VOLUMEN 48
XXXI Verano De la Ciencia
ISSN 2395-9797
www.jovenesenlaciencia.ugto.mx

Análisis y comunicación de peligros químicos en almacenes universitarios

Analysis and communication of chemical hazards in university warehouses

Francisco Natanael Zavala-Manzano[1], Michelle Carolina Lara-Martínez[2], Juana López-Godínez[1], Jesús Jonathan Lira-Vallejo[1]
[1]División de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Guanajuato
[2]Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
jj.liravallejo@ugto.mx

Resumen

El análisis y comunicación de peligros químicos conforme a la NOM-018-STPS-2015 en el laboratorio de Microbiología de la Universidad de Guanajuato permitió inventariar 504 envases correspondientes a 435 reactivos, los cuales fueron segregados por familias químicas en los almacenes, lo que permitió la identificación y baja de 70 sustancias obsoletas. Se implementó etiquetado con códigos QR vinculados a Hojas de Datos de Seguridad y señalización con pictogramas SGA. Esta implementación de comunicación visual y digital de peligros reduce la probabilidad de accidentes y fomenta una cultura de prevención entre la comunidad universitaria, así como una adecuada gestión de riesgos en los almacenes de reactivos químicos.

Palabras clave: almacenes; comunicación; peligros; reactivos; riesgo.

Abstract

Analysis and communication of chemical hazard conducted in accordance with NOM-018-STPS-2015 at the Microbiology Laboratory of the University of Guanajuato resulted in an inventory of 504 containers containing 435 reagents, sorted by chemical family in the storage areas; 70 obsolete substances were identified and removed. QR code labeling linked to Safety Data Sheets and signage with SGA pictograms were implemented. This implementation of visual and digital hazard communication reduces the likelihood of accidents and fosters a culture of prevention among the university community, as well as proper risk management in chemical reagent storage areas.

Keywords: storage areas; communication; hazards; reagents; risk.

Introducción

Los laboratorios universitarios suelen contar con una importante cantidad de sustancias químicas que, según los programas educativos a los que están dirigidos, varían de composición y tamaño. Por tal motivo, su correcto almacenamiento exige tanto la existencia de un depósito identificado para tal fin como de elementos gráficos y de comunicación que permitan actuar inmediatamente para salvaguardar la integridad de las instalaciones, la comunidad universitaria y áreas circundantes (Rosell, 2006).

De esta forma, si se considera a los almacenes de laboratorio como un área donde pueden ocurrir accidentes que deriven en pérdidas materiales, de infraestructura o calidad de vida para los usuarios (Camacho, 2024; Martínez, 2025), queda claro que en ellos deben tomarse medidas técnicas y organizativas que minimicen la posibilidad de sufrir algún daño o efecto indeseable.

De ahí que, como mencionan Ferrer-Cribe *et al*. (2024) y González-Díaz *et al*. (2021), la evaluación de los peligros relativos a los distintos reactivos constituye una actividad necesaria para llevar a cabo su correcto almacenamiento y segura manipulación. Afortunadamente, para tal fin existe una herramienta internacional que permite establecer un mayor control en la comunicación de los peligros asociados a los productos químicos llamado Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA).

VOLUMEN 48
XXXI Verano De la Ciencia
ISSN 2395-9797
www.jovenesenlaciencia.ugto.mx

Este modelo reconoce al peligro como la capacidad intrínseca de las sustancias y sus características físicas, químicas o de toxicidad para provocar efectos adversos a los usuarios expuestos, las instalaciones o el medio ambiente y al riesgo, como la probabilidad de ocurrencia de tales efectos por exposición inadecuada a productos químicos.

Definiciones que, discutidas exhaustivamente por Ocampo *et al*. (2024), permiten resaltar que si los riesgos están relacionados con la naturaleza de los reactivos, la cantidad almacenada, el tipo y tamaño del envase, la ubicación del almacén y la distribución de sustancias dentro del mismo; la efectiva comunicación sobre las probables consecuencias de su inadecuada manipulación o indebida exposición, representan una de las estrategias más eficientes para prevenir accidentes y mitigar la posibilidad de su ocurrencia.

