



¹ Universidad Nacional de Huancavelica. Perú. elsy.carhuachuco@unh.edu.pe.

² Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia. Perú. rosaevaarenaleslopez07@gmail.com.

³ Universidad Nacional de Cañete. Perú. doseda@undc.edu.pe.

⁴ Universidad Peruana Los Andes. Perú. d.golivera@upla.edu.pe.

⁵ Universidad Nacional de Trujillo. Perú. gvla@unitru.edu.pe.

*Autor para correspondencia: doseda@undc.edu.pe

Recibido: 30/05/2024. Última revisión: 28/06/2024. Aceptado: 15/10/2024.

Promoviendo la educación sobre sustancias químicas y su impacto en el ambiente: un enfoque para la salud humana

Resumen

En el planeta tierra existen sustancias químicas que resultan de procesos químicos intencionados, artificiales o sintéticos. Aminorar sus efectos sobre los ecosistemas y sobre la salud humana constituye un reto importante para la sociedad actual, especialmente en la región latinoamericana. El objetivo de este estudio fue revisar la importancia de promover la educación sobre las sustancias químicas y su impacto en el ambiente y en la salud humana. La investigación está basada en una revisión sistemática de bibliografía científica asociada a la educación para el manejo de sustancias químicas en Latinoamérica, entre los años 2019 y 2024. Se consideraron tres temas principales: educación sobre sustancias químicas, sustancias químicas y ambiente, y determinantes de la salud humana. Desde los resultados investigativos se infiere que es preciso elevar desde la educación los niveles de conciencia social para que las personas usen de forma pertinente, eficaz y efectiva las sustancias químicas.

Palabras clave: educación; salud humana; sustancias químicas; medio ambiente.

Promoting education about chemicals and their impact on the environment: An approach to human health

Abstract

There are chemical substances on planet Earth that result from intentional, artificial or synthetic chemical processes. Reducing their effects on ecosystems and human health is an important challenge for today's society, especially in Latin America. The objective of this study was to review the importance of promoting education about chemical substances and their impact on the environment and human health. This research is based on a systematic review of scientific literature associated with education in the management of chemical substances in Latin America, between the years 2019 and 2024. Three main topics were considered: Chemical substances education, chemical substances and environment, and determinants of human health. From the research results, it is inferred that it is necessary to raise, through education, the levels of social awareness for people to use chemical substances in a pertinent, efficient and effective way.

Keywords: education; human health; chemical substances; environment.

Promover a educação sobre os produtos químicos e o seu impacto no ambiente: uma abordagem a saúde humana

Resumo

No planeta Terra existem substâncias químicas que resultam de processos químicos intencionais, artificiais ou sintéticos. A redução dos efeitos nos ecossistemas e na saúde humana constitui um desafio importante para a sociedade atual, especialmente na região latino-americana. O objetivo deste estudo foi revisar a importância da promover a educação sobre substâncias químicas e seu impacto no meio ambiente e na saúde humana. A pesquisa baseia-se em uma revisão sistemática da literatura científica associada à educação em gestão de substâncias químicas na América Latina, entre os anos de 2019 e 2024. Foram considerados três temas principais, educação sobre substâncias químicas, substâncias químicas e meio ambiente, e determinantes da saúde humana. A partir dos resultados da pesquisa infere-se que é necessário elevar, por meio da educação, os níveis de consciência social para que as pessoas utilizem as substâncias químicas de forma pertinente, eficiente e eficaz.

Palavras-chave: educação; saúde humana; substâncias químicas; meio ambiente.



Introducción

La educación, en cualquiera de sus modalidades y formas, es el instrumento más importante con el que cuentan las sociedades en la actualidad para propiciar los cambios actitudinales y epistemológicos necesarios para el desarrollo de las naciones. Con base a esta consideración, se realizó este estudio sobre el impacto que generan las sustancias químicas en el ambiente y en la salud humana. Para este propósito, se desplegó un estudio de naturaleza documental, donde se asumió una revisión crítica-exploratoria con respecto a los ejes temáticos de la investigación, para comprender y aprehender de mejor modo la lógica y la dinámica del fenómeno abordado.

En los últimos años, diversos estudios científicos han determinado que algunas sustancias químicas son peligrosas y nocivas, tanto para el ambiente como para la salud humana: “cada persona tiene contacto a diario con un sinnúmero de sustancias químicas, como sociedad hemos normalizado el uso y la presencia de estas sustancias en la cotidianidad, incorporándolas en la rutina de la vida humana” [1]. Estas sustancias pueden causar innumerables patologías y afecciones, pero también pueden ser beneficiosas y aumentar el bienestar y la calidad de vida en el mundo, tal como ocurre con los aportes de la industria farmacéutica o la industria agrícola.

Existen sustancias químicas que contienen contaminantes orgánicos persistentes que afectan la salud humana. “Los contaminantes orgánicos persistentes (COP) son sustancias químicas que suponen una amenaza para la salud humana y el medio ambiente de todo el planeta, debido a que permanecen en el medio ambiente, al ser resistentes a la degradación, son bioacumulables, se incorporan en los tejidos de los seres vivos, pudiendo aumentar de concentración según se sube a niveles más altos de la cadena trófica” [2]. Estos y otros compuestos, algunas veces con un impacto a la salud poco conocido en las comunidades, pasan en ocasiones inadvertidos en las dinámicas sociales. Por lo tanto, “al mejorar la calidad de la educación en química, estaremos preparando a las generaciones futuras para enfrentar los desafíos científicos y tecnológicos del mundo actual y contribuir al desarrollo sostenible de la sociedad” [3].

