

MANEJO DE REACTIVOS QUÍMICOS EN LOS LABORATORIOS DE NIVEL MEDIO SUPERIOR DEL IPN

Patricia Robles Madrigal

CECyT “Miguel Othón de Mendizábal”. Instituto Politécnico Nacional
paroma.tutora10@gmail.com

José David Chalini Herrera

CECyT “Miguel Othón de Mendizábal”. Instituto Politécnico Nacional
dchalini@yahoo.com.mx

Araceli Moreno Ibarra

CECyT “Gonzalo Vázquez Vela”. Instituto Politécnico Nacional
aramoiba@yahoo.com.mx

Abstract

Al diseñar una práctica de laboratorio de unidades de aprendizaje del área químico-biológica, los profesores politécnicos seleccionan los reactivos menos tóxicos, sin embargo, durante el desarrollo de algunas de ellas en los CECyT's 1 y 6, se generan residuos de: precipitación de sustancias químicas; soluciones con pH ácido y alcalino; cultivos microbiológicos, soluciones de tinción microbiana y gases de reacción, entre otros, motivo por el cual los alumnos deben contar con un procedimiento de separación responsable de los residuos para facilitar su tratamiento y disposición final, para ello es conveniente desarrollar procesos y procedimientos para capacitar a los alumnos en la prevención del riesgo humano y ambiental por manejo y generación de sustancias químicas.

Palabras clave: Laboratorio químico, residuos químicos, riesgos, disposición, salud, medio ambiente.

En los laboratorios de Química, Biología, Tecnología Química y Microbiología de los CECyT's se utilizan reactivos químicos para el desarrollo de las prácticas y en varias de ellas se generan residuos químicos, motivo por el cual como profesores del Instituto Politécnico Nacional, es conveniente informar, conducir y verificar que los estudiantes desde el Nivel Medio Superior, den el uso adecuado a los

mismos para minimizar daños a su salud y al medio ambiente.

Motivo por el cual compartiremos algunas experiencias obtenidas en el CECyT 1 y CECyT 6, para que los alumnos utilicen los reactivos químicos y para que apliquen un plan de manejo y disposición adecuada de los residuos peligrosos sólidos, semisólidos y líquidos generados en sus prácticas de laboratorio, con la finalidad de que conozcan

aspectos de la legislación ambiental a través de su clasificación y correcto almacenamiento temporal para su disposición final.

Manahan (2006) afirma que: *“El mayor desafío que enfrenta la humanidad en la era moderna es la preservación del Planeta Tierra como un lugar hospitalario para la vida humana y para todas las otras formas de vida”*. En el desarrollo de la humanidad se han modificado los equilibrios ecológicos. Se ha contaminado el agua y el aire de algunas áreas urbanas como la Ciudad de México volviéndose el entorno peligroso para la salud humana. Los residuos se han dispersado en la tierra y en los océanos dejando tóxicos para las generaciones futuras, de aquí que en varias naciones se han tomado medidas que atenúan la generación de contaminantes y reducen el consumo de los recursos no renovables; sin embargo, la solución de este problema ha sido mínima.

Manejo de reactivos químicos en el laboratorio

Se denomina reactivo o reaccionante a cualquier sustancia que se consume en un proceso químico, ya sea la obtenida de un productor o la preparada en forma de soluciones por los profesores o estudiantes. Los reactivos comerciales poseen diferentes grados de pureza, según las necesidades. En los laboratorios de los CECyT's los que clasifican como grado técnico comercial o industrial, grado analítico y grado estándar primario. (Brown y Sallee, 2009, p.20-21).

Recomendaciones para el trabajo en el laboratorio

Entre las principales recomendaciones para realizar prácticas de laboratorio en los CECyT's del IPN se encuentran las siguientes:

- Utilizar equipo de protección personal como son; bata, lentes de seguridad, cofia, cubrebocas, mascarilla de humos,

zapatos de seguridad, guantes adecuados.

- Mantener limpia y ordenada cada área de trabajo.
- Elegir el reactivo con el grado adecuado.
- No introducir espátulas o cucharas dentro del recipiente.
- Tapar el recipiente inmediatamente después de vaciar la cantidad apropiada, sin permitir que la tapa se ponga en contacto con ninguna superficie.
- No devolver al recipiente original el reactivo sobrante.
- Como costumbre se debe leer la etiqueta antes de utilizar el reactivo.
- Las soluciones se almacenan en frascos con tapa hermética o en frascos con gotero.
- No oler los vapores que provienen de recipientes con líquidos volátiles.
- No consumir alimentos ni bebidas refrescantes durante las prácticas.
- No tirar los desechos como productos de las reacciones y los reactivos sobrantes en las tarjas o botes de basura.
- Muchos reactivos son tóxicos y otros corrosivos, en caso de contacto con la piel, enjuagar con abundante agua.
- Trabajar en las campanas de extracción de humos ya que todo proceso genera gases tóxicos

Símbolos de riesgo

Para manejar con seguridad las sustancias químicas se han ideado diversos sistemas convencionales para identificarlas y determinar los riesgos asociados con su manejo. (Osorio 2009, p.20). Los sistemas más conocidos son:

- Número de la Organización de Naciones Unidas (ONU) y número de riesgo.
- Diamante de las National Fire Protection Association (NFPA).

