https://doi.org/10.69639/arandu.v13i4.2704

Cambios en la percepción y consulta declarada de las Hojas de Datos de Seguridad después de una intervención educativa

Changes in Perceptions and Self-Reported Use of Safety Data Sheets Following an Educational Intervention

Jesús Jonathan Lira Vallejo
jj.liravallejo@ugto.mx
https://orcid.org/0000-0003-0996-4933
Universidad de Guanajuato
México – Guanajuato

Juana López Godínez
godinez@ugto.mx
Universidad de Guanajuato
México – Guanajuato

Laura Elena Zárate Negrete
lezarate@ugto.mx
https://orcid.org/0000-0001-7520-8314
Universidad de Guanajuato
México – Guanajuato

Bernardo Bañuelos-Hernández
berbanher@gmail.com
https://orcid.org/0000-0003-4399-0887
Universidad La Salle Bajío
México – Guanajuato

Artículo recibido: 10 septiembre 2026- Aceptado para publicación:16 octubre 2026
Conflictos de intereses: Ninguno que declarar.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar los cambios en la percepción de estudiantes de Biología Experimental sobre la utilidad, consulta y uso de las Hojas de Datos de Seguridad (HDS) después de una intervención de enseñanza-aprendizaje basada en la organización de sus secciones en bloques funcionales. Se realizó un estudio cuantitativo cuasi experimental con diseño pretest-postest de un solo grupo. Participaron 32 estudiantes del curso de Biología Celular de la Universidad de Guanajuato, México. La intervención integró la consulta e interpretación de las 16 secciones de las HDS, organizadas en cuatro bloques funcionales, durante las prácticas de laboratorio. Se aplicó antes y después de la intervención un cuestionario de cinco ítems tipo Likert. Las respuestas se analizaron individualmente mediante pruebas t de Student para muestras relacionadas. Se observaron incrementos significativos en la percepción de las HDS como apoyo para la manipulación segura (4.13 a 5.00), en su consulta declarada (3.19 a 4.63) y en la necesidad percibida de conocer su contenido (3.81 a 4.94; $p < 0.001$). Asimismo, disminuyó el acuerdo con obtener información mediante fuentes distintas de las HDS (3.50 a 1.19; $p < 0.001$). La percepción

sobre su disponibilidad en el lugar de trabajo no mostró diferencias significativas (p = 0.174). Los resultados muestran cambios posteriores a la intervención en la valoración y consulta declarada de las HDS, aunque el diseño del estudio no permite establecer una relación causal ni determinar cambios objetivos en las conductas de consulta.

Palabras clave: Hojas de Datos de Seguridad, seguridad química, educación universitaria, enseñanza de laboratorio, comunicación de peligros

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate changes in Experimental Biology students' perceptions of the usefulness, consultation, and use of Safety Data Sheets (SDSs) following a teaching-learning intervention based on organizing their sections into functional blocks. A quantitative quasi-experimental study with a single-group pretest-posttest design was conducted. Thirty-two students enrolled in the Cell Biology course at the University of Guanajuato, Mexico, participated. The intervention incorporated the consultation and interpretation of the 16 sections of the SDS, organized into four functional blocks, during laboratory sessions. A five-item Likert-type questionnaire was administered before and after the intervention. Responses were analyzed individually using Student's t-tests for paired samples. Significant increases were observed in the perception of the SDS as a support for safe handling (4.13 to 5.00), in reported consultation of the SDS (3.19 to 4.63), and in the perceived need to know its content (3.81 to 4.94; $p < 0.001$). Likewise, agreement with obtaining information from sources other than the HDS decreased (3.50 to 1.19; $p < 0.001$). Perceptions regarding their availability in the workplace showed no significant differences ($p = 0.174$). The results show post-intervention changes in the reported assessment and consultation of SDS, although the study design does not allow for establishing a causal relationship or determining objective changes in consultation behaviors.

Keywords: Safety Data Sheets, chemical safety, college education, laboratory instruction, hazard communication

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Atribution 4.0 International.

INTRODUCCIÓN

La introducción cumple la función de presentar al lector el tema de investigación. Con cada párrafo que se vaya elaborando se expresarán ideas que acercarán al lector a comprender mejor el problema de investigación, la justificación y la relevancia del tema, sus antecedentes, las teorías fundantes en las que se enmarca el estudio y finalmente el objetivo u objetivos del trabajo de investigación.

