfera. Los problemas de sostenibilidad química son determinados en gran parte por estos flujos de materiales entre la economía y la ecosfera, y que la enseñanza actual de la química básicamente ignora. Se ha convertido en un imperativo (Jonas: 1984) que los químicos lideren el desarrollo de la dimensión tecnológica en una civilización sostenible.

Cuando los químicos imparten enseñanza a sus estudiantes sobre las formulaciones, los resultados, los mecanismos, las fuerzas de control y el valor económico de los procesos químicos, se deben acentuar en todos los cursos los peligros concomitantes para la salud humana y a la ecosfera. En cursos especializados para estudiantes avanzados, debemos desafiarles a concebir procesos sostenibles y a orientarlos, aventurando con conceptos y ejemplos cómo pueden desarrollarse procesos seguros y al tiempo ser rentables. La química verde o sostenible (Anastas: 1998) puede contribuir a lograr sustentabilidad en tres áreas clave. En primer lugar, las tecnologías de energía renovable se convertirán en la espina dorsal de una civilización de alta tecnología sostenible. Los químicos pueden contribuir al desarrollo de la conversión económicamente viable de la energía solar en energía química, y a la mejora de la conversión de energía solar en energía eléctrica. En segundo lugar, los reactivos usados por la industria química, que hoy proceden principalmente del petróleo, se deben obtener cada vez más de fuentes renovables para reducir nuestra dependencia del carbono fosilizado. Esta área tan importante está comenzando a prosperar, pero no la abordaremos en este ensayo. En tercer lugar, las tecnologías contaminantes deben ser sustituidas por alternativas benignas. A este campo se le presta una atención considerable, pero el grupo de especialistas que lo investiga es pequeño y simplemente está rasguñando la superficie de un inmenso problema que a continuación voy a esbozar.

Muchas circunstancias dan lugar a la contaminación química, pero por encima de ellas hay una razón científica general que explica por qué la tecnología química contamina. Los químicos que desarrollan nuevos procesos se esfuerzan principalmente en alcanzar reacciones que produzcan solamente el producto deseado. Esta selectividad se realiza usando diseños de reactivos relativamente simples, y empleando casi entera la tabla periódica para lograr los diferentes productos.

Por el contrario, la naturaleza logra una gama enorme de procesos bioquímicos selectivos con apenas un puñado de elementos comunes ambientalmente. La selectividad se logra a través de un diseño del reactivo que es mucho más elaborado que el sintético. Por ejemplo, las anguilas eléctricas pueden almacenar la carga vía gradientes en la concentración de iones metálicos alcalinos bioquímicamente comunes a través de las membranas de las células de electroplaca. Por el contrario, la mayoría de las baterías usadas para almacenar electricidad requieren elementos químicos tóxicos, ajenos a la naturaleza, tales como plomo y cadmio. Debido a esta diferencia estratégica, las tecnologías manufacturadas por el ser humano a menudo dispersan a través del medioambiente contaminantes persistentes que son tóxicos por contener elementos que se utilizan escasamente o nada en absoluto en la bioquímica natural.

Los contaminantes bioacumulativos persistentes plantean la mayor amenaza química a la sustentabilidad. Pueden ser agrupados en dos clases. Los elementos tóxicos son los contaminantes persistentes prototípicos; los elementos radiactivos de larga duración constituyen ejemplos especialmente peligrosos. Se siguen descubriendo nuevos tipos de toxicidad para elementos biológicos infrecuentes. La segunda clase consiste en las moléculas resistentes a la degradación. Muchos ejemplos bien conocidos tienen su origen en la industria de cloro (Thornton: 2000) y son también potentes Bioacumulativos. Por ejemplo, las dioxinas y furanos (PCDD y PCDF, siglas en inglés de dibenzodioxinas policloradas y dibenzofuranos policlorados) son contaminantes orgánicos persistentes muy letales. Se pueden formar en el blanqueo de pulpa de madera con oxidantes basados en cloro, la incineración de cloro contenido en compuestos químicos y en la materia orgánica, o en el reciclado de metales. El Convenio Internacional de PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, UNEP en sus siglas inglesas) sobre contaminantes orgánicos persistentes (COP) ha establecido una lista de 12 compuestos contaminantes y clases de compuestos para su eliminación global prioritaria. Todos ellos son organoclorados¹⁰.

