

Conceptos importantes sobre sustancias químicas

MERCEDES CÁRDENAS OJEDA
Magíster en Docencia de la Química
Docente LCNEA - UPTC

Resumen

Las personas quienes manipulan sustancias químicas permanentemente están en constante riesgo de sufrir un evento peligroso con estos productos, ya sea por acción o por omisión, por lo que necesitan manejar toda la información general sobre el manejo y almacenamiento de los reactivos y los problemas que pueden causar, sobre la salud de los manipuladores. Es pertinente, actuar, pues los contaminantes químicos son sustancias orgánicas e inorgánicas, naturales o sintéticas que durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso pueden incorporarse al medio ambiente en forma de polvos, humos, gases o vapores, con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos y en cantidades que pueden lesionar la salud de las personas que entran en contacto con ellas. En el presente artículo se clasifican las sustancias químicas como: alergénicas, irritantes, carcinogénicas, carcinogénicas de uso doméstico, se resalta la prudencia a la hora de trabajar una práctica de laboratorio, se describen: la disposición y el tratamiento de los residuos químicos y los posibles protocolos que se deben seguir cuando se trata de sustancias químicamente peligrosas y desconocidas.

Palabras Clave: riesgo, sustancias Químicas, sustancias Químicas alergénicas, sustancias Químicas irritantes, sustancias Químicas carcinogénicas, residuos Químicos, manejo de desechos peligrosos en laboratorios, manejo de desechos químicos de laboratorios, gestión integral de desechos peligrosos de laboratorios.

Abstract

Summary People who handle chemicals permanently are at constant risk of a hazardous event with these products, whether by action or omission, so need to handle all general information about the handling and storage of reagents and the problems that can cause the health of the handles. It is relevant, acting, chemicals are natural or synthetic organic and inorganic substances during production, handling, transport, storage or use can join the environment in the form of dust, fumes, gases or vapours, irritating, corrosive, asphyxiating or toxic effects, and in quantities that can harm the health of people who come in contact with them. In this article chemicals are classified as: allergenic, irritants, carcinogenic, carcinogenic household, highlights the prudence of work practice laboratory, described: the disposal and treatment of chemical residues and potential protocols to be followed when it is chemically and unknown substances.

Key Words: risks, substances chemical, allergens chemical substances, irritants chemical substances, carcinogens chemical substances, waste chemical, hazardous waste management in laboratories, waste management, lab chemicals, integrated management of hazardous waste from laboratories.

Introducción

Quienes manipulan en el laboratorio sustancias químicas obtenidas por síntesis, es necesario que tengan en cuenta varios factores para el buen uso de dichas sustancias. Entre otros factores se deben tener en cuenta: la toxicidad de las sustancias químicas, las condiciones de trabajo en el laboratorio (buena ventilación, salidas de emergencia, extinguidores, campanas de extracción y duchas); el almacenamiento de reactivos (orgánicos e inorgánicos); el manejo de los residuos y la protección personal (guantes, gafas, bata, máscara de gases y vapores).

Respecto a la toxicidad de las sustancias químicas, es necesario conocer cuándo un reactivo químico es cancerígeno, irritante o

causante de alergias; así como las reacciones de estos en el organismo y los métodos de control. Entender los símbolos que traen las etiquetas en cada envase, con el fin de conocer los efectos sobre la salud, es el primer aspecto de prevención. Muchas sustancias químicas producen efectos nocivos sobre la salud, debido a sus propiedades físicas y químicas que los caracterizan. El presente trabajo permite conocer los nombres de algunas sustancias que producen efectos indeseables sobre la salud humana. Al estar en contacto con sustancias químicas sintéticas siempre existe riesgo de intoxicación, sin embargo cada persona debe ser responsable de acatar las normas de seguridad y darle buen uso a los reactivos.

1. Sustancias químicas

Las sustancias químicas se pueden clasificar de la siguiente manera:

1.1 Alergénicas

Mecanismos:

Las alergias y la sensibilidad a las sustancias químicas, están íntimamente relacionadas con disfunciones orgánicas, que se evidencian por reacciones inflamatorias en respuesta a la exposición ambiental. En las alergias, las proteínas entrelazadas al anticuerpo IgE (Inmunoglobulina E) liberan el mecanismo inflamatorio. En la sensibilidad, la sustancia química se une a los quimiorreceptores de las fibras nervio sensorial y se libera el mediador inflamatorio.

Según (Meggs, 1999), diversas investigaciones han asociado la depresión psicológica con las alergias y la sensibilidad a sustancias químicas. La respuesta sensible a sustancias químicas genera irritación y alergia, que pueden estar relacionadas con un segundo estímulo irritante (2). Las reacciones alérgicas pueden producir enfermedades tales como: rinitis, conjuntivitis, dermatitis, asma y algunos casos urticaria; reacciones gastrointestinales a los alimentos y anafilaxis sistémica.

1.2 Irritantes

Mecanismos:

Muchos de los síntomas descritos en las enfermedades SBS (Sick Building Syndrome) y MCS (Múltiple Chemical Sensitivity) coinciden con los síntomas descritos durante la respuesta a irritantes químicos. El síntoma más común es: Irritación sensorial (SI) en ojos, nariz y garganta.