En este sentido, esta investigación pretende contribuir a incrementar el acervo gnoseológico que se maneja hasta el momento con respecto a este tema. También servirá de marco conceptual para la reflexión, discusión y apoyo referencial que estimule el desarrollo de más indagaciones en esta área, de tal manera que la educación sobre sustancias químicas y su impacto en el ambiente se oriente a mejorar el entorno con un enfoque para mejorar también la salud humana.

Materiales y métodos

Para el desarrollo de esta investigación se realizó una revisión sistemática de fuentes bibliográficas con el objetivo de hacer un análisis exhaustivo y obtener respuestas a las preguntas de investigación establecidas. Además, se utilizaron estudios de mapeo sistemático para estructurar el tema de investigación.

Preguntas de la investigación

Para iniciar la revisión sistemática es fundamental formular las preguntas de investigación, ya que estas guían las etapas posteriores del proceso. La **tabla 1** presenta las preguntas de investigación (RQ) definidas junto con sus respectivos objetivos.

Tabla 1. Preguntas y objetivos de la investigación.

Pregunta de investigación	Objetivo
RQ1: ¿Qué importancia tiene la educación sobre sustancias químicas?	Describir la importancia de la educación sobre sustancias químicas.

RQ2: ¿Cuál es la repercusión del manejo de sustancias químicas en el ambiente?	Determinar la repercusión del manejo de sustancias químicas en el ambiente.
RQ3: ¿Qué determinantes de la salud están asociados con el manejo adecuado de sustancias químicas para un ambiente sano?	Establecer los principales elementos determinantes de la salud asociados a un manejo adecuado de sustancias químicas para un ambiente sano.

Fuentes de información y estrategia de búsqueda

Para identificar los trabajos de investigación relevantes se consultaron varias fuentes de información y se implementó una ecuación de búsqueda para cada una de las plataformas, como se detalla en la **tabla 2**.

Tabla 2. Fuentes de información y ecuaciones de búsqueda.

Motor	Ecuación	Criterios	Número de recuperaciones
Dialnet	“química” and educación and salud	Solo artículos científicos de los últimos 5 años y de países latinoamericanos	137
Google Scholar	“química” and “educación” and salud and ambiente and “latinoamericanos”	Solo artículos científicos de los últimos 5 años	392
Science Direct	“química” and “educación” and salud and ambiente	Páginas web especializadas	6

Selección de estudios

A continuación, se describen los pasos seguidos para la selección y filtrado de los 529 documentos identificados. Como resultado, se identificaron 29 artículos relevantes, como se ilustra en la **figura 1**.

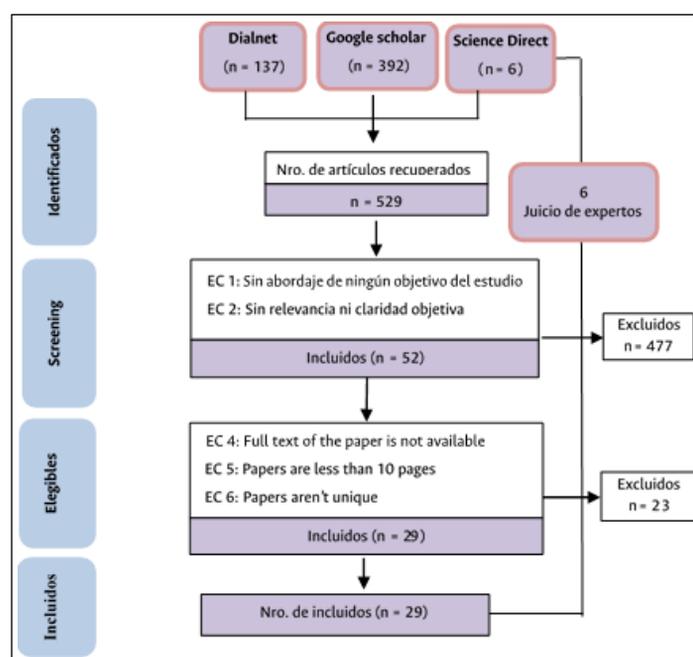


Figura 1. Pasos para la selección y filtrado de documentos.

Evaluación de calidad

En esta fase se evaluó la calidad de los estudios que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión. La lista final de artículos incluidos en la investigación se identificó aplicando seis criterios de evaluación de calidad (QA):

- QA1: objetivos claros y precisos.
- QA2: metodología descripta y referenciada.
- QA3: hallazgos relevantes y acordes a los objetivos de este estudio.
- QA4: aportes específicos y sugerencias.
- QA5: uso adecuado del lenguaje técnico.

En esta fase se llevó a cabo una evaluación de calidad de los 29 estudios que cumplían los criterios de selección. Para determinar la relevancia de cada estudio, se realizó una evaluación individual basada en seis criterios de evaluación de calidad. Todos los estudios primarios seleccionados, un total de 29, cumplieron satisfactoriamente con cada uno de los criterios de calidad (QA) establecidos.