10. Para mayor información, véase Estefanía Blount: "El Convenio de Estocolmo sobre los contaminantes orgánicos persistentes: un instrumento internacional para un programa global", en Theo Colborn/ John P. Myers / Dianne Dumanoski: "Nuestro Futuro Robado". Ecoespaña/ISTAS, Madrid 2001 pág. 535 (Nota de los editores)

La llamada "docena sucia", primera lista de COP del el Convenio de Estocolmo, es ampliada en normativas posteriores. El Plan Nacional sobre COP ("Plan Nacional de Ampliación del Convenio de Estocolmo y Reglamento 850/2004 sobre Compuestos Orgánicos Persistentes) recoge hasta 28 sustancias. (Nota de los editores).

Imagine la lectora o el lector toda la química de la Tierra como un clasificador de cartas lleno de buzones en una estafeta de correos, con la red de los compartimentos que se extienden hasta el infinito. Cada compartimento representa una química separada de modo que, por ejemplo, millares de compartimentos se asocian a química estratosférica, o a una célula humana... Un agente contaminador persistente y ambientalmente móvil puede desplazarse desde un compartimento a otro, examinando un número grande de los mismos y localizando los que pueda perturbar. Muchas perturbaciones pueden resultar relativamente inocuas, pero otras pueden causar catástrofes imprevistas, tales como el agujero de ozono o algunas manifestaciones de la disrupción endocrina (Katz: 1999). La mayoría de los compartimentos siguen sin ser identificados e incluso en los casos de compartimentos conocidos, las interacciones del agente contaminador con el contenido del compartimento generalmente no se pueden prever, lo cual respalda fuertemente una actitud de humildad científica en lo que se refiere a la seguridad de los compuesto móviles persistentes. Debemos prestar atención a la lección histórica de que los agentes contaminadores persistentes son capaces de estropicios ambientales, y por consiguiente hay que tratarlos con precaución extrema. En los casos en que el uso de un contaminante persistente se justifica por beneficios difíciles de rechazar, como puede suceder con el DDT (diclorodifeniltricloroetano) en regiones de malaria endémica, los químicos deben hacer frente al desafío de encontrar alternativas seguras.

Considérense, por ejemplo, el alarmante daño reproductivo que pueden infligir cantidades diminutas de productos químicos disruptores endocrinos, por ejemplo las dioxinas y furanos, los PCB (bifenilos policlorados), o plaguicidas como el endosulfán y la atrazina (Thornton: 2000). Los disruptores endocrinos interrumpen el control natural del cuerpo sobre el sistema reproductivo imitando o bloqueando las funciones reguladoras de las hormonas esteroideas, o alterando las cantidades de hormonas en el cuerpo. Hay incertidumbres que todavía dificultan la comprensión de su impacto completo, pero la esterilización masiva sería un resultado concebible extremo de no hacer caso a los peligros ya demostrados de los disruptores endocrinos. Nuestros actuales conocimientos recomiendan con energía que los disruptores endocrinos antropogénicos sean identificados y eliminados en su conjunto.

Debe desarrollarse la normativa rigurosa basada en el principio de precaución y el principio de la inversión de la carga de la prueba (Thornton: 2000) para evitar el lanzamiento de nuevos compuestos persistentes móviles en el medio ambiente; también resulta necesario desarrollar una definición exacta de la persistencia. Esto proporcionaría un fundamento legislativo para extraer los compuestos bioacumulativos persistentes fuera de toda la tecnología, y señalaría por dónde es necesaria que avance la investigación para encontrar alternativas seguras. El Parlamento sueco está a punto de tratar avanzadas propuestas legislativas

que consideran esta finalidad¹¹.

