

## Riesgos y medidas de control frente a la exposición ocupacional de agentes químicos emergentes en entornos sanitarios: análisis de tendencias y evidencias recientes

Belén Dávila<sup>1</sup>, Fanny Pastuña<sup>1</sup>, Richard Cabrera<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Maestrante Salud y Seguridad Ocupacional UNIBE.

<sup>2</sup> Director de la maestría de Salud y Seguridad Ocupacional UNIBE.

**Correspondencia:** Ana Belén Dávila Tapia

**Correo electrónico:**

belenchis-1991@hotmail.com

**Dirección:** Geranios y Av. 10 de Agosto

**Código postal:** EC010109

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0002-1745-0601>

**Teléfono:** 0995910734

**Fecha de recepción:** 09-11-2025

**Fecha de aprobación:** 02-12-2025

**Fecha de publicación:** 30-12-2025

**Membrete Bibliográfico**

Dávila A.B., Pastuña F.J., Cabrera R.A.  
"Riesgos y Medidas de Control frente a la Exposición Ocupacional de Agentes Químicos Emergentes en Entornos Sanitarios: Análisis de Tendencias y Evidencias Recientes". *Rev Médica Ateneo*, 27 (2), pag. 16-33.  
Artículo acceso abierto.

## RESUMEN

**Introducción.** el medio hospitalario alberga múltiples fuentes de exposición química que significan riesgos latentes para el personal sanitario. En los últimos años el uso de desinfectantes, esterilizantes y fármacos de uso delicado han aumentado con un especial crecimiento tras la pandemia COVID-19, lo que ha provocado preocupación por las implicaciones de salud ocupacional de los trabajadores de este sector (1,3).

**Objetivo.** Sintetizar la evidencia sobre los principales riesgos y medidas de control asociados a la exposición ocupacional a agentes químicos emergentes en entornos sanitarios.

**Metodología.** se trata de una revisión bibliográfica con análisis de documentos científicos de bases como PubMed, Scopus y

SciELO, también se revisaron documentos técnicos de organismos internacionales: NIOSH, EPA, CDC ATSDR, NCI. Se incluyeron estudios y guías publicados entre 2019 y 2025 sobre exposición a desinfectantes, fármacos peligrosos, plastificantes y esterilizantes gaseosos en personal sanitario.

**Resultados:** Se observó una asociación creciente entre los compuestos cuaternarios y patologías como asma ocupacional y dermatitis. (1,2). A su vez, los síntomas respiratorios y oculares tienen estrecha relación con las mezclas oxidantes con ácido peracético y peróxido de hidrógeno (3,4,5). Los fármacos antineoplásicos también representan un riesgo de contaminación a pesar de los controles, y el DEHP, plastificante presente en dispositivos médicos, se relaciona con alteraciones endocrinas (11,12,13). Aunque el cambio del óxido de etileno por vapor de peróxido de hidrógeno reduce el riesgo carcinogénico, requiere vigilancia ambiental (14,16).

**Discusión:** De acuerdo a la bibliografía actual, los agentes químicos emergentes que constituyen una amenaza creciente para la salud ocupacional en el ámbito sanitario son: los amonios cuaternarios, las mezclas oxidantes, los fármacos peligrosos, los plastificantes y los esterilizantes gaseosos, y se asocian con efectos respiratorios, dermatológicos y endocrinos en el personal expuesto (1,3,4,7,8,10,11,13,14,16).

**Conclusión:** La exposición a agentes químicos emergentes continúa siendo un desafío relevante para la salud ocupacional hospitalaria. Es necesario fortalecer los programas de monitoreo ambiental, la sustitución segura de compuestos, la capacitación del personal y el establecimiento de límites de exposición armonizados para garantizar entornos sanitarios adecuados.

**Palabras clave:** agentes químicos emergentes, exposición hospitalaria, medidas de control, personal sanitario, riesgos ocupacionales, seguridad y salud ocupacional.

## ABSTRACT

**Introduction:** The hospital environment harbors multiple sources of chemical exposure that pose latent risks to healthcare personnel. In recent years, the use of disinfectants, sterilants, and sensitive medications has increased, with a particularly

sharp rise following the COVID-19 pandemic, raising concerns about the occupational health implications for workers in this sector.

**Objective:** To synthesize the evidence on the main risks and control measures associated with occupational exposure to emerging chemical agents in healthcare settings.

**Methodology:** This is a literature review with analysis of scientific documents from databases such as PubMed, Scopus, and SciELO. Technical documents from international organizations were also reviewed: NIOSH, EPA, CDC, ATSDR, and NCI. Studies and guidelines published between 2019 and 2025 on exposure to disinfectants, hazardous drugs, plasticizers, and gaseous sterilants in healthcare personnel were included.