1.3 Carcinogénicas

Mecanismos:

Un carcinógeno es una sustancia química o un agente físico que puede producir neoplasia maligna. Una neoplasia (tejido tumoral nuevo) maligna es un tumor que crece sin poder ser controlado y es llamado cáncer. Factores ambientales o nutricionales pueden ser los causantes del 90% de los tipos de cáncer humano. Estos factores incluyen: cigarrillo, dieta, exposición a la luz solar, a sustancias químicas y a medicamentos.

1.3.1 Tratamientos carcinógenos

Detectar el potencial carcinogénico de un fármaco es una de las dificultades mayores durante la fase de evaluación de nuevos fármacos. Normalmente se usan 100 animales de experimentación en cada estudio. A pesar de no ser una estadística definitiva, es lo que se ha convenido y la incidencia sobre el desarrollo tumoral podría excederse en un 4%, que es un porcentaje extremadamente alto para muchos fármacos. Las pruebas mutagénicas son convenientes para detectar el potencial carcinogénico, antes de intentar estudios a gran escala en humanos. Los fármacos con un alto potencial carcinogénico deben ser evitados, pero la decisión depende del balance riesgo-beneficio de los análisis. Por ejemplo, los fármacos con actividad quimioterapéutica son potentes carcinógenos en varias especies animales. La situación es análoga a la exposición de rayos X, que también puede resultar en potente carcinógeno. Sin embargo, afortunadamente son pocos los fármacos carcinógenos que son usados

en humanos. Rara vez los anticonceptivos orales causan adenomas hepáticos, cuyo crecimiento es benigno, pero dichos tumores son extremadamente vasculados y pueden causar hemorragias fatales. La reserpina es otro fármaco de estos, porque ha sido asociado con el cáncer de seno; sin embargo, dicha asociación no ha sido confirmada. Existen evidencias sobre las asociaciones entre la aflatoxina y el hematoma; el cloruro de vinilo y el hemoangiosarcoma del hígado; el alquitrán de hulla y el cáncer de piel; el humo de cigarrillo y el cáncer de pulmón; las tinturas de anilina y los tumores de la vejiga. Actualmente se están realizando investigaciones que conllevan a la producción de ratones transgénicos como modelos de experimentación. También se están llevando a cabo bioensayos que pueden ser útiles en la identificación de carcinógenos y la validación de estudios epidemiológicos que aclaren la función del polimorfismo en el desarrollo del cáncer (6).

1.3.2 Carcinógeno y tipo de cáncer

- Aceite Mineral Cáncer en piel
- Arsénico Cáncer en piel y en pulmón
- Asbestos Cáncer en pulmón
- Aminas y compuestos aromáticos Cáncer en la vesícula biliar
- Benceno Leucemia
- Níquel Cáncer nasal y de pulmón
- Formaldehído Cáncer nasal y nasofaríngeo
- Cloruro de vinilo Angiosarcoma hepático
- Pesticidas, diesel, cromatos, Cáncer pulmonar

1.4. Carcinogénicas de uso cosmético

El alcohol isopropílico es utilizado en enjuagues bucales y como secante en cosméticos

porque se mezcla bien con sustancias lipofílicas. Sin embargo, es un compuesto petroquímico capaz de producir cáncer, desórdenes inmunológicos y reacciones alérgicas. Diversas investigaciones indican que se ha incrementado el porcentaje de cáncer de tiroides en mujeres y hombres que usan frecuentemente enjuagues bucales y lociones.

- **ALUMINIO:** es un elemento normalmente usado en cosméticos y antitranspirantes. El aluminio absorbido puede llegar a interrumpir la función de la acetilcolina, y desarrollar reacciones alérgicas. Al llegar a disminuir la acetilcolina en el cerebro se reduce la creatividad mental y se produce confusión. Al actuar como antitranspirante evita la liberación de tóxicos del organismo que puede atrofiar el sistema linfático provocando acumulación en las glándulas mamarias.
- **DIETANOLAMINA:** es un componente normal en los jabones de baño. Contiene gran cantidad de nitrosaminas, que son sustancias carcinogénicas potentes.
- **FLUOR:** es un componente normal de las cremas dentales, usado como antimicrobiano para prevenir las caries dentales. El flúor tiene propiedades anti enzimáticas que pueden provocar diversas enfermedades, especialmente en los niños quienes se sienten atraídos por la ingestión periódica o crónica de crema dental.
- **PROPILENGLICOL:** El propilenglicol es el mismo Quaternium – 22. Es utilizado como suavizante y agente estabilizante en shampoos, acondicionadores, fungicidas y en la fabricación de papel. El uso continuado de propilenglicol en el cabello provoca excesiva resequedad y fragilidad.

- **LAURIL SULFATO DE SODIO (LSS):** el LSS es una alquilamida usada frecuentemente para incrementar el efecto espumante en los cosméticos, como el shampoo para el cabello. El LSS contiene contaminantes carcinógenos como las

nitrosaminas. Los productos para el cuidado personal que contengan LSS deben incluir en su formulación las vitaminas antioxidantes C y E que bloquean la actividad de las nitrosaminas relacionada con la producción de radicales libres.

2. Residuos químicamente peligrosos

2.1 Caracterización del residuo:

La eliminación de residuos requiere información acerca de algunas propiedades y se recomienda que todos los químicos utilizados y generados sean claramente identificados. Por lo general estos deben ser rotulados de la siguiente manera. Se debe tener en cuenta la definición, categorización y clasificación de los residuos y se debe enfocar desde diversos ángulos, siendo referencia obligado la Environmental Protection Agency (EPA), con normas equivalentes en el contexto europeo, según el catálogo de Residuos Europeos (EWC): directivas 75/442/EEC Y 91/689/EEC, 94/31/EC y la regulación 93/259/eec.