En sus itinerarios formativos actuales, todos los estudiantes de química aprenden que la cloración del fenol se produce gracias a un mecanismo conocido como sustitución aromática electrofílica. Pero muy pocos aprenderán sobre los disruptores endocrinos y sus peligros, o llegarán a saber que los ejemplos prototípicos de disruptores endocrinos, las dioxinas (PCDD), se producen en pequeñas cantidades siempre que se da esa reacción cloro-fenol. Esta peligrosa omisión ilustra un tipo importante de contenido que falta simplemente del plan de estudios convencional.

La química verde puede reducir en grandes proporciones las cargas ambientales de ambas clases de contaminantes persistentes, desplazando el equilibrio básico de la tecnología hacia una mayor cercanía a la bioquímica. Se han alcanzado ya reducciones significativas en la dispersión de muchos contaminantes persistentes. A finales del siglo XVII, el uso del óxido de plomo como agente corrector del vino demasiado ácido fue prohibido so pena de muerte en Ulm, en el ducado de Wutemburg (Eisinger: 1996). Más recientemente, la contaminación por plomo se ha reducido notablemente en lo que constituyen ejemplos reconocibles de la química verde, este es el caso de la sustitución de aditivos de plomo en pinturas por alternativas seguras, el desarrollo de baterías más limpias, y la progresión –hasta ahora inacabada y a veces defectuosa- que va suprimiendo del tetraetilo de plomo por elementos promotores más seguros en la combustión de carburantes. Dioxinas y furanos han sido enormemente reducidos en la industria de papel y la pulpa de madera mediante la sustitución de cloro por dióxido de cloro como agente blanqueador principal.

Sin embargo, puede y debe hacerse mucho más. Por ejemplo, las oxidaciones a base de cloro que se usan para blanquear la pulpa de madera, desinfectar agua en limpieza doméstica e institucional y en el cuidado de la ropa, continúan produciendo volúmenes enormes de efluentes organoclorados. A pesa de los esfuerzos de la industria para reducir las concentraciones de contaminantes, algunos de los contaminantes residuales ineludibles son agentes carcinógenos y/o disruptores endocrinos persistentes y bioacumulativos. Las tecnologías basadas en la oxidación del cloro se podían sustituir por alternativas basadas en la activación catalítica de los principales agentes oxidantes naturales, el oxígeno o el peróxido de hidrógeno. Mi grupo de investigación ha patentado activadores de TAML, que son potentes pero selectivos catalizadores que activan el peróxido, compuestos por elementos comunes en la bioquímica natural, para estos y otros ámbitos de aplicación. Las consideraciones ambientales también están impulsando en todo el mundo la investigación y el desarrollo sobre el dióxido de carbono en estado supercrítico o cuasicrítico como disolvente limpio. La actual

11. Estos debates culminaron en la Ley 2000/01:65 del Gobierno Sueco, para eliminar gradualmente compuestos químicos persistentes y bioacumulativos en productos y procesos en un plazo de diez años. Sin embargo, esta política depende en parte de la forma final que adopta la nueva legislación de la Unión Europea sobre productos químicos.

búsqueda de disolventes más seguros en la comunidad de “químicos verdes” se distingue por una notable explosión de creatividad que quizás alcanza su cenit en los líquidos iónicos. Estos disolventes tienen características únicas, tales como la ausencia de cualquier presión de vapor bajo condiciones estándar.

La producción de contaminantes se puede también reducir mejorando la selectividad de proceso, reduciendo la intensidad energética y minimizando los flujos de materiales hacia la ecosfera y desde ella mediante procesos “económicos en átomos”, es decir, procesos optimizados para reducir las cantidades de productos químicos empleados por unidad de producto, ya sea en las reacciones como disolventes y reactivos, o generados como subproductos.