- Hoja de datos de seguridad de materiales (MSDN).

Número de la ONU y número de riesgo

Para la asignación de los códigos de riesgo los fabricantes y proveedores de reactivos químicos utilizan los criterios que se listan a continuación y que imprimen en las etiquetas correspondientes:

- 1.- Explosividad.
- 2.- Emisión de gases debido a la presión o a reacción química.
- 3.- Inflamabilidad de líquidos y de gases que experimentan calentamiento espontáneo.
- 4.- Inflamabilidad de sólidos o de sólidos que experimentan calentamiento espontáneo.
- 5.- Efecto oxidante (comburente).
- 6.- Toxicidad o riesgo de infección.
- 7.- Radiactividad.
- 8.- Corrosividad.
- 9.- Sustancia miscelánea peligrosa.

Por ejemplo el Ácido clorhídrico que es muy utilizado en los laboratorios de los CECyT's tiene muestra en su etiqueta el número 1789, el cual es reconocido internacionalmente.

Diamante de la National Fire Protection Association (NFPA)

Es un sistema que representa visualmente la información sobre tres categorías de riesgo: salud, inflamabilidad y reactividad; identificadas y clasificadas en una escala de 0 al 4, dependiendo del grado de peligro y nivel de gravedad que presente de cada uno, como se muestra en la figura 2.

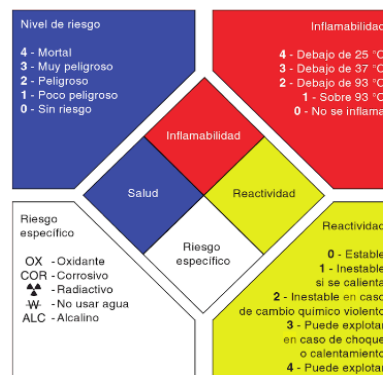


Figura 2. Diamante de la National Fire Protection Association (NFPA).

A manera de ejemplo y siendo el Ácido Clorhídrico muy utilizado en las prácticas de laboratorio de los CECyT's, en la Figura 3 se muestra la etiqueta del proveedor en la que se observa que: el nivel de riesgo a la salud es del número, lo que corresponde a muy peligroso; en cuanto a la inflamabilidad y reactividad el proveedor especifica en ambos casos un 0 esto corresponde a que el reactivo no se inflama y es muy estable respectivamente; además en el rombo blanco que corresponde a un riesgo específico el proveedor en la parte inferior del rombo imprimió en un rectángulo que este ácido es corrosivo.

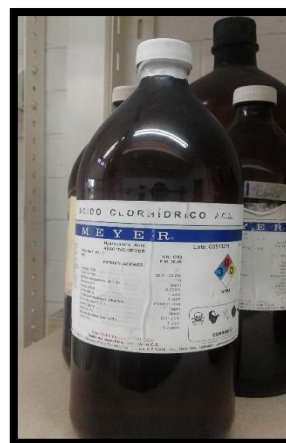


Figura 3. Frasco de HCl que muestra el diamante NFPA.

Hoja de datos de seguridad de materiales (MSDN)

Una hoja MSDS por sus siglas en inglés de *Material Safety Data Sheel*, es un documento que contiene información sobre los compuestos químicos, el uso, el almacenaje, el manejo, los procedimientos de emergencia y los efectos potenciales a la salud relacionados con un material peligroso, estas hojas se pueden obtener a través de las páginas del proveedor publicadas en internet como se muestra en la Figura 4 para el caso de Ácido Clorhídrico de la empresa Meyer (2008, p.2).

El propósito es informar al usuario sobre nueve categorías que describe Osorio (2009,23):

- Identificación química.
- Información sobre el fabricante.
- Ingredientes peligrosos.
- Propiedades físicas y químicas.
- Información sobre peligros de incendio y explosión.
- Información sobre su reactividad.
- Información sobre peligros para la salud.
- Precauciones para uso y manejo seguros.
- Control de la exposición y protección personal.



Figura 4. Hoja de Seguridad del HCl, de la empresa Meyer.

Código de riesgo de empresas fabricantes de reactivos químicos (pictogramas de Merck)

Estos pictogramas también aparecen en las etiquetas de los recipientes de productos químicos, como se muestra en la Figura 4. Las sustancias que exhiben estos pictogramas implican ciertos peligros y requieren precauciones especiales.