**Results:** A growing association was observed between occupational asthma and dermatitis, and quaternary ammonium compounds (1,2). Respiratory and ocular symptoms are closely related to oxidizing mixtures containing paracetic acid and hydrogen peroxide (3,4,5). Antineoplastic drugs also pose a contamination risk despite controls, and DEHP, a plasticizer present in medical devices, is linked to endocrine disruption (11,12,13). Although replacing ethylene oxide with hydrogen peroxide vapor reduces the carcinogenic risk, it requires environmental monitoring (14,16).

**Discussion:** According to current literature, emerging chemical agents that constitute a growing threat to occupational health in the healthcare sector are: quaternary ammonium compounds, oxidizing mixtures, hazardous drugs, plasticizers, and gaseous sterilants, and are associated with respiratory, dermatological, and endocrine effects in exposed personnel (1,3,4,7,8,10,11,13,14,16).

**Conclusion:** Exposure to emerging chemical agents continues to be a significant challenge for hospital occupational health. Strengthening environmental monitoring programs, ensuring safe compound substitution, staff training, and establishing harmonized exposure limits are necessary to ensure safer healthcare environments.

**Keywords:** emerging chemical agents, hospital exposure, control measures, healthcare personnel, occupational risks, occupational health and safety.

## INTRODUCCIÓN

El entorno sanitario representa un escenario laboral complejo desde el punto de vista de salud y seguridad ocupacional, ya que el trabajador tiene un alto riesgo de exposición continua a diferentes agentes biológicos, físicos y, de forma particular, a agentes químicos, esenciales en los procesos asistenciales, de limpieza, esterilización y mantenimiento. A través del tiempo siempre se ha mantenido una asociación entre el personal sanitario y los riesgos biológicos. Sin embargo, en los últimos años se ha evidenciado un efervescente crecimiento por la exposición a sustancias químicas, muchas de ellas tóxicas o persistentes en el ambiente, generando una amenaza en expansión para la salud y la seguridad [laboral](#). El personal sanitario se encuentra expuesto laboralmente a una amplia gama de sustancias químicas emergentes que pueden provocar efectos adversos para la salud a largo plazo. (1,3,24)

Entran en la definición de agentes químicos emergentes aquellos compuestos cuya aparición es reciente o se ha incrementado de forma significativa en el ámbito sanitario, sin que existan aún suficientes estudios sobre su impacto sobre la salud. Por su parte, los agentes reemergentes son sustancias conocidas cuyos riesgos vuelven a ser relevantes por la actualización en la evidencia científica toxicológica o los cambios de patrones en tanto a la exposición. Se destacan los desinfectantes de alta potencia, el látex, los compuestos de amonio cuaternario, citostáticos, los plastificantes como el di(2-etilhexil)ftalato (DEHP), el humo del electrocauterio y fármacos específicos peligrosos manipulados en las unidades clínicas. (6,10,25)

Sin duda, la evidencia científica señala al COVID-19 como un catalizador en el creciente uso de desinfectantes y esterilizantes en todos los niveles del sistema sanitario. Este aumento definitivamente generó una sobreexposición crónica del personal de limpieza, enfermería, farmacia y laboratorio a químicos potencialmente irritantes o sensibilizantes. A esta problemática se suma el uso de materiales con plastificantes y solventes orgánicos volátiles, así como la manipulación para la administración de antineoplásicos y otros medicamentos peligrosos en condiciones que no siempre cumplen los estándares de ingeniería adecuados. (5,8)

Los fundamentos científicos dejan en evidencia que la exposición a estos compuestos se encuentra en íntima relación con alteraciones respiratorias, dermatológicas, reproductivas y neurológicas. Ejemplo de ello es que se han documentado casos de asma ocupacional en personal que trabaja en contacto con

compuestos de amonio cuaternario, látex, así como irritación ocular y de vías aéreas causada por contacto con mezclas de ácido peracético y peróxido de hidrógeno. También se detallan casos en los que el uso de plastificantes como el DEHP altera el sistema endocrino y además se registra su acumulación en el organismo de los trabajadores expuestos de forma crónica. (11,13)

Las guías técnicas sobre sustancias peligrosas en el medio sanitario han sido actualizadas en los últimos años por los organismos internacionales como el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH), la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC). Estas actualizaciones incluyen nuevos criterios para fármacos antineoplásicos, plastificantes industriales y desinfectantes oxidantes, reafirmando la necesidad de fortalecer las medidas de monitoreo de exposición y prevención en los entornos sanitarios. (7,15)

Aunque el trabajo en nuevas normativas ha sido importante, las deficiencias en implementación de prácticas de controles y normativas aún son importantes. Son muchos los centros de salud que hoy en día todavía carecen de sistemas eficaces de ventilación, cabinas de seguridad o dispositivos cerrados para la manipulación de fármacos. Esto sin mencionar la falta de límites de exposición ocupacional para mezclas químicas complejas que bloquea la evaluación precisa del riesgo y con ello la creación de políticas preventivas basadas en la evidencia. (5,10).