No obstante, para que esta consigna pueda concretarse al interior de los laboratorios, donde converge una audiencia diversa integrada por investigadores, estudiantes y visitantes, la comunicación de peligros debe transmitirse mediante el uso de pictogramas y texto en idioma y lenguaje común a los usuarios (Tarin *et al*., 2006).

Al respecto, Martín *et al*. (2023) indican que los pictogramas y la señalética no deben confundirse. Mientras que el pictograma consiste en una representación gráfica de un símbolo al interior de un rombo cuyo objetivo es comunicar información específica del peligro intrínseco de la sustancia, la señalética de seguridad es un sistema visual conformado por representaciones gráficas coloridas que atienden a la NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. Norma que establece la forma correcta de comunicar las acciones preventivas dirigidas a minimizar riesgos y accidentes sobre la salud por medio de, entre otros, el uso de equipo de protección personal (EPP).

De la identificación y comunicación de peligros químicos

El SGA como herramienta de identificación de peligros químicos fue oficialmente adoptado en México en el año 2011 como una norma de carácter voluntario que llevaba el mismo nombre. Desde entonces dejaba claros los criterios para clasificar a las sustancias químicas de acuerdo con sus peligros físicos, para la salud y el medio ambiente; estableciendo también los elementos de comunicación a través del uso de pictogramas (véase Tabla 1) y la información descrita en las Hojas de Datos de Seguridad (HDS).

***Tabla 1**. Marco de evaluación y comunicación de peligros.*

Concepto	Peligro	Comunicación
Identificación	Desde la fuente, se clasifican como peligros físicos, para la salud y ambientales.	Según las propiedades intrínsecas de la sustancia, corresponde a 9 pictogramas.
Clasificación	*Peligros físicos:* Incluye sustancias y mezclas que son explosivas, inflamables, comburentes, pirofóricas, gases a presión y que reaccionan violentamente o desprenden gases inflamables en contacto con agua.	Se distinguen en explosivo, inflamable, comburente, corrosivo y gas bajo presión. 
	Peligros para la salud: Comprenden sustancias con toxicidad aguda por inhalación, ingestión o contacto con la piel, sustancias corrosivas o irritantes, sensibilizantes respiratorios, mutagénicos, carcinogénicos, teratogénicos y aquellas que afectan órganos específicos por exposición única o repetida.	Se distinguen en tóxico, corrosivo, irritante y carcinogénico. 
	Peligros ambientales: Sustancias que representan riesgos para ecosistemas acuáticos, con efectos agudos o crónicos.	Únicamente tóxico para el medio ambiente. 

Fuente: Adaptado de la norma voluntaria NMX-R-019-SCFI-2011

Sin embargo, no fue sino hasta el año 2015 cuando, por modificaciones al marco regulatorio de comunicación de riesgo de productos químicos en el ámbito laboral, apareció la Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2015 para establecer de forma obligatoria que la comunicación de peligros debe llevarse a cabo a través de etiquetas y el uso consciente de las HDS (Guerrero-Mandujano *et al*., 2024).

Para el caso de las etiquetas, menciona Murcia (2020), estas requieren indicar el nombre de la sustancia, contener los pictogramas aplicables, la palabra de advertencia[1] y las indicaciones de peligro específico. Estas últimas, como declaración explícita de la interpretación del pictograma, ofrecen una frase descriptiva o aclaratoria de la naturaleza del peligro. Por ejemplo, para una sustancia líquida en cuyo envase se observa un peligro físico identificado por el pictograma de llama, que representa la inflamabilidad de la sustancia, la indicación de peligro podría ser: "Líquido y vapores extremadamente inflamables".

Asimismo, y cuando la etiqueta original del reactivo cumple con los anteriores requisitos, podría agregarse al envase cualquier medio alternativo que proporcione la información prevista en la HDS de la sustancia a fin de alentar el uso obligatorio de EPP o saber cómo actuar ante cualquier tipo de emergencia. Dicha acción conseguiría la efectiva comunicación del peligro intrínseco de la sustancia.

Con ello en mente, el presente trabajo tiene por objeto realizar el análisis y comunicación de peligros, conforme a la NOM-018-STPS-2015, de los reactivos existentes en el Laboratorio de Docencia de Microbiología de la División de Ciencias Naturales y Exactas.