Las etiquetas y las Hojas de Datos de Seguridad (HDS) constituyen herramientas fundamentales para comunicar los peligros y las medidas de precaución asociadas con la manipulación de sustancias químicas (Kularatne, 2025). En el marco del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (GHS), las HDS presentan información estructurada que busca facilitar la comunicación de los peligros químicos y proporcionar a los usuarios elementos para su manejo seguro (DeMasi et al., 2022). Su estructura comprende 16 secciones organizadas para presentar, en un orden definido, información sobre las propiedades de las sustancias, sus peligros y las medidas asociadas con su manipulación (Adamo et al., 2026; Mendoza e Ize, 2017).

Esta organización busca facilitar el acceso a información relevante para la toma de decisiones y contribuir al cumplimiento de responsabilidades relacionadas con la comunicación de peligros (Ho y Tenkate, 2024). Sin embargo, la disponibilidad de esta información no garantiza necesariamente su adecuada comprensión y utilización, pues se han documentado dificultades de interpretación y usabilidad de las HDS (Phillips et al., 1999; Bouchard, 2007; Prasetyo y Windiastuti, 2025).

Los hallazgos reportados por Lee et al. (2024) y Kwon et al. (2025) sugieren que el uso e interpretación de las HDS implican exigencias cognitivas y operativas para sus usuarios. Aunque estas dificultades han recibido atención en distintos entornos laborales y de laboratorio, su estudio en contextos educativos universitarios continúa siendo relevante, particularmente entre estudiantes que comienzan a manipular sustancias químicas como parte de su formación profesional (Reina y Reina, 2021).

Como estrategia para organizar su contenido, Guerrero-Mandujano et al. (2024) proponen abordar las 16 secciones mediante cuatro bloques: información e identificación, información de emergencias, información de manejo y precauciones e información complementaria (Figura 1).

Figura 1

Organización de las secciones de las HDS en bloques funcionales

<table>
<tr><td>1.</td><td>Identificación del producto y del fabricante</td><td rowspan="3">Información de identificación</td><td>7.</td><td>Manipulación y almacenamiento</td><td rowspan="4">Inf. de manejo y precauciones</td></tr>
<tr><td>2.</td><td>Identificación del peligro o peligros</td><td>8.</td><td>Control de exposición/ Equipo de protección personal</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3.</td><td rowspan="2">Composición o información de componentes</td><td>9.</td><td>Propiedades físicas y químicas</td></tr>
<tr><td>10.</td><td>Estabilidad y reactividad</td></tr>
<tr><td>4.</td><td>Primeros auxilios</td><td rowspan="4">Información de emergencias</td><td>11.</td><td>Información toxicológica</td><td rowspan="6">Información complementaria</td></tr>
<tr><td>5.</td><td>Medidas contra incendios</td><td>12.</td><td>Información ecotoxicológica</td></tr>
<tr><td rowspan="3">6.</td><td rowspan="3">Medidas que deben tomarse en caso de derrame o fuga accidental</td><td>13.</td><td>Información relativa a la eliminación de los productos</td></tr>
<tr><td>14.</td><td>Información relativa al transporte</td></tr>
<tr><td>15.</td><td>Información sobre la reglamentación</td></tr>
<tr><td>16.</td><td>Otras informaciones (actualizaciones de las HDS)</td></tr>
</table>

Nota: Tomado de Guerrero-Mandujano (2024, p. 76)

Estos bloques agrupan la identificación de los peligros inherentes a la sustancia (secciones 1 a 3), la información asociada con situaciones de emergencia (4 a 6), las medidas relacionadas con su manipulación o almacenamiento (7 a 10) y la información complementaria sobre aspectos toxicológicos, ecológicos, regulatorios y de eliminación (11 a 16). Esta organización puede facilitar la consulta de las HDS entre usuarios con conocimientos básicos sobre manipulación de productos químicos (Moraru et al., 2022). Su aprovechamiento adecuado contribuye a la gestión segura de productos y residuos químicos y puede apoyar el cumplimiento de los requisitos regulatorios aplicables (Ibragimov, 2024).

Esta organización en bloques funcionales adquiere especial relevancia en los laboratorios de enseñanza, donde la diversidad de prácticas exige la manipulación de un amplio abanico de productos químicos (Kwon et al., 2025; Prasetyo y Windiastuti, 2025). En estos espacios, la realización de actividades experimentales sin información suficiente sobre los peligros y las medidas de precaución puede incrementar el riesgo de accidentes (Ibragimov, 2024).