En los últimos años se ha prestado mayor atención a la prevención de riesgos químicos, mediante la aplicación de estrategias destinadas a proteger a los profesionales de la exposición accidental y crónica. La jerarquía de estos controles tiene un rol indispensable en el manejo seguro de estos agentes, pues mediante ellos se prioriza la monitorización biológica de los trabajadores y la monitorización ambiental, la sustitución de sustancias tóxicas, el uso de medidas de ingeniería necesarias como ventilación localizada y sistemas cerrados para manipulación de sustancias específicas, la gestión administrativa para la elaboración y aplicación de protocolos estandarizados y la dotación y uso de equipos de protección personal adecuado para cada caso de las áreas de trabajo. Estos actos se encuentran entre las acciones más eficientes para mejorar la gestión de riesgos químicos. Todas estas estrategias articuladas generan un impacto positivo en las condiciones de salud ocupacional del personal sanitario. (17,19)

En este escenario, se torna indispensable analizar la evidencia científica reciente

disponible que documenta los riesgos de estos agentes químicos emergentes y reemergentes en los ambientes sanitarios, así como las medidas de control vigentes y los métodos de prevención. Esta revisión bibliográfica narrativa busca sintetizar las tendencias actuales, identificar las lagunas y destacar la necesidad de fortalecer las políticas de vigilancia ocupacional y prevención frente a un panorama creciente en torno a las sustancias químicas de uso hospitalario en los distintos ámbitos de su funcionamiento. (21,22)

## **METODOLOGÍA**

Esta investigación se trata de una revisión bibliográfica narrativa, que tiene como objetivo recopilar, analizar y sintetizar la evidencia científica reciente disponible sobre los riesgos y medidas de control frente a la exposición ocupacional a agentes químicos emergentes en entornos de atención sanitaria. El enfoque narrativo nos permitió integrar hallazgos de diferentes tipos de estudios, guías y documentos técnicos para crear una visión ampliada e integral de este fenómeno.

La búsqueda bibliográfica se realizó de manera sistematizada entre 2019 y 2025 en bases de datos de prestigio científico como PubMed, Scopus y SciELO, MedEs, Wiley Periodicals, Toxics, Journal Scientific, SAGE Journals, Salud Uninorte, Instituto de Salud Carlos III, seleccionando las de relevancia en el ámbito biomédico y salud ocupacional. Además se consultaron fuentes institucionales y técnicas reconocidas por su autoría científica y estandarizada incluyendo el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH), la Agencia de Protección Ambiental (EPA), la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IACR), el Instituto Nacional del Cáncer (NCI) y la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR).

En el proceso de análisis de información se usaron combinaciones de descriptores y términos booleanos en inglés y español como “quaternary ammonium compounds”, “paracetic acid”, “hydrogen peroxide vapor”, “hazardous drugs”, “antineoplastic contamination”, “phtahalates”, “DEHP”, “Toxicological effects”, “Chemical Risk”, “Workers who Use Chemical” “Exposure to cytostatics”, “ethylene oxide”, “occupational exposure” y “healthcare workers”. Estas expresiones se combinaron con operadores “AND” y “OR” para ampliar y restringir los resultados a la temática deseada.

Los criterios de inclusión considerados fueron publicaciones indexadas y revisadas por pares, escritas en inglés o español, directamente relacionadas con la exposición ocupacional a agentes químicos en un contexto sanitario, publicadas entre el 2019 – 2025. También se incluyeron documentos normativos, guías técnicas y reportes de evaluación de riesgo emitidos por organismos oficiales o agencias reguladoras. En contraste se excluyeron los artículos duplicados, estudios que no se centraron en entornos sanitarios, estudios con información insuficiente sobre la exposición ocupacional y aquellos que proporcionaron evidencia empírica.

El proceso de análisis, tras la lectura crítica, se basó en la clasificación que se apoyó en tres pilares fundamentales: primero, la identificación de agentes químicos emergentes o reemergentes, segundo, los riesgos para la salud asociados a estos agentes en caso de exposición ocupacional y tercero, las medidas de control o prevención documentadas. La información fue sintetizada y categorizada según su relevancia y actualidad.

La evaluación de calidad y validez de la información recopilada se tomó teniendo en cuenta la procedencia de las fuentes, el tipo de diseño, el año de publicación, la metodología y la aplicabilidad en el contexto sanitario. Se da preferencia a los artículos de acceso abierto que contengan texto completo y los documentos oficiales que establezcan criterios técnicos o normativos de referencia internacional. Finalmente, la información recopilada, se describió en los acápites de resultados y discusión, destacando las tendencias más relevantes, las discrepancias de conocimiento identificadas y las implicaciones para la gestión de riesgos químicos en la exposición del personal sanitario. Este enfoque narrativo permite integrar datos cualitativos y cuantitativos con una visión crítica y contextualizada, encaminada a fortalecer la vigilancia y prevención ocupacional en los entornos de salud.