Metodología

Para alcanzar el objetivo planteado, se siguió una secuencia lógica dividida en cuatro etapas (Figura 1).



Figura 1. Marco de evaluación de peligros.

La primera de estas consistió en la identificación de todas las sustancias albergadas en el almacén del laboratorio a fin de conocer la cantidad, capacidad y estado físico tanto de los envases como de los reactivos. Así fue posible segregarlas por su naturaleza, familias químicas y tipos de peligro asociados. De esta manera se facilitó la consecución de la segunda etapa, identificación y clasificación de peligros, con esto fue posible reubicar las sustancias de forma segura según prevé la NOM-018-STPS-2015.

Con respecto al etiquetado y señalización de sustancias, el inventario construido inicialmente suministró el insumo para la actualización de HDS y con ellas el desarrollo de códigos QR que, bajo la metodología expuesta por Lira-Vallejo *et al*., (2025) se espera que motive a que los usuarios accedan con el uso de su celular a la información correspondiente para cada reactivo.

Finalmente, la etapa de comunicación de peligros se aseguró mediante la ubicación de pictogramas en el inventario digital y sobre las repisas o estantes donde se ubicaron los reactivos por familia. Para ello se verificó el funcionamiento de cada código QR diseñado y su consistencia con el envase en el cual fue colocado; para así poder pilotear y retroalimentar la presente propuesta de marco de evaluación de peligros con apoyo del personal de laboratorio.

[1] La palabra de advertencia, que puede ser "Peligro" o "Atención", indica la gravedad o el grado relativo del peligro de la sustancia; y siendo excluyentes, deben acompañar al símbolo o pictograma correspondiente (Agencia Sueca de Productos Químicos, 2022).

Resultados y discusión

Habiendo concertado con la responsable del laboratorio la intervención de este espacio, el inventariado de 504 envases correspondientes a 435 diferentes reactivos distribuidos en el laboratorio, no solo permitió el llenado de un formato diseñado para distinguirlos según su naturaleza orgánica e inorgánica, sino también por familias químicas relacionadas y no reactivas entre ellas (Tabla 2).

Tabla 2. *Composición de sustancias inventariadas.*

Naturaleza	Familia	Reactivos	Piezas
Inorgánica	Haluros	Sales de sodio, potasio, cobre, hierro y cromo.	73
	Nitratos	Nitratos y nitritos varios.	10
	Oxidantes	Cromatos, dicromatos, permanganatos.	7
	Álcalis	Hidróxidos, carbonatos, óxidos.	9
	Ácidos	Clorhídrico, sulfúrico, fosfórico.	3
Orgánica	Alcoholes	Etanol, metanol, glicerol.	64
	Hidrocarburos y otros	Aceite mineral, formaldehído.	6
	Acetonas	Acetona	9
	Ácidos	Cítrico, málico, sulfanílico.	11
* Colorantes	Sales	Varias	70
	Alcohólicos	Sudán III	19
* Microbiología	Medio	Varios	18
	Agar	Varios	90
	Caldo	Varios	35
	Peptonas	Varias	11

Fuente: Elaboración propia.

Dicho formato consideraba además apartados para ubicar el CAS, o identificador único de sustancias, la cantidad de piezas y su capacidad en gramos o mililitros; la marca de proveedor, los pictogramas aplicables y la señalética de uso de EPP para mitigar la posibilidad de ocurrencia de sufrir un accidente. Esto último en concordancia con la información provista por las HDS, que tanto son requisitadas por la norma, como consideradas elementos imprescindibles para conocer y comunicar los peligros asociados a la manipulación del reactivo.

De esta forma, señalan Ocampo *et al*. (2024), se logran gestionar los riesgos químicos desde el control de inventario de los reactivos, la cantidad almacenada y su redistribución dentro del almacén; siendo esto la primera línea de defensa para mitigar la probabilidad de ocurrencia de accidentes.

Como consecuencia, fue posible ubicar y realizar la baja de 70 sustancias que el personal técnico reconoció no haber utilizado en los últimos años, dando paso a la liberación de espacio y reubicación de sustancias en los anaqueles existentes dentro del laboratorio de tal forma que se evitara el contacto entre compuestos que pudieran reaccionar violentamente, por ejemplo, mediante una reacción que deformara envases o propiciara la generación de vapores perceptibles como producto de reacciones químicas indeseadas.