En Colombia, el decreto 2811 de 1974, o código de recursos naturales, enmarca la gestión de residuos y les confiere importancia para la conservación del medio ambiente y regula tanto los residuos peligrosos, con la normatividad que se extiende desde la resolución 2309 de 1986 hasta el decreto 1443 de 2004, se incluye el decreto 1713 de 2002 y la resolución 1164 de 2002, como los vertimientos a fuentes hídricas, conforme al decreto 1594 (ECODES, 2005).

2.2 Manejo de residuos químicos

Los pasos a seguir son los siguientes:

2.2.1 Depositar los residuos en cada uno de los contenedores, según corresponda.

1A	RESIDUOS DE SOLUCIONES ACUOSAS QUE CONTIENEN METALES REPRESENTATIVOS Y/O PEQUEÑOS VOLÚMENES DE ÁCIDOS COMPATIBLES. EJ.: Li, Na, Ca, Mg
1B	RESIDUOS DE SOLUCIONES ACUOSAS QUE CONTIENEN METALES DE TRANSICIÓN Y/O PEQUEÑOS VOLÚMENES DE ÁCIDOS COMPATIBLES. EJ.: Cr, Mn, Fe, Ni
2	RESIDUOS ORGÁNICOS SIN HALÓGENOS NI GRUPOS CON NITRÓGENO. EJ: ALCOHOLES, ESTERES Y CETONAS
3	RESIDUOS ORGÁNICOS CON HALÓGENOS Y/O COMPUESTOS NITROGENADOS. EJ: CCl ₄ , CH ₃ , NO ₂ .
4	RESIDUOS ESPECIALES. EJ: Alta toxicidad, y/o reciclables, altos volúmenes

Fuente: Grupo de investigación GIGAEQ (Escuela de Ciencias Químicas)

2.2.2 Definir la fuente con la clasificación anterior y lo ideal será que se tenga un registro disponible con el propósito de llevar claramente la fecha y el nombre de cada uno de estos reactivos.

En los laboratorios académicos donde el estudiante trabaja se vuelve indispensable que los materiales generados sean identificados; esta metodología resulta interesante ya que se tienen en cuenta las pequeñas y grandes cantidades de residuos generados de las prácticas de laboratorio.

El manipulador de residuos químicos del laboratorio, quien lleva a cabo el procedimiento debe estar familiarizado con las características del residuo y con todas las precauciones necesarias, puesto que el peligro del material es desconocido. Es obligatorio que el personal está muy bien capacitado en el tema y porte la indumentaria y el equipo de protección personal adecuado (careta, blusa, extractores, etc.). Los residuos viejos pueden ser más peligrosos debido a que estos pudieron haber cambiado su composición, por ejemplo a través de la formación de peróxidos.

En la UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA, el tratamiento final de los residuos, es delegado a la empresa DESCONT, pero la siguiente información es comúnmente requerida, en el momento de entregar las sustancias químicas.

- Descripción física: estado del material, el color y la consistencia (sólidos), o viscosidad (para líquidos), la claridad (translúcida, transparente u opaca). Si el material desconocida tiene dos o tres capas líquidas, se debe describir cada una por

separado, dando un porcentaje total para cada capa.

- Reactividad con el agua: tome una alícuota de material desconocido, adicione una cantidad de agua y observe cualquier cambio incluyendo la evolución del color, evolución del gas y generación de llamas.
- Solubilidad con el agua: Observe la solubilidad del material desconocido con el agua, note si el líquido flota o queda en la capa inferior, la mayoría de los líquidos orgánicos no halogenados son menos densos que el agua.
- pH: reportar la información si se efectuó una neutralización. Se determina el pH con papel indicador o con pH metro.
- Ignición (inflamabilidad): Coloque una alícuota de 5 ml en una bandeja a prueba de Aluminio y acerque una cerilla por medio segundo y si se quema se clasifica como inflamable con puntos de ignición menores de 60°C y si sucede nada se quema por 1 segundo y si se quema se clasifica como combustible porque manifiesta temperaturas entre 60 y 93°C.
- Presencia de oxidantes: humedecer el papel comercial de Yodo Almidón en una solución de 1 N HCl y colocar una pequeña muestra de la solución desconocida en el papel humedecido, y cambia de color a púrpura oscuro la muestra se clasifica como oxidante.
- Presencia de Sulfuros: solamente se hace cuando el pH de la solución desconocida es mayor que 10. Agregar unas pocas de HCl a la muestra desconocida mientras se mantiene un lámina de acetato de plomo comercial humedecida con agua destilada sobre la muestra, si el papel se torna negro marrón se verifica la presencia de H₂S, gas tóxico y venenoso por lo tanto se utiliza en pequeñas cantidades y en lugares muy bien ventilados.
- Presencia de Cianuros: el test se realiza

cuando la solución acuosa de la muestra desconocida es mayor a 10. Se deben preparar las siguientes soluciones:

- Solución A: NaOH al 10 %
- Solución B: Sulfato ferroso al 10 %
- Solución C: Cloruro férrico al 5 %

Mezclar 2ml de la muestra con 1 ml de H₂O destilada y 1ml de cada una de las soluciones agregue H₂SO₄ gota a gota para acidificar la solución, la presencia de azul prusiano de ferrocianuro férrico

indica la presencia de cianuro. Utilizar pequeñas cantidades y ventilación suficiente.