## **RESULTADOS**

Tras la información recopilada, fue posible identificar cinco grandes grupos de agentes químicos emergentes o reemergentes con relevancia ocupacional en el entorno sanitario: 1) desinfectantes de amplio espectro, 2) fármacos peligrosos y antineoplásicos, 3) plastificantes y compuestos orgánicos, 4) esterilizadores gaseosos y 5) desinfectantes tradicionales con riesgos respiratorio.

Dentro del primer grupo, los desinfectantes de amplio espectro tenemos:

Compuestos de amonio cuaternario, utilizados en los entornos hospitalarios para la limpieza y control de infecciones. Actúan alterando la membrana celular de microorganismos, pero su uso prolongado se asocia con efectos adversos respiratorios, dermatológicos, reproductivos, malformaciones congénitas e inmunológicas, en el personal expuesto. La vía de exposición es dérmica, inhalatoria, oral y contacto. La exposición crónica a estas sustancias evidencia la necesidad de sustitución por compuestos menos sensibilizantes, ventilación adecuada y entrenamiento sobre técnicas de aplicación seguras (2).

Mezclas oxidantes (ácido peracético, peróxido de hidrógeno y ácido acético). Se usan juntos en entornos hospitalarios, para la limpieza terminal y la desinfección de equipos médicos. La vía de exposición es inhalatoria, dérmica y ocular. Se asocian a síntomas oculares, dermatológicos, del sistema nervioso y de vías respiratorias en trabajadores expuestos a estas mezclas utilizadas. A pesar de su eficacia antimicrobiana, aún no existen límites de exposición ocupacional armonizados, lo que dificulta la evaluación del riesgo. Las estrategias de control más efectivas incluyen sistemas cerrados, ventilación localizada y monitoreo ambiental continuo (4, 5).

Dentro del segundo grupo están los fármacos peligrosos y antineoplásicos, para ellos la literatura evidencia que la contaminación superficial por antineoplásicos persiste incluso en áreas con controles implementados. Dentro de las vías de exposición se destaca la inhalatoria, cutánea, digestiva por ingesta accidental y punción de agujas contaminadas. La actualización del listado NIOSH 2024 amplió el número de fármacos clasificados como peligrosos, todos con propiedades citotóxicas, mutagénicos y teratogénicos, lo que refleja la magnitud del problema. Los medicamentos analizados según la NIOSH 2024, de alto riesgo son cabergolina, clonazepam, fluconazol, plerixafor, riociguat, ziprasidona, espirolactona, topiramato, mifepristona, oxitocina, y dentro de los medicamentos antineoplásicos se encuentran los detectados en las superficies (ciclofosfamida, ifosfamida, etopósido, paclitaxel), los no detectados en las muestras ambientales (Bicalutamida, capecitabina, ciproterona, doxorubicina, flutamida, imatinib, megestrol, micofenolato de mofetilo, prednisona y tamoxifeno). Los estudios sugieren reforzar la manipulación en cabinas de seguridad biológica, la implementación de sistemas cerrados de transferencia de medicamentos y el monitoreo periódico de superficies y aire, equipos de protección personal, formación continua del personal en el manejo de citotóxicos, implementar la política

nacional de control y capacitar continuamente al personal de salud expuesto (7,8,9,23).

Dentro del cuarto grupo están los esterilizantes gaseosos tenemos el óxido de etileno aun clasificado como carcinógeno del grupo 1 por la IARC y requiere controles de ingeniería estrictos, detección de fugas forzadas. Dentro de este grupo también está el vapor de peróxido de hidrógeno que reduce los riesgos cancerígenos pero que también requiere un control de exposición a picos de concentración durante los ciclos de esterilización. La literatura refleja una transición entre el primero al segundo (14,15).

Por último, dentro del quinto grupo están los desinfectantes tradicionales y exposición respiratoria, respecto a ellos la literatura advierte que el uso combinado de cloro, glutaraldehído y técnicas de aspersión incrementa el riesgo de irritación ocular y respiratoria. Se recomienda sustituir las formulaciones volátiles por métodos de fricción controlada o sistemas cerrados. Los estudios respaldan la importancia de selección racional de desinfectantes y la estandarización de protocolos de limpieza en hospitales. (19,20)

Dentro del tercer grupo se encuentran los plastificantes, entre ellos el di(2-etilhexil)ftalato (DEHP) y otros ftalatos, considerados actualmente uno de los contaminantes más persistentes y preocupantes del entrono hospitalario. Su relevancia se explica porque el personal sanitario está expuesto de forma continua al manipular dispositivos de PVC, especialmente en bacos de sangre, unidades de hemodiálisis, áreas de neonatología y cuidados intensivos, donde el contacto con estos materiales es cotidiano.