Resultados

Esta revisión sistemática de bibliografía científica, asociada a la educación sobre el manejo de sustancias químicas en Latinoamérica, con un rango de publicación entre los años 2019 y 2024, constituye un diseño documental de tipo descriptivo. Se recopilaron artículos, libros e informes publicados en los últimos cinco años de las bases de datos Dialnet, Google Scholar y Science Direct. Se tuvieron en cuenta tres descriptores esenciales del tema: educación sobre sustancias químicas, sustancias químicas y ambiente y determinantes de la salud humana (figura 2). Se realizó una revisión crítica actualizada, excluyendo aquellos documentos que describían efectos en especies animales, fuera de Latinoamérica y los artículos duplicados, lo que permitió un análisis crítico de 29 documentos asociados directamente con los descriptores de la temática de estudio. A partir de los documentos se establecieron supuestos epistemológicos, teóricos y empíricos para comprender y aprehender la lógica y la dinámica del fenómeno abordado. En función de revisar la importancia de promover la educación sobre las sustancias químicas y su impacto en el ambiente y en la salud humana, los documentos se clasificaron en tres áreas: educación y sustancias químicas, sustancias químicas y ambiente, y determinantes de la salud, como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Distribución de referencias por área de estudio.

Área	Referencias	Calidad (%)
Educación y sustancias químicas	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10] y [11]	11/29 (37,9%)
Sustancias químicas y ambiente	[4], [5], [9], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24] y [25]	17/29 (58,6%)
Determinantes de la salud humana	[9], [14], [17], [18], [26], [27], [28], [29] y [30]	9/29 (31%)
Total de referencias empleadas para la revisión sistemática de cada área		29

La figura 2 representa un análisis de clústeres que agrupa diversos términos relacionados con sustancias químicas, medio ambiente y salud humana, utilizando el software VOSviewer. Los clústeres se distinguen por colores: rojo para sustancias químicas, verde para la intersección entre sustancias químicas y medio ambiente, y morado para los determinantes de la salud humana. En el clúster rojo

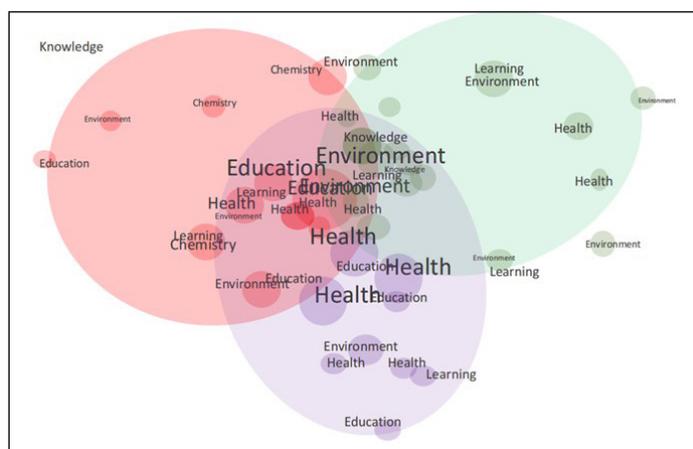


Figura 2. Clúster de sustancias químicas (rojo), sustancias químicas y ambiente (verde) y determinantes de la salud humana (morado). Elaborado en VOSviewer.

se destacan términos como “Chemistry”, “Education” y “Learning”. En el clúster verde, los términos predominantes son “Environment”, “Learning” y “Health”. Por último, en el clúster morado, los términos más relevantes son “Health”, “Education” y “Environment”. Esta figura ilustra las interrelaciones y agrupaciones de estos términos según su similitud y frecuencia en el contexto de la investigación.

Este análisis es significativo ya que permite visualizar las conexiones entre conceptos clave en el estudio de sustancias químicas, medio ambiente y salud humana. La identificación de estos clústeres ayuda a los investigadores a comprender cómo se agrupan los términos y cómo interactúan entre sí, lo que puede facilitar la identificación de áreas de interés común y posibles colaboraciones interdisciplinarias. Además, el uso del software VOSviewer proporciona una representación gráfica eficaz de estos datos complejos, convirtiéndose en una herramienta visual poderosa para el análisis e interpretación de grandes volúmenes de información.

Educación sobre sustancias químicas

Las sustancias químicas son un conjunto de compuestos que se derivan de procesos químicos intencionales, artificiales o sintéticos, los cuales son empleados para fabricar todos los bienes y productos de uso común en la vida diaria, como los desinfectantes, los combustibles, los medicamentos, la ropa, los teléfonos celulares, los ordenadores, los dentífricos, entre muchos otros. En este sentido, las sustancias químicas están presentes o constituyen todos los bienes, tangibles e intangibles, que están a nuestro alrededor. Los intangibles pueden ser, por ejemplo, la energía de activación que es necesaria para iniciar reacciones químicas, al igual que las condiciones de reacción que, aunque no son sustancias físicas, contribuyen en las reacciones, como la temperatura, la presión y el pH. De tal modo, se puede afirmar que las sustancias químicas han contribuido a mejorar el estado de bienestar de la sociedad a través del desarrollo de nuevos materiales que ayudan con el progreso de distintos sectores como el alimentario, el sanitario, el industrial, entre muchos otros.

No obstante, en los últimos años, a nivel social son muy comunes las opiniones negativas sobre las sustancias químicas, puesto a que se les considera contaminantes o perniciosas para la salud. De acuerdo con este parecer, García y Zabatti aducen que “el mundo está plagado de injusticias ambientales indefendibles, con toxicación de las personas y del planeta y la creación de ‘zonas de sacrificio’, lugares extremadamente contaminados con sustancias tóxicas cuyas comunidades vulnerables y marginadas están extremadamente expuestas y soportan desproporcionadamente las consecuencias que esto acarrea para la salud, los derechos humanos y el medio ambiente” [4]. Este es un hecho inocultable, la existencia y uso de algunos compuestos sintéticos que contienen elevados valores de toxicidad son hostiles al ambiente y pueden desencadenar problemas en la salud pública. Algunas sustancias químicas son más nocivas

que otras, debido a que pueden entrar en la cadena alimentaria y actuar en el medio ambiente por muchos años.