En este contexto, la incorporación de las HDS a los procesos de enseñanza-aprendizaje puede constituir una estrategia para familiarizar a los estudiantes con su estructura, contenido y aplicación durante la manipulación de sustancias químicas. Particularmente, la organización de sus 16 secciones en bloques funcionales puede facilitar el reconocimiento y localización de la información necesaria para identificar peligros, responder ante emergencias, establecer precauciones de manejo y consultar información complementaria.

De esta manera, la enseñanza de las HDS puede orientarse no solo a reconocer su existencia, sino al desarrollo de habilidades para localizar, interpretar y utilizar la información que contienen.

La digitalización también ha ampliado las posibilidades de acceso a las HDS. Diversos trabajos han documentado el uso de códigos QR para facilitar la consulta de información asociada

con productos y reactivos químicos (Artemova et al., 2022; Fenton et al., 2023; Lira-Vallejo et al., 2025). Sin embargo, facilitar el acceso a una HDS no garantiza que el usuario pueda localizar, interpretar y utilizar adecuadamente la información que contiene.

Así, el problema asociado a las HDS no se limita a su disponibilidad física o digital, sino que comprende también su accesibilidad cognitiva, entendida en este estudio como la capacidad del usuario para localizar, comprender y utilizar correctamente la información que contienen. En estudiantes de ciencias químicas, esta consideración plantea la necesidad de incorporar estrategias de enseñanza-aprendizaje que favorezcan no solo la consulta de las HDS, sino también la interpretación y aplicación de su contenido durante su formación experimental.

Con base en este planteamiento, se realizó una intervención de enseñanza-aprendizaje orientada al reconocimiento de la estructura de las HDS y a la localización, interpretación y utilización de la información contenida en sus diferentes secciones.

Por tal motivo, el objetivo de este estudio fue evaluar los cambios en la percepción de estudiantes de Biología Experimental sobre la utilidad, consulta y uso de las HDS después de una intervención de enseñanza-aprendizaje basada en la organización de sus secciones en bloques funcionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del estudio

Se realizó un estudio cuantitativo con diseño cuasi experimental de un solo grupo y mediciones pretest-postest. Se implementó una intervención de enseñanza-aprendizaje orientada a favorecer la localización, interpretación y aplicación de la información contenida en las HDS.

La intervención abordó las 16 secciones de las HDS mediante cuatro bloques funcionales: información e identificación, información de emergencias, manejo y precauciones e información complementaria. Los participantes fueron evaluados antes y después de la intervención mediante el mismo instrumento, con el propósito de identificar cambios en su percepción sobre la utilidad, consulta y uso de las HDS.

Participantes y contexto del estudio

Se realizó un muestreo por conveniencia. Participaron 32 estudiantes de primera inscripción del curso de Biología Celular, correspondientes al periodo agosto-diciembre 2025, pertenecientes al programa educativo de Biología Experimental de la División de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad de Guanajuato, México. Los 32 participantes completaron las mediciones pretest y postest.

Intervención de enseñanza-aprendizaje

Para la intervención se consideró el desarrollo de las 11 prácticas descritas en el Manual del curso (Tabla 1). Mismo que contiene, por práctica, el objetivo, fundamento, material y

reactivos, metodología, resultados, conclusión y cuestionario; así como un área de referencias para complementar con al menos cinco fuentes en formato APA 7.

Tabla 1

Prácticas de laboratorio de Biología Celular

Número de Práctica	Descripción
1	Cuidado, mantenimiento y uso del microscopio
2	Tinción de células eucarióticas
3	Observación de células procariotas y eucariotas
4	Identificación de biomoléculas en los alimentos
5	Desnaturalización de proteínas
6	Permeabilidad celular
7	¿Oxidación igual a vejez?
8	Observación de cloroplastos, cromoplastos y amiloplastos
9	Fotosíntesis
10	Obtención de DNA y Observación de Núcleo eucariótico
11	Mitosis

Nota: Tomado de Manual de Prácticas de Laboratorio Biología Celular.

Durante las prácticas de laboratorio del curso de Biología Celular, los estudiantes utilizaron las HDS organizadas conceptualmente en los cuatro bloques funcionales para localizar información relacionada con la identificación de peligros químicos, medidas de actuación ante derrames, equipo de protección personal y disposición de residuos.