Diversas investigaciones han comprobado que DEHP interfiere con el sistema endocrino, alterando el equilibrio hormonal y provocando posibles efectos sobre la fertilidad, el metabolismo y el desarrollo. Lo más alarmante es que sus metabolitos se han identificado en muestras biológicas del personal expuesto, lo que confirma que el compuesto se absorbe y puede acumularse en el organismo con el tiempo. Por todo ello, los plastificantes se reconocen hoy como un riesgo emergente de alta prioridad, debido a su difícil sustitución, su presencia extendida y su impacto potencial en la salud a largo plazo.

En respuesta a esta situación, organismos como la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y estudios recientes (11,13) proponen avanzar hacia el uso de

materiales libres de DEHP, promover compras hospitalarias seguras y reforzar el monitoreo ambiental y biológico del personal que trabaja en las áreas más expuestas.

Al integrar toda la evidencia científica da analizada podemos evidenciar una tendencia hacia la persistencia y diversificación de los riesgos químicos sanitarios. Los controles más eficaces identificados incluyen la sustitución de sustancia tóxicas, la instalación de sistemas de ventilación localizada, el uso de cabinas o dispositivos cerrados, el monitoreo ambiental y biológico y la capacitación continua del personal. No obstante, persisten vacíos científicos y normativos, especialmente en la definición de límites de exposición para mezclas complejas y en la evaluación a largo plazo de efectos combinados en los trabajadores de instituciones de salud. (8,14,19)

**Tabla 1. Principales agentes químicos emergentes en entornos sanitarios: riesgos y medidas de control según evidencia reciente (2019–2025)**

Grupo de agentes	Ejemplos	Efectos ocupacionales reportados	Medidas de control recomendadas	Referencias
Compuestos de amonio cuaternario (QAC)	Desinfectantes de uso hospitalario	Asma ocupacional, dermatitis de contacto, irritación respiratoria	Sustitución por formulaciones menos sensibilizantes; ventilación adecuada; capacitación sobre aplicación Segura	(1,2)
Mezclas oxidantes (ácido peracético, peróxido de hidrógeno, ácido acético)	Desinfección terminal y limpieza de equipos médicos	Irritación ocular y de vías respiratorias; síntomas agudos en personal expuesto	Sistemas cerrados, ventilación localizada, monitoreo ambiental y de síntomas	(3–5)
Fármacos peligrosos (antineoplásicos)	Manipulación en farmacia oncológica y unidades clínicas	Dermatitis, alteraciones hematológicas y reproductivas; contaminación superficial persistente	Uso de cabinas de bioseguridad; sistemas cerrados de transferencia (CSTD);	(8–10)

			monitoreo ambiental y biológico	
Esterilizantes gaseosos	Óxido de etileno, vapor de peróxido de hidrógeno	Irritación respiratoria, riesgo carcinogénico (EtO), síntomas mucocutáneos	Sustitución tecnológica (VHP), monitoreo ambiental continuo, ventilación forzada, control de fugas	(14–16)
Desinfectantes tradicionales	Cloro, glutaraldehído, alcoholes.	Irritación ocular y respiratoria, cefalea, sensibilización dérmica	Eliminación de técnicas de aspersion; uso de fricción controlada; ventilación y EPP adecuado	(19–21)
Plastificantes (DEHP y ftalatos)	Dispositivos de PVC en bancos de sangre, hemodiálisis y neonatología	Disrupción endocrina, alteraciones reproductivas; bioacumulación	Sustitución por materiales DEHP-free; políticas de compras seguras; evaluación toxicológica continua	(11–13)

## DISCUSIÓN

Esta revisión bibliográfica pone en evidencia hallazgos que confirman que los agentes químicos emergentes representan una amenaza creciente para la salud ocupacional en el entorno sanitario destacando: 1) desinfectantes de amplio espectro como los compuestos de amonio cuaternario y las mezclas oxidantes, 2) fármacos peligrosos y antineoplásicos, 3) plastificantes y compuestos orgánicos, 4) esterilizantes gaseosos y 5) desinfectantes tradicionales con riesgo respiratorio. Si bien la literatura reconoce los beneficios de su uso en el control de infecciones, también revela efectos adversos asociados a exposiciones crónicas, medidas de control insuficientes y normativas deficientes que dificultan una gestión integral del riesgo (1,5,8,10,11,13,14,16,19,22).

En relación con los compuestos de amonio cuaternario, Arnold et al. (2023) y Ng et al. (2025) coinciden en describirlos como sustancias químicas que generan creciente preocupación ambiental y sanitaria. Los dos autores documentaron su uso masivo durante la pandemia de COVID-19 y lo vinculan con un aumento de casos de asma ocupacional y dermatitis de contacto en el personal sanitario expuesto. Sin embargo, mientras Arnold et al. Destacan la falta de monitoreo ambiental sistemático, Ng et al. enfatizan la necesidad de reemplazar formulaciones volátiles y promover productos biodegradables con menor potencial sensibilizante. Esta divergencia evidencia un consenso sobre el riesgo, pero discrepancia en cuanto a las estrategias de mitigación prioritaria, lo que refuerza la importancia de estudios comparativos de exposición en tiempo real (1,2).