Ahora bien, esta problemática está estrechamente vinculada con los niveles de conciencia que prevalecen en un espacio social determinado. En este sentido, el problema no se encuentra en las sustancias químicas de por sí, sino en los bajos niveles de conciencia social que evitan que los grupos humanos utilicen de forma pertinente, eficaz y efectiva dichas sustancias y, de esa forma, puedan obtener de estas los ilimitados beneficios que aportan al progreso humano. Según estudios desarrollados por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, en el año 2019 “se produjo un aumento del 89% en los accidentes relacionados con el uso inadecuados de productos químicos en el ámbito laboral en comparación con 2018, lo que señala la vulnerabilidad del público como consecuencia de la insuficiente información sobre las sustancias químicas nocivas” [5]. Esta aseveración, por supuesto, no excluye la posibilidad real de riesgo de las sustancias químicas cuando se fabrican, se utilizan o se eliminan de manera inapropiada e inconsciente, ya que su manejo implica la exposición a riesgos permanentes durante todo su ciclo de vida. Hoy en día se tiene conocimiento de más de 6.000.000 de sustancias químicas, de las cuales de 80.000 a 100.000 son de uso diario, y cada año emergen alrededor de medio millón de sustancias nuevas y llegan al mercado entre 500 y 1000 productos manufacturados que contienen sustancias químicas.

Todo el tiempo aparecen nuevas sustancias químicas que genera un estado de vulnerabilidad y sensibilidad permanente, tanto por el riesgo que existe durante su producción como al momento de ser utilizadas. Debido a que cada nueva sustancia tiene singularidades y cualidades propias, muchas poseen protocolos únicos para ser empleadas y dispuestas. Por ello, es importante promover la educación sobre las sustancias químicas como una herramienta que busca influir en el comportamiento y las actitudes de las personas. También son indispensables las iniciativas para mitigar los efectos de las sustancias químicas. Iniciativas como la expuesta por Chiloeches en el área de alimentos son ejemplo de ello: “en la industria del envasado se emplean cada vez más envases activos con materiales antimicrobianos ya que las infecciones provocadas por intoxicaciones alimentarias son muy relevantes y generan gran alarma social” [6]. El efecto de sustancias químicas empleadas en el procesamiento y envasado de alimentos y medicamentos genera múltiples complicaciones para garantizar la salud humana.

Es por ello que para Pabón *et al.* [7] la exposición a riesgos asociados con la manipulación, uso y presencia de productos químicos requieren de la implementación de medidas de intervención que permitan mejorar las condiciones de trabajo cuando los seres humanos, en el ejercicio de sus labores, se exponen a sustancias peligrosas. Entre esas acciones está la educación, la gran mayoría de la población no posee la información adecuada para interpretar las etiquetas de los productos químicos y los peligros a los que pueden estar expuestos por un mal uso o una inadecuada interpretación. Según Muñoz *et al.*, el desconocimiento sobre los peligros a los que se está expuesto, la actitud arrogante de las personas frente a posibles amenazas y la idea de que es permisible llevar a cabo acciones aventuradas y peligrosas sin tomar las precauciones debidas son generalizadas [8].

La educación en todo nivel permite la identificación de sustancias y peligros químicos, además, a partir de la promoción de la salud (PS), se pueden hacer planes de mejoramiento y capacitaciones a la ciudadanía. Al respecto, Juvinyà y Casals sostienen que “una buena gobernanza en salud es imprescindible para avanzar en estrategias y programas de PS en este mundo cambiante. Esta propuesta se recoge en el 13.º Programa General de Trabajo de la Organización Mundial de la Salud (OMS) 2019-2023 en el cual se reconoce la PS como estrategia para mejorar la salud y el bienestar de las personas.

También, en la Carta de Ginebra para el bienestar, declaración resultante de la 10.ª Conferencia Mundial de PS de la OMS celebrada en diciembre de 2021, donde se afirma la necesidad de unir esfuerzos en la creación de sociedades de bienestar sostenibles, comprometidas con la salud, equitativas, que tienen presente las generaciones futuras y los límites ecológicos” [9]. Estos objetivos orientan un camino de promoción de salud a través de iniciativas educativas exitosas.

De esta manera, las sustancias químicas, al estar presentes en buena parte de las actividades diarias y productivas, y en contacto con los seres humanos y el ecosistema en general, debe formar parte de los contenidos educativos prioritarios, donde se debe visibilizar sus propiedades tanto benéficas como peligrosas. Por lo tanto, resulta imprescindible desarrollar actividades pedagógicas que permitan conocer cada vez mejor y actualizar permanentemente los perfiles toxicológicos de esas sustancias. Sin embargo, esto requiere no solo de organización, sino de ciencia y tecnología.

Por lo tanto, a través de la educación, se debe fortalecer el desarrollo de altos niveles de conciencia y de esquemas actitudinales más racionales, que favorezcan el desarrollo de las sustancias químicas y todos los procesos que deriven de ellas, y que, además, contribuyan con el desarrollo sostenible en las distintas esferas, sean económicas, humanas, ambientales, políticas, entre otras. Zapata *et al.* destacan que “a nivel mundial la situación medioambiental está generando la necesidad del desarrollo de hábitos sustentables, implementando estrategias para el tratamiento de residuos aprovechables” [10]. En este sentido, la promoción de la educación sobre las sustancias químicas supone necesariamente un cambio de paradigma cultural en la sociedad hacia estos compuestos.