- Presencia de Halógenos: calentar un alambre de cobre hasta ignición, enfriar el alambre en agua destilada o agua desionizada y luego sumergirlo dentro de la muestra, calentar nuevamente a la llama la presencia de color verde en la llama alrededor del alambre indica la presencia de halógenos, (Prudent Practice in the Laboratory 1995).

2. Trabajar seguro en un laboratorio es un objetivo posible

El trabajo en un laboratorio de química tiene un común denominador y es la cantidad de riesgos de accidentes que en ellos existen y que afortunadamente en su gran mayoría pueden prevenirse.

Hay una serie de riesgos que están presentes en cualquier tipo de laboratorio y los podemos identificar como:

- Las características de los aparatos y los utensilios que se usan.
- Los procesos con temperaturas, combustibles, presiones, etc.
- Las propiedades peligrosas de los productos manipulados.

Quienes trabajan en un laboratorio están expuestos a una cantidad de peligrosos accidentes, muchos de los cuales pueden tener consecuencias muy graves.

Los principales riesgos presentes en los laboratorios son los producidos por:

- Intoxicación por inhalación, absorción o ingestión de sustancias tóxicas.
- Las quemaduras térmicas o químicas.

- Las lesiones en la piel y ojos por contacto con productos químicamente agresivos.
- Cortes con materiales de vidrio u otros objetos de bordes afilados.
- Incendios, explosiones y reacciones violentas.
- Exposiciones a radiaciones perjudiciales.
- El contacto con microorganismos o agentes biológicos.

Si Usted trabaja en un laboratorio conoce los peligros potenciales presentes en su ambiente de trabajo lo que le permitirá intensificar las medidas de protección que deberá tomar para reducir los riesgos de accidentes.

El trabajador de un laboratorio debe tener conciencia y tender permanente hacia la seguridad conociendo detalladamente con qué materiales está trabajando, los peligros que estos plantean, como controlarlos a estos peligros y qué hacer ante una emergencia.

Fundamentalmente deberá reducir la posibilidad de que ocurran accidentes no corriendo riesgos de ninguna clase.

2.1 La ventilación del laboratorio.

Los riesgos asociados a la ventilación del laboratorio se pueden resumir en:

- Contaminación ambiental residual y olores.
- Elevadas concentraciones ambientales generadas por derrames, vertidos y fugas de gases.
- Productos peligrosos que pasen a la atmósfera cuando se manipulan y se realizan operaciones con ellos.

La prevención adecuada frente a estos riesgos es:

- Ventilación del laboratorio eficaz, independiente del resto de las dependencias.
- Mantenimiento del laboratorio en depresión respecto a las zonas colindantes.
- Circulación del aire del lugar menos contaminado al más contaminado.
- Extracción localizada mediante vitrinas de laboratorio.
- Ventilación de emergencia.

2.2 Instalación eléctrica - Aparatos eléctricos

La instalación eléctrica del laboratorio debe estar diseñada en el proyecto de obra de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y en función de sus líneas de trabajo, del tipo de instrumental utilizado y teniendo en cuenta las futuras necesidades del laboratorio. Este aspecto debe ser contemplado en todas las modificaciones que se realicen. Por otro lado, la incorporación de nuevo instrumental debe tener en cuenta sus requerimientos eléctricos.

Los conductores deben estar protegidos a lo largo de su recorrido y su sección debe ser suficiente para evitar caídas de tensión y ca-

lentamientos. Las tomas de corriente para usos generales deben estar en número suficiente y convenientemente distribuidas con el fin de evitar instalaciones provisionales.

En los locales o zonas donde se trabaje con líquidos inflamables la instalación eléctrica ha de ser de seguridad aumentada o antideflagrante y debe cumplir las normas específicas del REBT MIE-BTO26 sobre Prescripciones Particulares para las Instalaciones de Locales con Riesgo de Incendio y Explosión. De entre los distintos aparatos que tienen conexión eléctrica, es recomendable disponer de líneas específicas para los equipos de alto consumo.

Los riesgos asociados a la utilización de instrumental eléctrico son:

- Electrocución por contacto directo o indirecto, generado por todo aparato que tenga conexión eléctrica.
- Inflamación o explosión de vapores inflamables por chispas o calentamiento del aparato eléctrico.

Los consejos para la prevención de estos riesgos son:

- Disponer de un cuadro general, preferiblemente en cada unidad de laboratorio, con diferenciales y automáticos.
- Disponer de interruptor diferencial adecuado, toma de tierra eficaz e interruptor automático de tensión (magneto térmico) disyuntor.
- Distribución con protección (automático omnipolar) en cabeza de derivación.
- Instalar la fuerza y la iluminación por separado, con interruptores.
- Emplear instalaciones entubadas, siendo las > 750 V, rígidas.
- Aplicación del código de colores y grosores.

- No emplear de modo permanente alargaderas y multiconectores (ladrones).
- Mantener las distancias al suelo según las características del local.
- Usar circuitos específicos para aparatos especiales.
- En áreas especiales (húmedas y labora-

torios de prácticas) emplear bajo voltaje (24 V), estancos, tapas, etc. Emplear seguridad aumentada para trabajo de manera permanente con inflamables.

- Efectuar el mantenimiento adecuado y realizar inspecciones y comprobaciones periódicas.