Alcanzar tal química sostenible requiere un cambio de tercio en la comunidad química. Los principios de la química verde o sostenible deben convertirse en una parte integral de la formación y de la práctica química. Sin embargo, hay varios obstáculos que superar. Primero, los químicos necesitan incorporar de manera amplia consideraciones ambientales en sus decisiones referentes a las reacciones y a las tecnologías que serán desarrolladas en el laboratorio. Estas cuestiones han de llegar a ser tan importantes como aquellas que se asocian con la selectividad de las tecnologías y su funcionamiento. Ya se han desarrollado principios sobre los cuales basar estas decisiones (Anastas: 1998).

En segundo lugar, resulta de crucial importancia que la química que no es realmente verde no se venda como tal, y que el público en general no sea engañado con información sobre seguridad falsa o escasa. Por ejemplo, ciertas compañías de la industria del cloro han intentado proteger sus beneficios distorsionando datos científicos, con el objetivo de hacer creer que las dioxinas son menos dañinas para los seres humanos de lo que realmente son (Thornton: 2000). La suposición general de que el riesgo químico se aborda de forma adecuada y razonable ha de ser fortalecida.

En tercer lugar, puesto que muchas metas de sustentabilidad química, tales como las asociadas a la conversión de la energía solar, implican enfoques de investigación ambiciosos y altamente creativos, deben evitarse los razonamientos miopes y a corto plazo. El gobierno, las universidades, y la industria tienen que aprender a valorar y apoyar programas de investigación que no producen rápidamente publicaciones, pero que en lugar de ello presentan la promesa razonable de promover la sustentabilidad.

En cuarto y último lugar, la química ejerce una influencia casi ilimitada sobre la actividad humana y se entrelaza así inextricablemente con la ética. Una comprensión de la ética de la sustentabilidad (Jonas, 1984) constituye por tanto un componente esencial de una formación sensata en química.

El desafío total al que los químicos verdes se enfrentan es entender las fuerzas éticas, las relaciones química-exosfera, las necesidades educativas, y los imperativos de investiga-

ción que la sustentabilidad lleva al centro del escenario, y reconciliar esta comprensión, tanto como sea posible con los criterio económicos. Si los químicos encaminan cada vez más sus esfuerzos para contribuir a una civilización sostenible, la química llegará a ser más interesante y atractiva para la gente y puede perder su imagen “tóxica”. Llegará a ser más digna del apoyo de la población y producirá interesantes empresas económicas que consolidarán la sustentabilidad

Libros citados:

- ANASTAS, P.T., WARNER, J.C. (1998). Green Chemistry: Theory and Practice. Oxford University Press, Oxford.
- EISINGER, J. (1996) Natural History, 105. 48.
- JONAS, H. (1984). The Imperative of Responsibility: In Search of and Ethics for the Technological Age. University of Chicago Press. Chicago.
- KATZ, R.K., Ed. (1999). Endocrine Disruptors: Effects on Male and Female Reproductive Systems. CRC Press, Boca Raton, Florida.

El artículo “Hacia una química sostenible”, de Terry Collins, se publica originalmente en “Science” 291, 48 (2001), copyright de la American Association for the Advancement of Science (2001). Se publica también en: “Precaution, Environmental Science and Preventive Public Policy”. Joel Tickner y otros, Island Press, Washington DC, 2002. Reproducido en el libro “INDUSTRIA COMO NATURALEZA: HACIA LA PRODUCCIÓN LIMPIA” (Los libros de la Catarata. Madrid. 2003), con permiso del autor, en traducción de Toni Oller Castelló, revisada por Jorge Riechmann, de donde se toma para la reproducción presente.

“Comisiones Obreras desarrolla un intenso trabajo promoviendo la aplicación de los principios de prevención y de precaución en relación tanto a la protección de la salud en el trabajo, como al medio ambiente.

Esta guía tiene por objeto la prevención, reducción y correcta gestión de los residuos generados en un laboratorio docente, así como dar a conocer las pautas a seguir para prevenir riesgos derivados de la manipulación de productos químicos y biológicos en un laboratorio. Desde CCOO os animamos a poner en práctica estas propuestas, y prevenir así, la contaminación relacionada con esta labor docente.”



Financia