Puntualmente, para el apartado de reactivos se tiene instrucción de consultar las HDS de las sustancias antes de utilizarlas. Identificar los peligros químicos y sus pictogramas y reconocer el EPP específico para el desarrollo de la práctica.

Durante tales sesiones, los estudiantes tenían oportunidad de seguir observando y trabajando con las HDS desde sus dispositivos móviles; así tanto aseguraban la localización de los distintos bloques funcionales como su uso e interpretación para, por ejemplo, separar o disponer los residuos peligrosos conforme a lo requisitado por el Comité Institucional de Seguridad e Higiene.

Instrumento de evaluación

Se utilizó un cuestionario integrado por cinco ítems con formato de respuesta tipo Likert, administrado mediante Microsoft Forms®. Las opciones se codificaron de 1 a 5, donde 1 correspondió a totalmente en desacuerdo, 2 a en desacuerdo, 3 a neutral, 4 a de acuerdo y 5 a totalmente de acuerdo.

Los ítems evaluados fueron:

P1. La Hoja de Datos de Seguridad (HDS) favorece la manipulación segura de reactivos químicos en laboratorio.

P2. Consulto la HDS cuando trabajo con sustancias químicas.

P3. Obtengo información de las sustancias que manipulo a través de fuentes distintas a las HDS.

P4. Las HDS deberían estar disponibles en el lugar de trabajo.

P5. Siento la necesidad de conocer el contenido de la HDS.

El cuestionario se aplicó antes del inicio de la intervención y nuevamente al término del curso. Los ítems fueron analizados individualmente y, por tanto, no se consideraron en este estudio como una escala psicométrica destinada a medir un único constructo.

Procedimiento y emparejamiento de datos

Las respuestas obtenidas en ambas mediciones fueron emparejadas individualmente mediante los datos de identificación recabados en el formulario. Una vez efectuado el emparejamiento, los datos de identificación personal fueron excluidos de la base empleada para el análisis. De esta forma, el análisis se realizó exclusivamente con los 32 pares completos y sin información directamente identificable.

Análisis estadístico

Se calcularon las medias correspondientes al pretest y postest y, para cada ítem, la diferencia media postest-pretest. Debido al carácter emparejado de las observaciones, las comparaciones se efectuaron mediante pruebas t de student para muestras relacionadas sobre los 32 pares completos. Se utilizaron pruebas bilaterales y un nivel de confianza de 95%.

Para cada comparación se reportaron el estadístico t, 31 grados de libertad y el valor p. La interpretación estadística se complementó con la dirección y magnitud de los cambios observados en cada ítem.

Dado que las respuestas corresponden a categorías ordinales tipo Likert y que cada ítem fue considerado individualmente, los resultados inferenciales deben interpretarse con prudencia y en conjunto con la distribución de los cambios individuales.

RESULTADOS

Los cinco ítems representaron dimensiones diferentes de la relación de los estudiantes con las HDS: percepción de utilidad para la manipulación segura (P1), consulta declarada (P2), utilización declarada de fuentes distintas de las HDS (P3), percepción sobre su disponibilidad en el lugar de trabajo (P4) y necesidad percibida de conocer su contenido (P5).

Es importante considerar que P3 presenta una dirección interpretativa diferente a los demás. Una disminución en su puntuación representa un menor acuerdo con obtener información mediante fuentes distintas de las HDS, mientras que en P1, P2, P4 y P5 las puntuaciones más elevadas representan un mayor grado de acuerdo con la afirmación correspondiente.

Los 32 participantes completaron tanto el pretest como el postest. Las respuestas fueron emparejadas individualmente para examinar el cambio entre ambas mediciones. Se identificaron

diferencias estadísticamente significativas en P1, P2, P3 y P5. P4 fue el único ítem que no presentó una diferencia estadísticamente significativa (véase Tabla 2).

Tabla 2

Comparación de las respuestas pretest-postest

Ítem	Media pretest	Media postet	Cambio	DS del cambio	*t*(31)	p
P1	4.13	5.00	0.88	1.21	4.09	<.001
P2	3.19	4.63	1.44	1.11	7.36	<.001
P3	3.50	1.19	-2.31	1.18	-11.12	<.001
P4	4.72	4.97	0.25	1.02	1.39	.174
P5	3.81	4.94	1.13	1.18	5.37	<.001

Nota: DE=desviación estándar de las diferencias postest-pretest. Cambio=media postest − media pretest. n=32. Datos procedentes de los valores consignados en el manuscrito original.