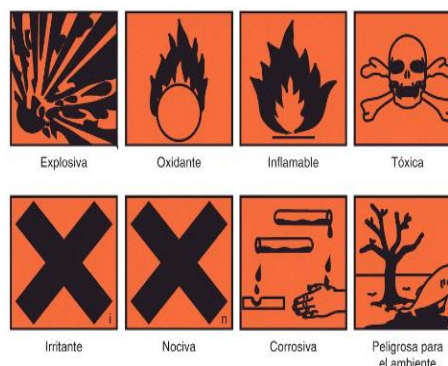


Figura 4. Pictogramas de Merck.

Clasificación de residuos químicos

Todo residuo químico con base al código CRETIB de la NOM-052 (2005, p.8-10) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos, como se listan a continuación, los cuales se representan con los pictogramas de la Figura 5:

- Corrosividad (C)
- Reactividad (R)
- Explosividad (E)
- Toxicidad Ambiental (T)
- Inflamabilidad (I)
- Biológico-Infeciosa (B)

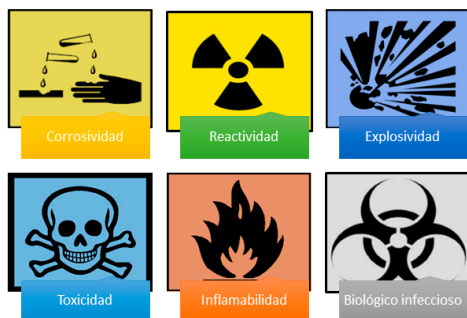


Figura 5. Pictogramas del código CRETIB.

SEMARNAT especifica que una sustancia es *corrosiva* (C) cuando una muestra representativa presenta cualquiera de las siguientes propiedades: a) Presenta un pH menor o igual a 2 o mayor o igual a 12.5. b) Al ponerse en contacto con el aire se inflama en un tiempo menor a 5 minutos, sin que exista una fuente externa de ignición. c) Cuando se pone en contacto con agua reacciona espontáneamente y genera gases inflamables en una cantidad mayor a 1 lt/kg del residuo por hora. d) Posee en su constitución cianuros o sulfuros.

Es *reactivo* (R) cuando una muestra representativa presenta cualquiera de las siguientes propiedades: a) Es un líquido o sólido que después de ponerse en contacto con el aire se inflama en un tiempo menor a cinco minutos sin que exista una fuente externa de ignición. b) Cuando se pone en contacto con agua reacciona espontáneamente y genera gases inflamables en una cantidad mayor de 1 litro por kilogramo del residuo por hora. c) En contacto con el aire y sin una fuente de energía suplementaria genera calor.

Es *explosivo* (E) cuando es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva solo o en presencia de una fuente de energía o si es calentado bajo confinamiento.

Es *Toxico ambiental* (T) cuando el extracto del Procedimiento de Extracción de Constituyentes Tóxicos (PECT) obtenido mediante el procedimiento de la NOM-053-SEMARNAT-1993, contiene cualquiera de los

constituyentes señalados en las tablas, por ejemplo: Arsénico 5.0 mg/L, Mercurio 0.2 mg/L, Plomo 5.0mg/l, Benceno 0.5 mg/L, Cloroformo 6.0mg/l.

Es *Inflamable* (I) cuando una muestra representativa presenta cualquiera de las siguientes propiedades: a) Es un líquido o una mezcla de líquidos que contienen sólidos en solución o suspensión que tiene un punto de inflamación inferior a 60.5°C. b) No es líquido y es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos a 25°C. c) Es un gas que arde a 20°C y una presión de 101.3 kPa.

Es *Biológico infeccioso* (B) de conformidad con lo que se establece en la NOM-087 de SEMARNAT-SSA1; como son sangre, tejidos, cultivos de microorganismos, objetos punzo cortantes y materiales de curación.

¿Qué residuos químicos se generan en los laboratorios de los CECyT's?

Comentaremos que al diseñar una práctica de laboratorio los profesores politécnicos seleccionan los reactivos menos tóxicos, sin embargo durante el desarrollo de algunas de ellas en los laboratorios de Química, Biología, Tecnología Química y Microbiología en los CECyT's 1 y 6, se generan residuos químicos de: precipitación de sustancias químicas; soluciones con pH ácido y alcalino; cultivos microbiológicos; reactivos y materiales de tinción microbiana y gases de reacción, es por ello que, se motiva en los alumnos la separación responsable de los residuos para facilitar su tratamiento posterior, proveyéndolos de recipientes ámbar previamente etiquetados o rotulados en los cuales depositan toda sustancia que se genere durante el desarrollo de las prácticas, y con máximo cuidado se almacenan temporalmente en un anaquel metálico que cuente con suficiente espacio y ventilación como se muestra en la figura 6.