En tanto a las mezclas oxidantes que contienen el ácido peracético y peróxido de hidrógeno, los estudios de Blackley et al. (2023) y las evaluaciones de NIOSH (2025a, 2025b) demuestran que estos agentes, aunque eficaces como esporicidas, provocan síntomas respiratorios y oculares en el personal expuesto. Los autores coinciden en la ausencia de límites de exposición ocupacional internacionalmente validados, lo que dificulta establecer niveles seguros. Blackley et al. recomiendan el uso de sistemas cerrados y ventilación localizada, mientras que NIOSH sugiere monitoreo ambiental y límites internos de exposición temporal. La convergencia entre ambas fuentes destacan una brecha crítica: una necesidad imperiosa de estandarizar los valores límites para mezclas químicas en entornos sanitarios (3,5).

En cuanto a los fármacos peligrosos, Portilha-Cunha et al. (2025) y Baigzadeh et al. (2025) coinciden en que la contaminación superficial por antineoplásicos persiste incluso en instituciones que aplican buenas prácticas. Estos hallazgos son consistentes con los reportes de Tackling antineoplastic drugs contamination in healthcare settings 2025, los cuales muestran que la exposición dérmica y por inhalación puede mantenerse por deficiencias en los procedimientos de limpieza o por fallas en la contención de aerosoles. La actualización de listado de NIOSH (2024), citada también por AIHA (2025) y el Federal Register (2024), amplía el universo de medicamentos peligrosos y subraya la importancia de reforzar los controles de ingeniería. En este sentido, la coincidencia entre las fuentes señala un avance normativo, pero persiste la necesidad de monitoreo rutinario, capacitación específica y vigilancia biológica de los trabajadores expuestos (6,8,10,17,18, 26).

En el caso de los esterilizantes gaseosos, las investigaciones de Zhao et al. (2025), ATSDR (2024) y NCI (2024) reflejan una clara transición tecnológica: el

desplazamiento del óxido de etileno, reconocido carcinógeno del Grupo 1 por la IARC, hacia alternativas más seguras como el vapor de peróxido de hidrógeno. Los resultados son alentadores, pues este método reduce los riesgos cancerígenos y mejora la seguridad ambiental, aunque no está exento de desafíos. Zhao et al. advierten que, durante los ciclos de desgasificación, pueden presentarse picos de exposición que requieren monitoreo constante. En manera paralela, la ATSDR y el NCI insisten en la necesidad de mantener controles de ingeniería rigurosa y sistemas de ventilación especializados. En conjunto, las fuentes coinciden en que la sustitución tecnológica debe ir acompañada de una evaluación técnica sostenida, garantizando que los nuevos métodos no reemplacen un riesgo visible por otro menos evidente pero igualmente dañino (14,16).

La exposición a desinfectantes tradicionales como el cloro y el glutaraldehído sigue siendo un riesgo persistente, especialmente cuando se utilizan mediante técnicas de aspersión. Fontana et al. (2025) demostraron en su metaanálisis un incremento significativo en los síntomas respiratorios en trabajadores sanitarios expuestos a estas sustancias, coincidiendo con el planteamiento de Diomedi (2017) sobre la necesidad de un uso racional y controlado de desinfectantes. Investigaciones latinoamericanas más recientes (21,22) respaldan estos hallazgos y enfatizan la importancia de estandarizar los protocolos de limpieza, contextualizando las medidas de control a los recursos y prácticas regionales.

El análisis transversal de los estudios revisados muestra que la jerarquía de controles continúa siendo el marco más sólido para reducir la exposición química en los hospitales. Priorizar la sustitución de agentes tóxicos, instalar sistemas de ventilación localizada, implementar cabinas o sistemas cerrados y mantener una capacitación constante del personal no son medidas complementarias, sino pilares esenciales de una gestión segura. Sin embargo, la realidad demuestra que aún persisten brechas críticas: la falta de límites de exposición armonizados para mezclas químicas complejas, la débil integración del biomonitoreo en los programas de vigilancia ocupacional y la escasez de estudios longitudinales que analicen los efectos acumulativos en los trabajadores sanitarios. Estas carencias ponen en evidencia que la seguridad química hospitalaria necesita pasar del plano normativo al operativo, donde la prevención se traduzca en acciones sostenidas, medibles y centradas en las personas (4,13,19).