Percepción de las HDS como herramienta para la manipulación segura

En P1,*"La Hoja de Datos de Seguridad (HDS) favorece la manipulación segura de reactivos químicos en laboratorio"*, la media aumentó de 4.13 en el pretest a 5.00 en el postest. En términos individuales, 15 estudiantes aumentaron su puntuación y 17 mantuvieron la respuesta inicial; ninguno presentó una disminución. La diferencia media fue de 0.88 puntos y resultó estadísticamente significativa. $t(31)=4.09$, $p<0.001$.

La puntuación inicial ya era elevada y en el postest todos los participantes seleccionaron la categoría máxima. Por tanto, la ausencia de variabilidad se refiere exclusivamente a la distribución de las respuestas en el postest. Esto no contradice la significación de la comparación pretest-postest, dado que el análisis pareado considera las diferencias observadas dentro de cada participante.

Asimismo, la concentración de todas las puntuaciones postest en el valor máximo indica un efecto techo, que limita la capacidad del ítem para identificar incrementos posteriores.

Consulta de las HDS durante el trabajo con sustancias químicas

P2,*"Consulto la HDS cuando trabajo con sustancias químicas"*, presentó uno de los cambios más claros. La diferencia resultó estadísticamente significativa, $t(31)=7.36$, $p<0.001$. De los 32 participantes, 25 aumentaron su puntuación, seis permanecieron sin cambio y únicamente uno presentó una disminución.

Este resultado es particularmente relevante para el objetivo del estudio porque P2 se aproxima al uso declarado de la HDS, y no exclusivamente a una valoración abstracta de su importancia. El incremento observado es compatible con una mayor disposición auto informada a consultar las HDS después de la intervención.

Sin embargo, debido a que el ítem mide una declaración de los participantes y no una conducta observada directamente, el resultado debe interpretarse como un cambio en el uso declarado, y no como evidencia de que aumentó objetivamente la frecuencia real de consulta.

Utilización de fuentes diferentes a las HDS

P3, *"Obtengo información de las sustancias que manipulo a través de fuentes distintas a las HDS"* disminuyó de 3.50 a 1.19. La diferencia media fue de -2.31 puntos y resultó estadísticamente significativa, $t(31)=-11.12$, $p<.001$. Treinta participantes redujeron su puntuación y dos permanecieron sin cambio

El signo negativo no representa un deterioro. La dirección semántica de P3 es inversa a la de P1, P2, P4 y P5. Una puntuación elevada expresa mayor acuerdo con obtener información mediante fuentes diferentes de las HDS. Por consiguiente, la disminución observada representa un menor acuerdo declarado con recurrir a ese tipo de fuentes después de la intervención.

El resultado no permite concluir que los estudiantes hayan abandonado otras fuentes de información ni evaluar la calidad o pertinencia de dichas fuentes. Únicamente demuestra un cambio marcado en la respuesta declarada respecto a la utilización de fuentes diferentes de las HDS.

Disponibilidad de las HDS en el lugar de trabajo

P4,*"Las HDS deberían estar disponibles en el lugar de trabajo"*, presentó la menor variación. La media aumentó de 4.72 a 4.97, con un cambio de 0.25 puntos. La diferencia no fue estadísticamente significativa, $t(31)=1.39$, $p=0.174$. Veintiocho estudiantes mantuvieron su puntuación, tres aumentaron y uno disminuyó.

La ausencia de una diferencia estadísticamente significativa no implica una percepción desfavorable. P4 ya presentaba la media pretest más alta, con 4.72 puntos sobre cinco, lo que dejó un margen limitado para incrementos posteriores.

En consecuencia, el resultado es compatible con un efecto techo previo a la intervención.

Este hallazgo permite, además, distinguir disponibilidad y consulta. Mientras que los participantes ya expresaban un alto acuerdo con que las HDS debían estar disponibles, la puntuación inicial correspondiente a la consulta declarada, P2, fue considerablemente menor y presentó un mayor cambio posterior.

Necesidad de conocer el contenido de las HDS

P5,*"Siento la necesidad de conocer el contenido de la HDS",* el cambio promedio fue de 1.13 puntos, estadísticamente significativo, $t(31)=5.37$, $p<0.001$. Veinte estudiantes incrementaron su puntuación y 12 permanecieron sin cambio; ninguno presentó una disminución.

Después de la intervención, los estudiantes expresaron un mayor grado de acuerdo respecto a la necesidad de conocer el contenido de las HDS. En conjunto con P2, el resultado identifica cambios convergentes en dos dimensiones relacionadas, aunque distintas: la necesidad percibida de conocer la información y la consulta declarada de las HDS.