3. Reglas generales para la seguridad en el laboratorio siempre

- Use protección para los ojos.
- Use ropa adecuada.
- Lave sus manos antes de dejar el laboratorio.
- Conozca las normas y procedimientos de seguridad para cada acción a realizar.
- Asegúrese que su aparato esté bien ensamblado.
- Manipule los reactivos y cepas con cuidado.
- Mantenga prolija su área de trabajo.
- Esté atento a eventualidades.

NUNCA: fume en el laboratorio.

NUNCA: coma en el laboratorio.

NUNCA: inhale, deguste o huela imprudentemente reactivos o medios de cultivos.

NUNCA: desconcentre o distraiga a sus compañeros.

NUNCA: corra dentro del laboratorio.

NUNCA: debe quedarse trabajando solo.

NUNCA: lleve a cabo experiencias no autorizadas.

Muchas de estas reglas no necesitan explicación adicional, simplemente, use su sentido común (a veces, el menos común de los sentidos).

SIEMPRE

- Use protección para los ojos.
- Use ropa adecuada.
- Lave sus manos antes de dejar el laboratorio.
- Conozca las normas y procedimientos de seguridad para cada acción a realizar.
- Asegúrese que su aparato esté bien ensamblado.
- Manipule los reactivos y cepas con cuidado.
- Mantenga prolija su área de trabajo.
- Esté atento a eventualidades.

4. Manejo de residuos peligrosos en la universidad pedagógica y tecnológica de colombia

4.1 Propuesta

- Reducir en la fuente la generación de desechos peligrosos, utilizando la menor cantidad y concentración de reactivos que sea posible.
- Sustituir en lo posible las sustancias

peligrosas o tóxicas por otras menos peligrosas o menos tóxicas.

- No mezclar los desechos.
- Rotular los recipientes que contienen los desechos de acuerdo con el sistema de clasificación de desechos propuesto

por el grupo de investigación GIGAEQ – (Escuela de Ciencias Químicas).

- Almacenar momentáneamente en cantidades manejables para su tratamiento en la fuente y disposición adecuada.
- Seguir las instrucciones para la eliminación y disposición, según el tipo y características de los desechos, escogiendo el método más adecuado por medio de pruebas en pequeña escala.
- Para facilitar el tratamiento y disposición en el laboratorio, las cantidades de desechos, almacenados no deben ser mayores de 500 ml ó 500 g.
- El desecho se debe tratar en la fuente, usando el equipo de seguridad necesario.

- Los procedimientos propuestos en el protocolo anteriormente descrito; son generales y la efectividad de los mismos depende del tipo, características y concentración del desecho en particular, por lo tanto deben hacerse las respectivas pruebas químicas para adaptarlos a las características de los desechos y condiciones de los laboratorios.

- Contar con procedimientos por escrito del tratamiento, disposición final de los desechos peligrosos. Este procedimiento debe ser conocido y estar al alcance de los funcionarios del laboratorio.

4.2 Etapas que se proponen para el manejo de los desechos peligrosos.

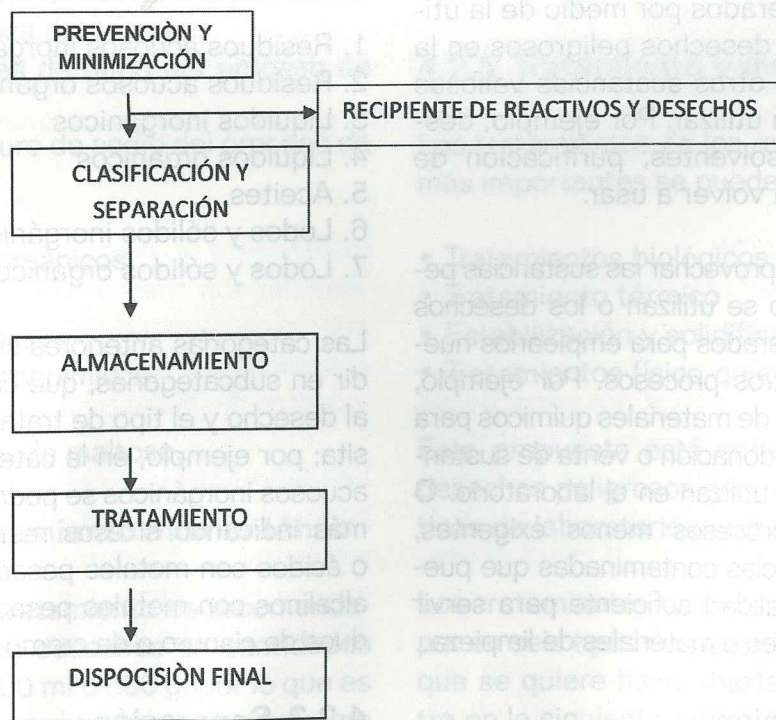


Figura 1: interrelación entre los sistemas de gestión de residuos peligrosos.

4.2.1 Prevención y minimización

Según la EPA, la minimización de los residuos se puede definir como la reducción de la cantidad del residuo o de la toxicidad con el fin de disminuir la amenaza presente o futura para la salud del ser humano o para el ambiente. Esta se puede realizar por medio de las siguientes actividades:

- Prevención y reducción en la fuente. Se refiere a cualquier actividad que reduzca o elimine la generación de residuos peligrosos en el proceso.