La interpretación descrita pone de relieve la importancia del rol que cumple el conocimiento, la educación y la conciencia en la dinámica del fenómeno que se viene examinando, donde el manejo adecuado y responsable de sustancias químicas debe permitir condiciones ambientales sostenibles y armónicas, esto puede incluso vincularse con el respeto a los derechos humanos. Por lo tanto, se considera que la promoción de la educación en el contexto del presente estudio constituye una práctica de empoderamiento, de involucramiento humano, de socialización del saber, de movilización para la construcción social de la salud para el bienestar social del ser humano.

Sustancias químicas y ambiente

Las sustancias químicas repercuten de un modo positivo o negativo al entorno o ambiente, dicha influencia, se estima, es directamente proporcional al nivel de conciencia que poseen los agentes sociales con respecto a los compuestos químicos. Para Ledit *et al.*, “en la antroposfera, el entorno de la superficie terrestre habitada por los humanos, se han alterado los equilibrios naturales por la emisión de múltiples sustancias y se ha producido un creciente cambio climático. Este fenómeno global influye en la calidad del aire y consecuentemente en el desarrollo de enfermedades respiratorias” [11]. De ahí la importancia de promover la educación sobre las mismas y su impacto ambiental y en la salud humana. “Los problemas ambientales han estado presentes a lo largo de la historia de Latinoamérica, determinados principalmente por los patrones de uso de los bienes (recursos) naturales, los consecuentes sistemas de producción, los hábitos de consumo de las poblaciones humanas y la gobernanza ambiental” [12]. Estos problemas ambientales son los causantes del desequilibrio ecológico que presentan diversas regiones del mundo, entre ellas la latinoamericana, y deben ser abordados desde la educación para promover en las prácticas cotidianas el bienestar humano.

De acuerdo con Cajamarca *et al.* [13], los factores ambientales tienen una gran importancia en la exposición a condiciones de riesgo, por ejemplo, las limitaciones en el acceso a agua potable y a servi-

cios básicos o la falta de condiciones que garanticen la seguridad alimentaria. Esto afecta, sobre todo, a las poblaciones de zonas rurales y barrios populares de las ciudades, a través del uso de las sustancias químicas para la minería, lavadoras de vehículos, eliminación de derivados de petróleo, etc.

Ahora bien, en la actualidad, en países como Perú se repite una realidad presente en los países de la región, no existe una relación o inventario de las sustancias químicas peligrosas utilizadas, fabricadas e importadas al país. Por consiguiente, hay una insuficiencia de mecanismos para realizar un análisis apropiado respecto al uso y manejo de las sustancias químicas, así como del cumplimiento apropiado de normas de supervisión y control que regulan el empleo de dichos componentes. Estas normas permiten mitigar los riesgos que vulneran el ambiente, el bienestar y la calidad de vida de los individuos, vigilar las incidencias ocasionadas por el inadecuado uso de las sustancias químicas, regular correctamente el tráfico ilícito de sustancias nocivas para la salud y el propio ambiente en los puntos fronterizos, además de difundir los riesgos inherentes de las sustancias tóxicas en las comunidades.

No obstante, para García y Zavatti, “una ley por sí sola sería ineficaz sin mecanismos para aplicarla o hacerla cumplir, y para educar a los interesados y al público en general acerca de la gestión racional de los productos químicos y los desechos” [4]. Es necesaria una educación sobre las sustancias químicas que permita capacitar con mayor y mejor preparación y modernización al capital humano en el área vinculada a los compuestos químicos, con el fin de mitigar, reducir y limitar su impacto negativo a nivel medioambiental y en la salud humana. La educación es, sin lugar a dudas, un vehículo elemental para que las naciones alcancen niveles satisfactorios de bienestar humano.

Ahora bien, trascender la situación planteada demanda de mucha organización, ciencia y tecnología, lo cual implica un costo inestimable para los países del tercer mundo. En alusión a los efectos mortales que pueden causar las sustancias químicas, la OMS explica que “son atribuibles cerca de la mitad de esas muertes a la exposición al plomo y a las enfermedades cardiovasculares resultantes, y 138.000 muertes a plaguicidas implicados en suicidios, en concreto el 20% de todas las muertes por suicidios que se producen en el mundo” [14]. En contextos urbanos, una de las características que resalta en los ambientes de trabajo y fuera de estos, según Meza *et al.*, es que los trabajadores de diferentes áreas laborales están expuestos a contaminantes químicos como gases, líquidos, aerosoles y vapores [15]. Por su parte, Navarro *et al.* estiman, en cuanto al tema de las sustancias químicas y su impacto medio ambiental, que “son innegables los aportes que la utilización de las sustancias químicas implica para nuestra sociedad, pero también es indudable que la proliferación y el uso masivo de sustancias químicas trajeron consigo importantes problemas para la salud humana y ambiental” [16]. Es preciso señalar que incendios, explosiones, entre otros eventos, algunas veces son producto de un inadecuado control de los riesgos y del manejo inadecuado de sustancias químicas, eso perjudica nuestro ambiente y, en consecuencia, afecta la vida humana.