Interpretación conjunta de los resultados

Considerados en conjunto, los cinco ítems describen un patrón consistente. P1, P2 y P5, aumentaron significativamente; P3 disminuyó de manera significativa, de acuerdo con la

dirección inversa de su formulación; y P4 fue el único ítem que no presentó una diferencia estadísticamente significativa.

En consecuencia, los valores $p < 0.001$ corresponden a P1, P2, P3 y P5, mientras que para P4, p=0.174.

Los resultados proporcionan, además, una diferenciación entre tres componentes: disponibilidad, valoración y consulta. Antes de la intervención, los estudiantes ya consideraban ampliamente que las HDS debían encontrarse disponibles. Los principales cambios posteriores se observaron en la consulta declarada, la percepción de utilidad de las HDS y la necesidad percibida de conocer su contenido.

DISCUSIÓN

Los resultados muestran cambios en cuatro de los cinco aspectos evaluados después de una intervención educativa basada en la consulta y organización funcional de las HDS. El principal hallazgo no consiste simplemente en una mejora generalizada de las puntuaciones, sino en la diferenciación entre reconocer la disponibilidad de las HDS, valorar su utilidad y declarar su consulta.

El incremento observado en P2 y P5 es coherente con el problema planteado en este estudio: disponer de información sobre seguridad química no garantiza necesariamente que los usuarios la consulten o reconozcan la necesidad de conocer su contenido. Estudios previos han documentado dificultades relacionadas con la comprensión y usabilidad de las HDS (Bouchard, 2007; DeMasi et al., 2022; Ho & Tenkate, 2024; Phillips et al., 1999). Desde esta perspectiva, la incorporación explícita de las HDS en actividades de enseñanza puede contribuir a trasladarlas desde una función exclusivamente documental hacia su utilización como recurso formativo.

P2 resulta particularmente relevante porque presentó un margen de cambio mayor que P4. Antes de la intervención, los estudiantes manifestaban un alto acuerdo con que las HDS debían estar disponibles, pero la consulta declarada se situaba en un nivel menor. Este contraste sugiere que disponibilidad y uso no son equivalentes. Un estudiante puede reconocer la importancia de disponer de información sobre seguridad sin incorporarla necesariamente a sus prácticas habituales de consulta.

Esta distinción tiene implicaciones para la digitalización de la información química. El uso de recursos como códigos QR puede facilitar el acceso a información relacionada con productos y reactivos (Artemova et al., 2022; Fenton et al., 2023; Lira-Vallejo et al., 2025; Prasetyo & Windiastuti, 2025). Sin embargo, facilitar físicamente el acceso no sustituye la necesidad de enseñar a los estudiantes a localizar, interpretar y utilizar la información disponible. Así, la accesibilidad tecnológica y la accesibilidad cognitiva pueden considerarse dimensiones complementarias.

El comportamiento de P3 también merece una interpretación cuidadosa. La disminución en la utilización declarada de fuentes diferentes de las HDS es consistente con una mayor centralidad de estas después de la intervención. Sin embargo, los resultados no justifican considerar que las HDS deban ser la única fuente de información sobre sustancias químicas. Tampoco permiten evaluar qué otras fuentes utilizaban los participantes, su confiabilidad o las razones para su consulta. Estudios posteriores podrían incorporar preguntas orientadas a identificar específicamente estas fuentes y valorar la manera en que se complementan con las HDS.

Los resultados de P1 y P4 también muestran la importancia de considerar los efectos techo en instrumentos aplicados a contenidos de seguridad. Cuando una afirmación genera un alto grado de acuerdo desde el pretest, existe poco espacio matemático para observar incrementos posteriores. La ausencia de una diferencia significativa, como ocurrió en P4, no significa que exista una percepción negativa o que la intervención haya resultado necesariamente ineficaz respecto a esa dimensión. Por el contrario, puede indicar que la característica analizada ya presentaba una valoración elevada antes de la intervención.

Desde la perspectiva pedagógica, la organización de las 16 secciones en bloques funcionales proporcionó el marco conceptual de la intervención y permitió orientar la consulta hacia información sobre identificación de peligros, emergencias, manejo, precauciones e información complementaria. Los cambios observados después de la intervención justifican continuar estudiando estrategias que inserten las HDS dentro de las actividades habituales de laboratorio, más allá de su presentación como un requisito documental.