Por ejemplo, disminuir las cantidades de reactivos en los ensayos de laboratorio, o utilizar soluciones con concentraciones bajas y sustituir algunos reactivos peligrosos por otros menos peligrosos, realizar modificaciones en el proceso, etc.

- Reciclaje. Disminución de la cantidad de desechos generados por medio de la utilización de los desechos peligrosos en la producción de otras sustancias valiosas que se pueden utilizar. Por ejemplo, destilación de disolventes, purificación de desechos para volver a usar.
- Reutilización. Aprovechar las sustancias peligrosas que no se utilizan o los desechos peligrosos generados para emplearlos nuevamente en otros procesos. Por ejemplo, tener una bolsa de materiales químicos para el intercambio, donación o venta de sustancias que no se utilizan en el laboratorio. O reutilizar en procesos menos exigentes, algunas sustancias contaminadas que pueden tener la calidad suficiente para servir como disolventes o materiales de limpieza.

4.2.2 Clasificación

Los desechos peligrosos se pueden clasificar de diversas maneras según el fin que se

persigue. Para efectos de diseñar un sistema de manejo adecuado para los desechos de los laboratorios de investigación, docencia y extensión de la Uptc, un sistema simple y eficaz es agrupar los desechos con características físicas, químicas y de requerimientos de tratamiento similares de acuerdo con la siguiente jerarquía, pues de esta forma se facilita el tratamiento de éstos.

1. Según su forma o fase de distribución: sólidos, líquidos, gaseosos, lodos, etc.
2. Según su naturaleza química si son orgánicos o inorgánicos.
3. Según su categoría química: ácidos, bases, metales pesados, sales, etc.
4. Según los componentes peligrosos: cianuro, cromo hexavalente, mercurio.

Con base en lo anterior se puede obtener un sistema de clasificación de los desechos peligrosos con las siguientes categorías principales:

1. Residuos acuosos inorgánicos
2. Residuos acuosos orgánicos
3. Líquidos inorgánicos
4. Líquidos orgánicos
5. Aceites
6. Lodos y sólidos inorgánicos
7. Lodos y sólidos orgánicos

Las categorías anteriores se pueden subdividir en subcategorías, que caractericen mejor al desecho y el tipo de tratamiento que necesita; por ejemplo, en la categoría de residuos acuosos inorgánicos se podría especificar aún más indicando si esos residuos son ácidos, o ácidos con metales pesados, o alcalinos, o alcalinos con metales pesados, o si son residuos de cianuro o de cromo hexavalente, etc.

4.2.3 Separación

La separación de los desechos peligrosos en la fuente facilita la reducción, la reutiliza-

ción, el reciclaje y el tratamiento. Para ello es importante que se tenga un adecuado sistema de clasificación, etiquetado y de depósitos de almacenamiento de los desechos peligrosos, con el fin de que el personal del laboratorio tome las medidas oportunas de separación y permita el tratamiento de cantidades pequeñas.

El criterio que se empleará para la separación, rotulación y etiquetado en los laboratorios de la Uptc será con base en las categorías y subcategorías de desechos peligrosos establecidas previamente en el sistema de clasificación de desechos descrito anteriormente y teniendo en cuenta que falta la separación y almacenamiento de algunas sustancias se sugiere seguir el siguiente protocolo:

Lodos y sólidos inorgánicos:

- Virutas de aluminio, cobre, bronce, acero.
- Escorias y ceniza del temple.
- Restos de sales de bario del proceso de revenido.
- Restos de cianuro de sodio del proceso de nitruración.

Lodos y sólidos orgánicos:

- Sales de agarosa.
- Envases de agroquímicos.
- Colas secas.
- Agar – extracto de maltosa.

4.2.4 Almacenamiento momentáneo

Para facilitar el tratamiento es recomendable almacenar los desechos en cantidades no mayores de 500 ml ó 500 g, por lo que es importante realizar el tratamiento conforme los desechos se generan.

El almacenamiento debe ser realizado en envases plásticos, debidamente rotulados de acuerdo con lo indicado anteriormente. Para el almacenamiento de los desechos debe disponerse de un lugar apropiado, se puede utilizar un espacio de la bodega, pero separado de los reactivos puros y de las disoluciones. Este lugar debe contar con ventilación, luz y estar cerrado al acceso de personas no autorizadas.

Los desechos previamente clasificados de acuerdo con lo anteriormente expuesto, basados en sus características físicas y químicas, se almacenan en la bodega, en zonas específicas designadas según el riesgo que presentan: inflamabilidad, reactividad, toxicidad, corrosividad, información que se puede obtener de las hojas técnicas de seguridad (MSDS) de los reactivos puros, las cuales deben ser suministradas por el proveedor o en manuales técnicos, como el INDEX MERCK.

4.2.5 Tratamiento y disposición

Los tratamientos de los residuos peligrosos más importantes se pueden clasificar como:

- Tratamientos biológicos
- Tratamiento térmico
- Estabilización y solidificación
- Tratamientos físico-químicos

Esta propuesta está enfocada a tratar los desechos peligrosos generados en las prácticas de laboratorio por medio de químicos.