En este contexto, la disposición propuesta no favoreció únicamente la separación entre compuestos orgánicos e inorgánicos y sus familias químicas (Tabla 3); sino que capitalizó el hecho de que el laboratorio contaba con dos estantes de acero y puertas corredizas de cristal para utilizarlos como anaqueles químicos.

Tabla 3. *Familias químicas y pictogramas más representativos.*

Reactivos	Inorgánicos	Orgánicos	Colorantes	Microbiología
Familias	Haluros	Alcoholes	Sales	Medio
	Nitratos	Hidrocarburos	Alcohólicos	Agar
	Oxidantes	Acetonas		Caldo
	Álcalis	Ácidos		Peptonas
	Ácidos			

Fuente: Elaboración propia.

En lo referente a la tercera etapa, etiquetado y señalización de sustancias, se realizaron marbetes personalizados para reactivos y los estantes que las contienen. En tanto que para los primeros se diseñó y ubicó un código QR en sus envases que ofreciera acceso a sus HDS desde cualquier celular, para los estantes se procedió a ubicar calcomanías con el pictograma más alusivo a cada familia descrita en la Tabla 3. Véanse Figura 2. y Figura 3., respectivamente.

Figura 2. Código QR diseñado.

Es importante señalar que para el diseño de códigos QR se utilizó el programa de acceso libre QRCode Monkey® y para la creación de los pictogramas Microsoft Word®; mismos que permiten realizar cualquier cambio o adición desde su almacenamiento en Google Drive®.



Figura 3. Señalización de anaqueles.

Finalmente, la implementación de los códigos QR, según describen Lira-Vallejo *et al*. (2025), complementó la comunicación de peligros al ofrecer acceso inmediato y actualizado a las HDS de cada reactivo. Condición trascendental en los laboratorios de docencia donde la población de estudiantes en formación puede no tener un conocimiento profundo de los riesgos químicos.

Por ello, el acceso digital a la información relevante descrita en las HDS permite que, en caso de emergencia o duda, cualquier usuario pueda consultar las medidas de primeros auxilios, manejo y almacenamiento, así como las recomendaciones para el control de derrames o exposición.

Por su parte, la señalización de los anaqueles (Figura 3.), con el nombre de cada familia y el pictograma más representativo, constituye un sistema de comunicación visual que complementa la etiqueta individual de cada envase. Esta señalización, alineada con la NOM-018-STPS-2015, facilita la ubicación de las sustancias y promueve la cultura de seguridad al recordar de manera constante a los usuarios los peligros asociados a cada zona de almacenamiento.

Para concluir la etapa de comunicación de peligros, se pegó y verificó el funcionamiento de cada código QR en los envases; asegurando que la HDS mostraran el EPP más adecuado para su manipulación. Posteriormente, se explicó y piloteó la propuesta metodológica a la responsable del laboratorio y sus auxiliares con objeto de asegurar la identificación y comunicación de peligros durante el desarrollo de las prácticas académicas.

Por último, se hizo entrega a la responsable del laboratorio y sus auxiliares tanto del formato de inventario, como la relación de bajas de reactivos y la carpeta digital de códigos QR para su uso y mantenimiento.

Conclusiones

El análisis y comunicación de peligros químicos, conforme a la NOM-018-STPS-2015, realizado en el laboratorio de docencia de Microbiología de la División de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad de Guanajuato, permitió identificar, clasificar y comunicar eficazmente los peligros asociados a las sustancias almacenadas.

La implementación de códigos QR vinculados a las HDS y la señalización de anaqueles con pictogramas sentaron las bases para fomentar una cultura de prevención y seguridad química entre la comunidad universitaria, atendiendo a las disposiciones de la normatividad mexicana vigente y a las recomendaciones de Ocampo *et al*. (2024) respecto a que la efectiva comunicación sobre las probables consecuencias de una inadecuada manipulación o indebida exposición representa una estrategia fundamental para evitar accidentes y mitigar la posibilidad de su ocurrencia.