Figura 6. Anaquel de residuos químicos en el anexo de laboratorio de Química del CECyT 6.

Estos anaqueles de almacenamiento temporal deben ubicarse ya sea dentro o lo más cercanos posibles a los laboratorios en los cuales se generan los residuos químicos, para facilitar su manejo, resguardo, supervisión y disposición final.

Los tratamientos que se dan a estos residuos consisten básicamente en; a) Neutralizar las mezclas hasta pH neutro y vestirlas en el drenaje sanitario. b) Decantar, filtrar o destilar algunos reactivos o subproductos que pueden reutilizarse en otras prácticas de laboratorio o que pueden acondicionarse para otro grupo que realice la experimentación. c) Estabilizarlos con cal, cemento portland o polímeros para limitar la solubilidad, toxicidad o movilidad del contaminante.

De igual forma los residuos de las prácticas microbiológicas se envuelven y esterilizan en autoclave antes de desecharlos en los recolectores de basura.

...Otros aspectos que algunos profesores politécnicos de los CECyT's 1 y 6 comentamos con los estudiantes es que; deben pesar o medir únicamente las cantidades de reactivos que se especifican en el manual de prácticas al demostrar una propiedad, ley o principio

químico y se motiva a que investiguen procesos para que los residuos puedan ser fuente de energía.

Otros residuos que se obtienen en las prácticas de laboratorio de los CECyT's

Durante las prácticas de laboratorio también se generan residuos de: material de laboratorio roto como se muestra en la Figura 7; recipientes de plástico; baterías alcalinas; productos caducos, entre otros, mismos que también deben rotularse, almacenarse y desecharse adecuadamente para evitar accidentes, contaminación y deterioro ambiental que dañe la salud de ciudadanos mexicanos que recolectan los residuos.

Generalmente al interior de los CECyT's se forman comisiones de profesores que se encargan de neutralizar, eliminar y confinar los residuos almacenados en cada Academia. Además, en cada Unidad Académica se ha acondicionado áreas de confinamiento de residuos químicos, los cuales posteriormente son retirados por personal de servicio externo.



Figura 7. Recolectar los vidrios de material de laboratorio roto durante las prácticas de laboratorio.

Conclusiones

Es necesario el motivar a los estudiantes desde nivel medio superior a identificar, almacenar y tratar hasta donde sean posible, los residuos químicos generados o manipulados en las prácticas de laboratorio que permitan minimizar riesgos a su salud y en el mejor de los escenarios eliminar costos técnicos relacionados con sanciones legales que dañan al ambiente como producto de una inadecuada manipulación de desechos químicos.

Es indispensable que los profesores y personal administrativo del Instituto Politécnico Nacional continúen desarrollando y actualizando procesos y procedimientos para capacitar a los alumnos en la prevención del riesgo humano y ambiental por manejo y generación de sustancias químicas.

A partir de este estudio consideramos necesario programar reuniones con profesores, personal de apoyo y asistencia a la educación, alumnos tesistas y de servicio social que estén relacionados con el manejo y generación de reactivos y soluciones químicas, así como material de vidrio roto en los laboratorios químicos, biológicos, microbiológicos y tecnológicos para dar a conocer nuestra iniciativa y compartir experiencias.

Una vez que se implemente lo anterior en más grupos de alumnos de las dos Unidades Académicas, sería conveniente comentar a profesores de otros CECyT's, de forma tal que, a corto plazo se genere conjuntamente un manual de procedimientos factible de ser normalizado administrativamente y pueda aplicarse al interior de los Centros de Estudios Científicos y Tecnológicos del Instituto.

Bibliografía y Fuentes de Consulta

- Brown, Glenn y Sallee, E. (2009). *Química cuantitativa* (3ª. Edición). México: Reverte.
- Manahan, Stanley E. (2006). *Introducción a la Química Ambiental*. México: Reverte.
- Osorio, Rubén Darío. (2009). *Manual de técnicas de laboratorio químico*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquía.
- Reactivos Química Meyer. (2008). Hoja de seguridad de Ácido Clorhídrico. Recuperada de http://reactivosmeyer.com.mx/pdf/materias/hds_5225.pdf
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. NMX-R-019-SCFI-2011 *Sistema armonizado de clasificación y comunicación de peligros de los productos químicos*.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). NOM-052-SEMARNAT-2005, *Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos*. Recuperado de <http://www.semarnat.gob.mx/leyes-y-normas/nom-residuos-peligrosos>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales- Secretaría de Salud NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, *Protección ambiental-Salud- Residuos peligrosos biológico infecciosos-Clasificación y especificaciones de manejo*. Disponible en http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/087e_colssa.html
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. NOM-CRP-001-ECOL/1993, *Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente*.
- Secretaría de Trabajo y Previsión Social. NOM-018-STPS-2015, *Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo*.