Como el costo es el principal reto que deben afrontar los países en vía de desarrollo, ya que ellos cuentan con recursos limitados y problemáticas inmediatas por atender, la única manera de no quedarse rezagados sería con la construcción y participación en redes cooperativas, ojalá globales, alrededor de la generación y gestión del conocimiento, que permitan desarrollar ciencia y tecnología como soluciones inaplazables hacia una comunidad y un medio ambiente sustentable. Atendiendo a iniciativas globales, García [17] explica que, para orientar la agenda química de los países con economías emergentes, de la mano del Convenio de Minamata de la ONU, se recogió un proyecto de gestión ambientalmente adecuada del ciclo

de vida de los productos que contienen mercurio y sus desechos. El estudio fue realizado en Uruguay y resalta la vulnerabilidad de la etapa perinatal ante la exposición con este metal.

Mitigar los efectos de las sustancias químicas en el ambiente es necesario para poder enfrentar las consecuencias que tienen dichas sustancias en la salud humana, lo cual, desde el punto de vista preventivo, requiere de inversión social en educación. Es reconocido por la Organización Panamericana de la Salud que “la exposición a largo plazo a plaguicidas como organofosforados y carbamatos se ha relacionado con una amplia gama de efectos crónicos en la salud, que incluyen deterioro de la función neuroconductual, problemas respiratorios, obesidad y diabetes” [18], lo que genera efectos poco evaluados por las comunidades.

Los efectos de sustancias químicas peligrosas tienen múltiples orígenes que van desde los efectos de la actividad industrial, hasta el desecho de sustancias como las provenientes de la industria farmacéutica. De acuerdo con Vicentin *et al.* “la eliminación no controlada de medicamentos ocasiona la farmacontaminación del ambiente (agua, aire, suelo), lo cual se evidencia a través del creciente aumento de contaminantes emergentes encontrados en el agua, en los sedimentos de ríos y arroyos, en las especies acuáticas e incluso en la fauna que bebe o consume esos organismos” [19]. Estos efectos adversos siguen creciendo, “siendo las industrias uno de los contribuyentes a los cuales se les atribuye la mayor fuente de emisiones de gases de efecto invernadero, el derrame de químicos a fuentes hídricas, ruidos al entorno, explosiones y amenaza a la salud de los seres vivos. A esto se suma la poca relevancia y formación que se le otorga a la educación ambiental” [20]. En la mayoría de los casos, las sustancias químicas afectan de modo adverso el ambiente, por lo tanto, es necesario educar a la sociedad.

Otra de las fuentes de sustancias químicas perjudiciales para la salud está relacionada con el crecimiento de la producción y con el comercio de agroquímicos, la comercialización de alimentos y sus derivados. Molpeceres *et al.* argumentan que “cuando comenzaron los cuestionamientos por su toxicidad, las principales organizaciones internacionales con competencia en materia de alimentación, trabajo, salud y ambiente significaron el problema como de conocimiento” [21]. Esto produjo una alerta a nivel mundial donde los esfuerzos estuvieron orientados a “la creación de instrumentos para facilitar el relevamiento y la circulación de información acerca de las prácticas de manejo de los mismos, el nivel de toxicidad de los residuos, la clasificación y el etiquetado para prevenir los daños a la salud y el ambiente y, hacia el final del período, para regular el comercio” [21].

En esta dinámica, se deben tener en cuenta los altos niveles de peligrosidad asociados a la exposición con agentes químicos, así como la probabilidad de sufrir afecciones agudas o crónicas a la salud, lesiones por accidentes e incluso la muerte, debido a los actos inseguros por conocimientos insuficientes, hábitos inadecuados o la organización deficiente. Estas son las principales causas del daño individual que, bajo determinadas circunstancias, puede extenderse a otro entorno, a la comunidad o al ecosistema. De acuerdo con López *et al.* “el ambiente es un conjunto de factores de tipo físico, sociales, culturales, económicos y estéticos en constante interacción, los cuales influyen en los individuos o comunidades, determinando su forma, carácter, relaciones y, en última instancia, su supervivencia” [22].

Para Ruiz *et al.* [23] el conjunto de circunstancias a través de las cuales las personas nacen, crecen, viven, trabajan y envejecen, así como los sistemas establecidos para combatir las enfermedades, condicionan la salud. Es decir, si el entorno natural o medioambiental es influenciado o impactado por cualquier circunstancia, fenómeno o hecho, fortuito o no, como las sustancias químicas, el factor

humano también lo será, en tanto y en cuanto pertenece a ese sistema de elementos. En las dinámicas de las ciudades, según Cajamarca *et al.*, la distribución de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) es omnipresente en el medio ambiente, ya que la atmósfera es el medio más importante de su dispersión, se encuentran en el carbón y en los sedimentos de alquitrán. “La contaminación del aire por Material Particulado (PM), como consecuencia del aumento del tráfico, es de gran preocupación para la salud pública en las zonas urbanas. El PM llama mucho la atención, primero porque, debido a su tamaño micrométrico, las partículas pueden penetrar en los pulmones e impedir el intercambio de gases, y en segundo lugar debido a su composición química, incluida la presencia de metales pesados, que pueden dañar los sistemas biológicos” [24]. De tal manera, las dinámicas en cada localidad y sus sistemas de gobernanza condicionan la importancia y medidas que puedan tomarse para disminuir los efectos de estas sustancias en la salud humana.

También debe afirmarse que el comportamiento humano en cualquier espacio social va a generar un impacto en el ambiente, bien sea de manera positiva o negativa. Es por ello que el nivel de conciencia que se maneje acerca de las sustancias químicas incidirá, positiva o negativamente, en el medio ambiente y la salud humana en un espacio social determinado. Esto se debe a que la disposición incorrecta de sustancias químicas (por un bajo nivel de conciencia) puede contaminar el agua y el suelo, alterar el medio ambiente y poner en peligro la salud pública [25]. Además, “la gestión no racional de los productos químicos y los desechos, así como la contaminación, pueden tener efectos adversos significativos en la salud humana y el medio ambiente, y que son factores importantes en muchas enfermedades no transmisibles” [14]. En este escenario, la inacción es el mayor de los peligros ante la falta de una política pública para abordar de forma eficiente la problemática.