Los tratamientos químicos se pueden agrupar en seis tipos de acuerdo con el desecho, que se quiere hacer inerte, como se muestra en la siguiente tabla:

MÉTODO	TIPO DE DESECHOS	SUSTANCIAS UTILIZADAS EN EL TRATAMIENTO
NEUTRALIZACIÓN	Ácidos Bases Aguas residuales	Cenizas álcalis Solución al 10 % de ácido sulfúrico Arcilla
PRECIPITACIÓN	Sustancias orgánicas e inorgánicas que son agentes reductores como: - Sales de cianuro - Sulfuros - Mercaptanos - Fenoles - Formaldehído - Compuestos de azufre y plomo	Oxígeno Gas cloro en medio básico Ozono Agua oxigenada Permanganato de potasio Hipoclorito de sodio
REDUCCIÓN	Sustancias orgánicas e inorgánicas que son agentes oxidantes.	Dióxido de azufre Sulfitos
INTERCAMBIO IÓNICO	Eliminación del ácido crómico del agua.	Lecho fijo de resinas
FIJACIÓN QUÍMICA	Lodos	Catalizadores Compuestos inorgánicos

Los cloruros no requieren ser tratados a menos que estén en solución con metales tóxicos.

Los sulfatos tampoco necesitan tratamiento.

Los metales pesados pueden precipitarse con diferentes agentes, carbonatos, hidróxidos, sulfatos, sulfitos, pero yo no tengo aquí esa información.

4.2.6 Organización

Cada laboratorio de investigación, docencia y extensión debe designar una persona responsable de controlar el manejo adecuado de los desechos peligrosos por parte de los usuarios, también debe llevar el control de los formatos de registro de los desechos y hacer los informes semestrales sobre la gestión de estos desechos a salud ocupacional.

Los usuarios de los laboratorios serán responsables del manejo apropiado de los desechos peligrosos que generen; por lo tanto, deberán realizar la separación, clasificación, rotulación, almacenamiento momentáneo,

tratamiento y disposición final de éstos. También son responsables de llenar los registros correspondientes y de entregárselas al coordinador o responsable del laboratorio o centro de investigación.

Los laboratorios y centros de investigación deberán tener caracterizados, clasificados, rotulados, separados y almacenados los desechos peligrosos que generan, según los lineamientos de la Guía de manejo de desechos peligrosos.

Además, deben contar con procedimientos por escrito del tratamiento y disposición final de los desechos peligrosos, para ello

se tendrán que hacer pruebas o ensayos químicos con los desechos con el propósito de encontrar el método apropiado para el tratamiento según las características de los desechos peligrosos y las condiciones del laboratorio. Este procedimiento por escrito, debe ser conocido y estar al alcance de los usuarios del laboratorio.

Los laboratorios deben contar con el documento **MANUAL DE PROCEDIMIENTO NORMATIVO DE TRABAJO** diseñado por Mercedes Cárdenas Ojeda, diseñado

como requisito para la certificación institucional con la Norma NTC GP 1000, cuyo objetivo es establecer los manuales de procedimiento, normativos de trabajo para la limpieza del material de vidrio con el propósito de optimizar los procedimientos y obtener resultados con mayor confiabilidad.

También, se debe contar con una normativa que regule el manejo adecuado de los desechos peligrosos en todos los laboratorios de todas las sedes de la institución.

QUERREJO, J. Introducción a la Higiene Industrial.

Quintanar, L. y Rodríguez M, C. Normativa ambiental sobre los desechos. Fundación Ambio, San Juan, 1996.

La Gropa, M.D. et al. Gestión de residuos tóxicos. Volumen 1. McGraw Hill. México. 1996.

Pared, F. Los residuos peligrosos en México. Programa Universitario de Medio Ambiente. UNAM. México. 1997.

Bravo, M. Manejo de residuos. Seminario Internacional. CYTED. Costa Rica, 1999.

Pared, F. Los residuos peligrosos. Programa Universitario de Medio Ambiente. UNAM. México. 1996.

Buenaventura, Ray. Análisis Cuantitativo. Compañía Editorial S.A. México. 1980.

Martínez, L. Análisis cuantitativo y química inorgánica. Compañía Editorial S.A. México. 1980.

<http://www.inecologia/ima/buenambiente/REALINVEN11.htm>. <http://www.nmsu.edu/safety/programsafety/1safguide/toc.htm>

<http://español.geocities.com/apapquimico/cap9.htm1>.

Hidalgo, Cárdenas Carvajal, Juan Carlos Salas Jiménez. Propuesta de manejo de los desechos peligrosos en los laboratorios del TEC. Extraído el 15 de julio de 2011, de <http://español.geocities.com/apapquimico/cap9.htm1>.

5. Conclusiones

- Se sugiere adecuar las prácticas de laboratorio con el propósito de reducir la generación de residuos químicos.
- Dotar y Portar los elementos de seguridad industrial como también capacitar a los servidores del proceso Gestión de Laboratorios, bajo la estrategia de prevención de la contaminación y cuidado de la salud.
- Crear la cultura de organización y administración del laboratorio bajo el lema minimización de los riesgos para la salud y seguridad del personal que manipula los reactivos y residuos químicos.
- Contribuir con la formación ambiental de los manipuladores, directos responsables de la correcta segregación de residuos, con el fin de cumplir con la normatividad ambiental nacional.
- Evitar el despilfarro de reactivos con el fin de reducir la adquisición de reactivos, por parte de la institución.
- Según últimos estudios, el detrimento exagerado y acelerado de los océanos, permite reconocer que se hace urgente el tratamiento de los residuos químicos, producto de las prácticas de laboratorio.

6. Bibliografía

MERCK LABORATORY: The Merck manual.

MEGGS WJ: Mechanisms of allergy and chemical sensitivity. Toxicol Ind. Health. 1999. April. 15: 3 – 4. Págs. 331 – 8.