Los plastificantes, especialmente el di(2-etilhexil)ftalato (DEHP), se han convertido en un riesgo silencioso dentro del ambiente hospitalario. A diferencia de otros

agentes químicos cuya acción es inmediata y visible, el peligro de DEHP radica en su exposición constante, casi imperceptible, que a lo largo del tiempo puede provocar alteraciones hormonales y metabólicas difíciles de detectar en las primeras etapas.

De acuerdo con los informes recientes de la Agencia de Protección Ambiental (EPA, 2025a; 2025b), este compuesto continúa presente en una gran cantidad de dispositivos médicos fabricados con PVC, a pesar de los llamados internacionales a su sustitución.

El estudio de Eckert et al. (2023) aporta evidencia correcta al identificar metabolitos de DEHP en muestras biológicas de trabajadores de salud, lo que demuestra que el contacto prolongado permite su absorción y acumulación en el organismo.

Mientras la EPA impulsa evaluaciones de riesgo bajo el marco del TSCA, Eckert y sus colaboradores insisten en la necesidad de reemplazar los materiales con ftalatos y fomentar políticas de adquisición hospitalaria más seguras y sostenibles. En conjunto, estas posturas coinciden en un punto esencial: los plastificantes, aunque discretos y prácticamente invisibles en la rutina sanitaria, presentan uno de los riesgos más ignorados pero persistentes para la salud ocupacional, cuyo abordaje requiere revisar a fondo las prácticas institucionales de control y gestión química (11,13).

En síntesis, la evidencia científica e institucional analizada muestra una tendencia convergente hacia la identificación de nuevos riesgos químicos hospitalarios, acompañada de lagunas en su regulación y control operativo. La articulación entre investigación, normativa y práctica laboral debe fortalecerse mediante políticas institucionales de sustitución segura, monitoreo ambiental sistemático y formación continua del personal sanitario, promoviendo así una cultura de seguridad química sostenible en los entornos de atención de la salud (1,7,11,13,19).

## **CONCLUSIONES**

La evidencia reciente demuestra que los agentes químicos emergentes y reemergentes como los compuestos de amonio cuaternario, mezclas oxidantes, fármacos peligrosos, plastificantes y esterilizantes gaseosos representan una amenaza creciente para la salud ocupacional del personal sanitario. Sus efectos abarcan desde irritaciones respiratorias y dérmicas hasta alteraciones endocrinas

y riesgo carcinogénico, lo que exige reforzar las estrategias preventivas y de control en el entorno hospitalario.

La jerarquía de controles continúa siendo el pilar fundamental de la prevención, priorizando la sustitución de sustancias peligrosas, el uso de sistemas cerrados y ventilación localizada, la implementación de protocolos administrativos estandarizados y la capacitación permanente del personal. No obstante, persisten vacíos importantes en la regulación y vigilancia, especialmente por la falta de límites de exposición armonizados para mezclas químicas y la limitada aplicación del biomonitoreo ocupacional.

Frente a este panorama, es imprescindible fortalecer la gestión institucional de agentes químicos mediante políticas de sustitución segura, monitoreo ambiental y biológico, y programas de formación continua. La articulación entre la evidencia científica, la normativa y la práctica clínica permitirá consolidar una cultura de seguridad química sostenible que proteja de manera efectiva la salud del personal y la calidad del entorno sanitario.

#### **Contribución del autor (s)**

Dávila B., Pastuña F., Cabrera R.: Concepción y diseño del autor. Recolección de datos, revisión bibliográfica, escritura y análisis del artículo con lectura y aprobación de la versión final.

#### **Información del autor (s)**

**Belén Dávila:** Médico General, Maestría en Tecnología e Innovación Educativa, Maestrante en Salud y Seguridad Ocupacional

**Fanny Pastuña:** Médica General. Estudiante de la Universidad Iberoamérica – Pichincha. Quito,

Ecuador. Maestría en Salud y Seguridad Ocupacional – UNIBE

**Richard Cabrera:** Ingeniero Industrial/Agroindustrial con formación de posgrado en Gestión de la Producción y Dirección de Operaciones y Seguridad Industrial. Se desempeña como académico y director en el área de Salud y Seguridad Ocupacional en la Universidad Iberoamericana del Ecuador.

#### **Disponibilidad de datos**

Los datos fueron recolectados de revistas y bibliotecas virtuales y está a disposición.

#### **Declaración de intereses**

El autor no reporta conflicto de intereses.

#### **Autorización de publicación**

El autor autoriza su publicación en la revista Ateneo. El autor enviará firmado un formulario que será entregado por el Editor.