No obstante, los resultados tampoco permiten afirmar que los estudiantes hayan desarrollado competencias objetivas para interpretar una HDS o responder apropiadamente ante un peligro químico. Para demostrar ese cambio serían necesarias evaluaciones de desempeño, por ejemplo, mediante problemas o escenarios en los cuales el estudiante tuviera que localizar e interpretar información específica de una HDS y utilizarla para tomar una decisión.

Limitaciones del estudio

Los resultados deben interpretarse considerando diversas limitaciones. En primer lugar, el estudio empleó un diseño pretest-postest con un solo grupo y sin grupo de comparación. Por esta razón, aunque se observaron cambios después de la intervención, no es posible atribuir causalmente exclusivamente dichos cambios.

En segundo lugar, se utilizó una muestra por conveniencia integrada por 32 estudiantes pertenecientes a un mismo curso y programa educativo. Por consiguiente, los resultados no deben generalizarse automáticamente a otros estudiantes, programas académicos o instituciones.

En tercer lugar, los resultados se basan en cinco ítems autoinformados. El instrumento evalúa percepciones y declaraciones de uso, pero no observa directamente la conducta de los estudiantes ni determina objetivamente su capacidad para interpretar una HDS.

En cuarto lugar, los cinco ítems fueron analizados individualmente y no existe, con la información disponible en este estudio, evidencia suficiente para tratarlos como una escala psicométrica unidimensional. Por ello, resulta metodológicamente más apropiado interpretar los resultados de cada ítem que calcular una puntuación global.

En quinto lugar, las elevadas puntuaciones iniciales en P1 y P4 redujeron el margen disponible para detectar incrementos posteriores. En P1, además, todos los participantes seleccionaron la puntuación máxima en el postest, lo que constituye un efecto techo.

Finalmente, el estudio evaluó las respuestas inmediatamente asociadas con el periodo formativo analizado y no incluyó una medición posterior que permitiera determinar la permanencia de los cambios en el tiempo.

Estas limitaciones hacen recomendable que futuras investigaciones incorporen grupos de comparación, muestras mayores y procedentes de diferentes programas educativos, instrumentos con evaluación psicométrica, mediciones de seguimiento y pruebas objetivas basadas en la resolución de situaciones relacionadas con seguridad química.

CONCLUSIONES

Después de la intervención educativa se observaron cambios consistentes en cuatro de los cinco aspectos evaluados en los 32 estudiantes participantes. Aumentaron la percepción de las HDS como apoyo para la manipulación segura, la consulta declarada y la necesidad percibida de conocer su contenido. Paralelamente, disminuyó el acuerdo con obtener información de las sustancias mediante fuentes distintas de las HDS.

La percepción sobre la necesidad de que las HDS estuvieran disponibles en el lugar de trabajo no presentó una diferencia estadísticamente significativa. Sin embargo, esta dimensión mostraba una puntuación elevada desde el pretest, por lo que existía un margen reducido para observar incrementos posteriores.

En conjunto, los resultados permiten distinguir conceptualmente entre disponer de una HDS, reconocer su utilidad y declarar su consulta. Esta diferenciación constituye uno de los principales aportes del estudio, debido a que muestra que la disponibilidad de información sobre seguridad química no necesariamente implica su utilización.

Los hallazgos apoyan la pertinencia de integrar explícitamente la consulta e interpretación de las HDS en las actividades formativas de laboratorio. No obstante, debido al diseño de un solo grupo, al tamaño y naturaleza de la muestra y al carácter autoinformado del instrumento, no puede concluirse que la intervención haya causado por sí misma una mejora en las competencias o conductas de los estudiantes.

Futuros estudios deberán complementar las medidas de percepción con evaluaciones objetivas de desempeño, grupos de comparación y mediciones de seguimiento que permitan

establecer si los cambios observados se mantienen en el tiempo y se traducen en una utilización efectiva de las HDS durante el trabajo experimental.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a la comunidad estudiantil por su colaboración en este trabajo. El contenido de este artículo es responsabilidad exclusiva de los autores y no representa necesariamente la opinión de la institución participante.