Determinantes de la salud humana

El entorno natural es un elemento que determina la salud humana y genera las condiciones necesarias para el desarrollo del bienestar individual y colectivo. Considerando que la salud “es un estado de completo bienestar físico, mental, y social y no simplemente la ausencia de afecciones o enfermedades (como se creía hace muchos años). El estado de salud de una persona es el reflejo de las interacciones complejas entre la genética, el estilo de vida, y el entorno de una persona” [26]. Esta propuesta conceptual goza del mérito de ser integral y compartida universalmente, lo cual permite inferir que la salud humana está atravesada por las dimensiones antes enunciadas, y es precisamente en la última dimensión propuesta, la social, donde está el factor ambiental.

La integración de forma armónica del ser humano con su ambiente es esencial para su salud. Este juicio de valor permite reafirmar, para los efectos del presente estudio, que debería existir una perfecta imbricación entre las sustancias químicas, el ambiente y la salud humana, debido a que el entorno ambiental está concebido de modo sistémico, donde todos los elementos se conjugan, influyen y determinan. Además, por lo general se asume que factores como la vivienda, las políticas salariales y la alimentación también son condiciones existenciales fundamentales para alcanzar la salud humana: “los determinantes sociales de la salud son factores que influyen en la salud de las personas y las comunidades, y que están relacionados con las condiciones sociales, económicas y ambientales en las que viven” [27].

Ahora bien, León-Arce *et al.* expresan que “la suma de amenazas químicas, físicas, biológicas, ecológicas y sociales que provocan violencias y comorbilidades causan condiciones de salud que afectan el desarrollo social; se genera así un ciclo vicioso de enfermedad y subdesarrollo” [28]. En este sentido se presentan situaciones que aumentan el riesgo de contraer y desarrollar una enfermedad, esto

trae como consecuencia una mayor demanda “de acciones humanitarias, para afrontar escenarios de sindemia. En una sindemia, una condición de salud se agrava o se genera por la aparición conjunta de los determinantes ambientales, los determinantes sociales de la salud u otra condición de salud” [28]. El ambiente se reconoce como uno de los factores determinantes de la salud, donde también se incluyen factores como la asistencia sanitaria, la biología humana, los estilos de vida, entre otros. Por lo tanto, la presencia de sustancias químicas en el medio ambiente puede afectar la salud de las personas o agravar las situaciones de salud que ya presentan.

En América Latina y el Caribe, como productores del 14% de los alimentos a nivel mundial, “el uso intensivo de plaguicidas en la región, con fines agrícolas y de control de vectores (por ejemplo, para combatir el dengue y la malaria), ha provocado la exposición ocupacional crónica a plaguicidas de trabajadores agrícolas” [18]. Se puede advertir que, en esta región, los agentes sintéticos continúan representando un problema sanitario de orden público que, como se ha evidenciado a lo largo de toda la exégesis de la presente contribución, ha sido insuficientemente atendido, no se registran las incidencias salubristas de modo apropiado y oportuno. Hecho que contrasta con el incremento creciente de la producción y el uso de esos compuestos.

Para Martínez, “los estudios sobre el impacto de las sustancias químicas en la salud son imprescindibles para alertar a los fabricantes y a los gobiernos que legislan la necesidad de disminuir el uso de sustancias químicas potencialmente perjudiciales” [30]. Dentro de los principales efectos a la salud se encuentra el exposoma, catalogado “como la totalidad de las exposiciones ambientales que afectan a las personas desde la concepción en adelante, complementando el genoma” [30]. El exposoma puede ser modificado al cambiar hábitos de vida o la exposición a contaminación ambiental y se asocia a tres ámbitos: “Medio exógeno general: incluye el entorno urbano, los factores climáticos, el nivel socioeconómico o el estrés. Medio exógeno específico: como contaminantes, la dieta, la actividad física o el tabaco. Medio endógeno: incluye factores biológicos de la persona como el metabolismo, la microflora intestinal y la agresión oxidativa” [30]. Todo este conjunto de factores interviene en la disminución o aumento de la salud humana en relación con el ambiente y la exposición a diversos compuestos químicos.

Discusión

En función a los resultados obtenidos en este ejercicio investigativo, se confirmaron tres premisas fundamentales, basadas en las respuestas a los interrogantes del estudio (tabla 1):

1. La importancia que tiene la educación sobre sustancias químicas radica en la necesidad de brindar en todos los entornos sociales mayor información acerca del uso y manejo de estas sustancias, sus propiedades y riesgos para la salud y el ambiente. La educación mejora la pericia de las personas para un manejo adecuado de los compuestos químicos.
2. El manejo inadecuado de sustancias químicas produce alteraciones o desequilibrios en el ambiente, las cuales se expresan a través de la aparición de ciertas afecciones o patologías en el espacio social.
3. Los determinantes de la salud están relacionadas con el estilo de vida, el ambiente, la predisposición biológica y el manejo sanitario, todos estos factores condicionan el manejo que se les da a las sustancias químicas. Todas las determinantes presentan debilidades en los países de América Latina y requieren, para ser garantizadas, de un aumento de la infraestructura científica, tecnológica y financiera para afrontar el desafío de promover educación vinculada con las sustancias químicas para el desarrollo sostenible.