ANDERSON, RC; Anderson, JH: Sensory irritation and multiple chemical sensitivity. Toxicol Ind. Health. 1999. April 15: 3-4. Págs. 339 – 45

MERCK LABORATORY. The Merck Manual: Diseases due to irritant gases and others chemicals. Capítulo 75. Sección 6. 1999. Págs. 1, 2.

MERCK LABORATORY. The Merck Manual: Carcinogénesis. Capítulo 302. Sección 22. 1999. Pág. 1, 2.

HANDLING AND DISPOSAL OF CHEMICAL. Prudent Practices in the Laboratory. Age: 1995.

González, FJ; Kimura S: Role of gene knockout mice in understanding the mechanisms of chemical toxicity and carcinogenesis. Cáncer lett. 1999. Sep. 143:2. Pág.. 199 – 204

Agner T, et al: Sodium lauryl sulphate for irritant patch testing a dose response study using bioengineering methods for determination of skin irritation. J Invest Dermatol. 1990 Nov; 95 (5): 543 – 7. PMID: 2230217; UI: 91037127.

GUERRERO, J. Introducción a la Higiene Industrial.

Salazar, R y Guevara M. C. Normativa ambiental sobre los desechos. Fundación Ambio, San José, 1996.

La Grega, M.D. et al. Gestión de residuos tóxicos. Volumen 1. McGraw Hill. México. 1996.

Pérez, E. Los residuos peligrosos en México. Programa Universitario de Medio Ambiente. UNAM. México. 1997.

Bravo, M. Minimización de residuos. Seminario Internacional. CYTED. Costa Rica, 1999.

Toledo, G. Residuos peligrosos. Programa Universitario de Medio Ambiente. UNAM. México. 1996.

Brumblay, Ray Análisis Cuantitativo. Compañía Editorial S.A., México. 1980.

Nordmann, Joseph. Análisis cuantitativo y química inorgánica. Compañía Editorial S.A., México. 1980.

<http://lauca.usach.cl/ima/buenambiente/REALINVEN11.htm>. <http://www.nmsu.edu/safety/programs/labsafety/1safguide/toc.htm>

<http://español.geocities.com/apapquimico/cap9.htm1>.

Hilda Quesada Carvajal, Juan Carlos Salas Jiménez. Propuesta de manejo de los desechos peligrosos en los laboratorios del TEC. Extraído el 15 de julio de 2011, de <http://español.geocities.com/apapquimico/cap9.htm1>.

geocities.com/eqapquimico/cap9.htm
Hilda Quesada Carvajal, Juan Carlos Salas Jiménez. Propuesta de manejo de los desechos peligrosos en los laboratorios del TEC. Extraído el 15 de julio de 2011, de <http://español.geocities.com/eqapquimico/cap9.htm>

<http://español.geocities.com/eqapquimico/cap9.htm>

<http://www.usach.cl/ima/buenambiente/REALINVENT11.htm> http://www.nmsu.edu/safe/ty/programs/labafety/saf_guide.toc.htm

Nordmann, Joseph. Análisis cuantitativo y química inorgánica. Compañía Editorial S.A., México. 1980.

Brumbyay, Ray Análisis Cuantitativo. Compañía Editorial S.A., México. 1980.

Toloba, G. Residuos peligrosos. Programa Universitario de Medio Ambiente. UNAM. México. 1996.

Bravo, M. Minimización de residuos. Seminario Internacional. CYTED. Costa Rica. 1999.

Pérez, E. Los residuos peligrosos en México. Programa Universitario de Medio Ambiente. UNAM. México. 1997.

La Orega, M.D. et al. Gestión de residuos tóxicos. Volumen 1. McGraw Hill. México. 1996.

Salazar, R y Quevada M. C. Normativa ambiental sobre los desechos. Fundación Ambio. San José. 1998.

GUERRERO, J. Introducción a la Higiene Industrial.

95 (5) : 543 - 7. PMID: 2230217; UI: 91037127.

bioengineering methods for determination of skin irritation. J Invest Dermatol. 1990 Nov; 95 (5) : 543 - 7. PMID: 2230217; UI: 91037127.

Agar, T. et al: Sodium lauryl sulphate for irritant patch testing a dose response study using chemical toxicity and carcinogenesis. Cancer Lett. 1999; Sep. 143(2): 199-204

Gonías, FJ, Kimura S. Role of gene knockout mice in understanding the mechanisms of chemical toxicity and carcinogenesis. Cancer Lett. 1999; Sep. 143(2): 199-204

Handling and disposal of chemical. Protocols Practices in the Laboratory Age. 1995.

chemicals. Capítulo 75. Sección 6. 1999. Págs. 1, 2.

MERCK LABORATORY. The Merck Manual. Carcinogenesis. Capítulo 302. Sección 122.

chemicals. Capítulo 75. Sección 6. 1999. Págs. 1, 2.

MERCK LABORATORY. The Merck Manual. Diseases due to irritant gases and others.

col Ind Health. 1999; April 15; 3-4. Págs. 239-45.

ANDERSON, RC, Anderson, JH: Sensory irritation and multiple chemical sensitivity. Toxi.

April. 1993; 3-4. Págs. 331-830

MEGGS WJ: Mechanisms of allergy and chemical sensitivity. Toxicol Ind Health. 1999.

MERCK LABORATORY. The Merck Manual.