REFERENCIAS

Adamo, G., Lynch, C., Gilmore, S., Jiranantakan, T., & Dawson, A. (2026). Safety data sheets—How useful are they in managing acute non-workplace poisoning? *Toxicology Communications, 10*(1), 2629176. https://doi.org/10.1080/24734306.2026.2629176

Artemova, E. G., Shishalova, Y. S., Melnikov, S. E., Orekhova, O. E., & Nikiporets-Takigawa, G. (2022). The use of QR codes and their efficiency in the application of professional skills. *Apuntes Universitarios, 12*(1), 419–435. https://doi.org/10.17162/au.v12i1.978

Bouchard, C. (2007). Literacy and hazard communication: Ensuring workers understand the information they receive. *AAOHN Journal, 55*(1), 18–25. https://doi.org/10.1177/216507990705500103

DeMasi, A., Elston, H., & Langerman, N. (2022). Safety data sheets: Challenges for authors, expectations for end-users. *ACS Chemical Health & Safety, 29*(4), 369–377. https://doi.org/10.1021/acs.chas.2c00015

Fenton, K., Simske, S., & Luu, J. (2023). Mitigation of chemical reporting liabilities through systematic modernization of chemical hazard and safety data management systems. *ACS Omega, 8*(5), 4928–4936. https://doi.org/10.1021/acsomega.2c07244

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*, 54837. https://doi.org/10.20937/rica.54837

Ho, K., & Tenkate, T. (2024). Safety data sheets as a hazard communication tool: An assessment of suitability and readability. *Safety and Health at Work, 15*(2), 192–199. https://doi.org/10.1016/j.shaw.2024.01.006

Ibragimov, I. (2024). Safety data sheets for chemical laboratories associated with environmental engineering. *E3S Web of Conferences, 471*, 03013. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447103013

Kularatne, R. K. A. (2025). Do safety data sheets (SDS) and chemical labels effectively communicate safety hazards and precautions? An initial appraisal report with special reference to reproductive toxicant chemicals used in biotechnology applications. *Toxicology and Industrial Health*. https://doi.org/10.1177/07482337251320750

Kwon, O.-H., Sim, G.-J., Choi, S.-H., & Kim, K.-Y. (2025). Essential safety sheet in university hospital and healthcare laboratories: A comprehensive evaluation study with longitudinal impact analysis. *Healthcare, 13*(22), 2975. https://doi.org/10.3390/healthcare13222975

Lee, S., Povey, A., Seed, M., & van Tongeren, M. (2024). Inconsistent health hazard information across safety data sheets for substances in cleaning products used in healthcare centres. *Heliyon, 10*(15), e35763. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35763

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 & D. Diaz-Rojas (Coords.), *Digitalización de la vida cotidiana* (pp. 407–429). Editorial Transdigital. https://doi.org/10.56162/transdigitalbc03.33

Mendoza Cantú, A., & Ize Lema, I. A. R. (2017). Las sustancias químicas en México. Perspectivas para un manejo adecuado. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 33*(4), 719–745. https://doi.org/10.20937/rica.2017.33.04.15

Moraru, R. I., Popescu-Stelea, M., & Băbuţ, G. B. (2022). Chemical risk ranking and evaluation: Case study in a paint manufacturing company. *MATEC Web of Conferences, 373*, 00001. https://doi.org/10.1051/matecconf/202237300001

Phillips, C. C., Wallace, B. C., Hamilton, C. B., Pursley, R. T., Petty, G. C., & Bayne, C. K. (1999). The efficacy of material safety data sheets and worker acceptability. *Journal of Safety Research, 30*(2), 113–122. https://doi.org/10.1016/S0022-4375(99)00005-5

Prasetyo, A., & Windiastuti, S. (2025). Implementation of Quick Response (QR) Code on Safety Data Sheets (SDS) of chemicals to improve occupational health and safety in educational laboratories. *Berkala Penelitian Teknologi Kulit, Sepatu, Dan Produk Kulit, 24*(1), 29–40. https://doi.org/10.58533/yefw8479

Reina, M., & Reina, A. (2021). Seguridad en el laboratorio: Una aproximación práctica. *Educación Química, 32*(4), 45–58. https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.5.78772

Rizkiawalia, E., & Suherman, S. (2018). Understanding safety data sheets as a strategy to protect humans and the environment at the laboratory. *E3S Web of Conferences, 31*, 09027. https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183109027

Yazid, M. F. H. A., Ta, G. C., & Mokhtar, M. (2020). Classified chemicals in accordance with the Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals: Comparison of lists of the European Union, Japan, Malaysia and New Zealand. *Safety and Health at Work, 11*(2), 152–158. https://doi.org/10.1016/j.shaw.2020.03.002