Prospectivas

Derivado de los resultados de este trabajo y para fines de alcanzar el propósito de comunicación de peligros al interior del laboratorio, se sugiere:

- Implementar el uso de códigos QR como estrategia para reconocer, en tiempo real, los peligros asociados a la manipulación de reactivos en todas las prácticas de laboratorio.
- Ubicar señalética de seguridad y uso obligatorio de EPP desde el ingreso al laboratorio y hasta el cierre de práctica, como elemento formativo y profesionalizante para la comunidad estudiantil.
- Presentar a las autoridades institucionales los resultados obtenidos y valorar la conveniencia de aplicar la metodología propuesta a todos los laboratorios de enseñanza.
- Realizar un análisis de riesgo de incendio en el laboratorio que permita evaluar la idoneidad y cantidad de agentes extintores necesarios para atender cualquier incidente de conato de fuego.

Referencias

Agencia Sueca de Productos Químicos. (2022). Evaluación de peligros y riesgos de las sustancias químicas – Una introducción. KEMI.

Camacho, J. (16 de febrero de 2024). Explosión de laboratorio en Universidad de Tecámac deja seis lesionados. *Milenio*. https://www.telediario.mx/comunidad/explosion-laboratorio-uptx-deja-heridos estudiantes-tlaxcala

Ferrer-Cribe, T., Cambara-González, D., & González-Díaz, Y. (2024). Evaluación de riesgos en un Laboratorio de Química Analítica por el Método William Fine. *Tecnología Química, 44*(1), 137-148.

González-Díaz, Y., Martínez-Barbán, I., & Marín-Sánchez, D. (2021). Evaluación de riesgos químicos en un laboratorio de Química Física. *Tecnología Química, 41*(3), 567-585. https://tecnologiaquimica.uo.edu.cu/index.php/tq/article/view/5211/4684

Guerrero-Mandujano, A., Gutiérrez-Mendoza, M., Tadeo-Jalife, N. R., Sánchez-Vázquez, J. A., Huitrón-Guzmán, N. A., & Real-Ornelas, G. A. (2024). Guía para la identificación y clasificación de peligros químicos en los centros de trabajo. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 40*, 73-79. https://doi.org/10.20937/rica.54837

Lira-Vallejo, J. J., Martínez Hernández, A. C., & Miramontes Ibarra, M. (2025). Uso de Quick Response Codes en almacenes químicos universitarios. En D. Escudero-Sánchez, y D. Díaz-Rojas (Coords.), *Digitalización de la vida cotidiana* (407-429). Editorial Transdigital. https://doi.org/10.56162/transdigitalbc03.33

Martín Santín, J., Guerra Valdés, B., & Hereira Díaz, A. (2023). Comparación de los sistemas para la clasificación, Identificación y comunicación de peligros y riesgos de sustancias peligrosas. *Centro Azúcar,* 50(4), e1046. http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v50n4/2223-4861-caz-50-04-e1046.pdf

Martínez, S. (24 de agosto de 2025). Joven pierde la vista debido a un proyecto escolar sin supervisar. *La Jornada*. https://www.jornada.com.mx/2025/08/24/politica/008n1pol

Murcia Alzate, J. P. (2020). Intervención del riesgo químico mediante el Sistema Globalmente Armonizado en el comercio de sustancias peligrosas. *Revista Cultura del Cuidado Enfermería, 17*(1), 20-31. https://doi.org/10.18041/1794-5232/cultrua.2020v17n1.7203

Ocampo Vásquez, J. W., Ripoll Sepúlveda, J. D., & Narváez Benjumea, J. G. (2024). *Gestión de Riesgos Químicos. Fundamentos conceptuales*. Red educativa Digital Descartes.

Rosell Farrás, M. G. (2006). Seguridad en el laboratorio: almacenamiento de productos químicos. *Notas Técnicas de Prevención, 21.*

Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2015). Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo. Diario Oficial de la Federación. Ciudad de México, México.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2008). Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. Diario Oficial de la Federación. Ciudad de México, México.

Tarin Sanchíz, S., Huici Montagud, A., & Guardino Solá, X. (2006). Clasificación y etiquetado de productos químicos: sistema mundialmente armonizado (GHS). *Notas Técnicas de Prevención, 21*.