#### **Consentimiento informado**

El autor (s) envía al Editor, el consentimiento informado firmado por el paciente o sus representantes, previo a su publicación, en caso de investigación en seres humanos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arnold WA, Meda A, Erickson PR. Quaternary Ammonium Compounds: A Chemical Class of Emerging Concern. *Environ Sci Technol*. 2023;57(4):1452–1464.
2. Ng MK, Zhang Y, Dargan PI, Archer JRH. Clinical and Environmental Harms of Quaternary Ammonium Compounds. *Front Public Health*. 2025;13:1452217.
3. Blackley BH, Green BJ, Gibbs JL, Henneberger PK, Kreiss K. Eye and airway symptoms in hospital staff exposed to a sporicidal product containing hydrogen peroxide, peracetic acid, and acetic acid. *Ann Work Expo Health*. 2023;67(1):73–85.
4. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Exposure Assessment of Peracetic Acid-Based Disinfectant: Hospital Environmental Services Staff. Survey Report 2025-DFSE-2033. Atlanta (GA): Centers for Disease Control and Prevention; 2025.
5. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Exposure Assessment of Peracetic Acid-Based Disinfectant: Study Protocol and Overview. Survey Report 2025-DFSE-2041. Atlanta (GA): Centers for Disease Control and Prevention; 2025.
6. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). NIOSH List of Hazardous Drugs in Healthcare Settings, 2024. Atlanta (GA): Centers for Disease Control and Prevention; 2024.
7. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), NIOSH. Hazardous Drug Exposures in Healthcare: Resources and Guidance Portal. Atlanta (GA): CDC; 2025.
8. Portilha-Cunha MF, Silva E, Lopes R, Oliveira A, Martins M. Antineoplastic drugs in healthcare settings: Occupational exposure patterns and control measures. *J Occup Health*. 2025;67(2):e1245.
9. Beigzadeh Z, Rahimi M, Rezaei M, Zare S, Dastjerdi MV. Comparative analysis of dermal and inhalation exposures to antineoplastics: A systematic review. *BMC Public Health*. 2025;25:1169.
10. Tackling antineoplastic drugs' contamination in healthcare settings. *J Occup Environ Hyg*. 2025;22(1):12–21.

11. United States Environmental Protection Agency (EPA). Memorandum: Occupational Exposure Data for DEHP (TSCA). Washington (DC): EPA; 2025.
12. United States Environmental Protection Agency (EPA). DEHP Draft Risk Evaluation—Systematic Review Support Document. Washington (DC): EPA; 2025.
13. Eckert E, Schmid K, Drexler H. Plasticizer exposure of hospital workers—pilot biomonitoring. *Environ Res.* 2023;221:115112.
14. Zhao C, Thomas-Gibson S, Haycock A, Rees C. Using vaporized hydrogen peroxide for endoscope sterilization: Overview of safety and performance. *Infect Prev Pract.* 2025;7(3):100324.
15. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Clinician Brief: Ethylene Oxide. Atlanta (GA): U.S. Department of Health and Human Services, CDC; 2024.
16. National Cancer Institute (NCI). Ethylene Oxide—Cancer-Causing Substances. Bethesda (MD): National Institutes of Health; 2024.
17. American Industrial Hygiene Association (AIHA). NIOSH releases updated list of hazardous drugs (2024). *AIHA News.* 2025;83(5):22–24.
18. Federal Register. NIOSH List of Hazardous Drugs in Healthcare Settings, 2024. *Fed Regist.* 2024;89(174):58620–58632.
19. Fontana L, Rossi G, Benedetti M, Russo F. Chlorine, glutaraldehyde, spraying and respiratory risk in healthcare workers: A meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2025;22(2):321–332.
20. Diomedi A. Antisépticos y desinfectantes: uso racional. *Rev Chilena Infectol.* 2017;34(2):187–193.
21. Navarro EA, Pérez D, Lozano R. Guías de control de infección en odontología: uso de peróxidos en el contexto clínico latinoamericano. *Rev ADM.* 2021;78(4):172–180.
22. Benites Azabache JC, Gutiérrez López M, Martínez García R. Eficacia de desinfectantes en áreas hospitalarias. *Rev Cubana Hig Epidemiol.* 2023;61(1):e1239.
23. Quelal-González J. Exposición a citostáticos en el personal de enfermería [tesis]. Ambato (EC): Universidad Regional Autónoma de los Andes (UNIANDES); [s.f.].

24. Rai R, El-Zaemey S, Dorji N, Dorji N, Fritschi L. Occupational exposures to hazardous chemicals and agents among healthcare workers in Bhutan. *Am J Ind Med.* 2020;63(12):1052–1060. doi:10.1002/ajim.23192.
25. Paumier-Durán AG. Exposición al humo del electrocauterio, riesgo para la salud del personal quirúrgico. *MedEst.* 2025;5:e292. Disponible en: <https://revmedest.sld.cu/index.php/medest/article/view/292>.
26. River SE, Anglo-Argote J. Percepciones sobre el manejo, exposición, bioseguridad y manipulación de agentes citostáticos por parte del personal de enfermería de un establecimiento de salud privado de la ciudad autónoma de Buenos Aires. *Rev ADM.* 2022;78(4):172–180.