La importancia que tiene la educación sobre sustancias químicas se basa en el planteamiento de brindar, en todos los entornos sociales, mayor información acerca del uso y manejo de las sustancias químicas. Es así como se confirman los resultados de las necesidades educativas planteadas, desde la investigación de Moreno, basada en el estudio de ofertas en materia de educación en salud pública, donde se pudo determinar “la necesidad de adecuar las competencias y habilidades desarrolladas por los cursos y programas a las demandas de los usuarios de los servicios, programas y sistemas de salud regionales, para lograr programas orientados al enfrentamiento de los procesos de determinación socioambiental de la salud y de producción y reproducción de desigualdades” [31]. Al plantearse que en los países que conforman Latinoamérica se carece de manera amplia de la infraestructura científica, tecnológica y financiera para afrontar el desafío de promover educación vinculada con las sustancias químicas para el desarrollo sostenible, esto coincide con lo expuesto en la investigación de Cajamarca *et al.* quienes plantean que “debe superarse la actual lógica disruptiva por la cual los sectores de la sociedad civil más comprometidos con la defensa y preservación del ambiente confrontan permanentemente, en posición fuera de juego, con los sectores gubernamentales responsables del diagnóstico de situación, sin lograr sinergias positivas que conlleven a la mejora continua de la situación abordada” [13]. De igual modo, es necesario destacar lo establecido por Juvinyà-Canal y Casals-Alons, cuando mencionan la “declaración resultante de la 10.ª Conferencia Mundial de PS de la OMS celebrada en diciembre de 2021, donde se afirma la necesidad de unir esfuerzos en la creación de sociedades de bienestar sostenibles, comprometidas con la salud” [9].

Conclusiones

A manera de conclusión, se puede afirmar que promover la educación sobre sustancias químicas y su impacto en el ambiente es una forma de concientizar y empoderar a los agentes sociales y contribuir a la organización, el cambio y el bienestar físico, psíquico y social, tal y como se desprende de toda la narrativa y argumentación realizada. Adicionalmente, se logró determinar que el problema no son las sustancias químicas propiamente, sino los niveles de conciencia social y la desinformación, que evita que las personas puedan hacer un uso pertinente, eficaz y efectivo de las mismas, y así obtener de ellas los ilimitados beneficios que puede aportar al progreso humano. Aseveración que, por supuesto, no excluye la posibilidad real de riesgo de estos compuestos sintéticos, ya que pueden pasar al aire, al agua o al suelo, cuando se fabrican, se utilizan o se eliminan de manera inapropiada e inconsciente.

Sin embargo, en Latinoamérica se evidencian insuficiencias en los programas de formación con respecto al uso y manejo de las sustancias sintéticas o químicas. Este estado de cosas es producto de la debilidad en infraestructura técnica, en los métodos de investigación y en el financiamiento, el cual no permite identificar de manera adecuada las sustancias químicas más comunes, empleadas en una localidad cualquiera, ya que no se cuenta con la infraestructura adecuada para tal fin.

Por lo tanto, si el entorno natural o medioambiental es impactado, el factor humano también lo será porque forma parte de ese sistema de elementos. También se afirma que el comportamiento humano en cualquier espacio social va a marcar indefectiblemente al ambiente, bien sea de manera positiva o negativa. Por lo tanto, se puede determinar un sistema de relaciones complejo entre las sustancias químicas, el ambiente y la salud humana, el cual debe modificarse mediante un plan de educación sobre sustancias químicas y su impacto en el ambiente, en beneficio de la salud humana.

Referencias

- [1] A. Salcedo, “Educación en salud para prevenir intoxicaciones”, *Horizonte Sanitario*, vol. 18, nro. 3, 2019. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-74592019000300249
- [2] C. Castro y C. Luis, “Contaminantes orgánicos persistentes: Impactos y medidas de control”, *Manglar*, vol. 21, nro. 1, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.57188/manglar.2024.014>
- [3] N. Balseca, M. Quilligana-Chifla y D. Aman Balseca, “Una mirada histórica en la enseñanza-aprendizaje de la química: Mejorando la calidad educativa”, *Polo del Conocimiento*, vol. 9, nro. 1, pp. 1497–1506, 2024. Disponible en: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/6446/16165>
- [4] S. García y J. Zavatti, “Derecho a un medio ambiente limpio, saludable y sostenible: el medio ambiente no tóxico”, *Salud Ambiental*, vol. 22, nro. 16, pp. 3–7, 2022. Disponible en: <https://ojs.diffundit.com/index.php/rsa/article/view/1224/1174>
- [5] Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, “El Perú Impulsa la gestión de la seguridad química para proteger el medio ambiente y salud pública”, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.unep.org/es/el-peru-impulsa-la-gestion-de-la-seguridad-quimica-para-proteger-el-medio-ambiente-y-la-salud>
- [6] A. Chiloeches, “Materiales poliméricos biobasados derivados del ácido itacónico con actividad antimicrobiana”, tesis de doctorado, Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2024.
- [7] H. Pabón, S. Gelvez, S. Trigos y L. Gelvez, “Causas generadoras de enfermedades laborales producidas por sustancias químicas en trabajadores del sector agrícola en el corregimiento de Buena Esperanza en Norte de Santander”, *Ciencia Latina Revista Científica Disciplinar*, vol. 7, nro. 5, 2023. DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.8598
- [8] A. Muñoz, M. Trejos y L. López, “Efectos carcinogénicos en estudiantes de educación superior por la exposición a sustancias químicas en prácticas de laboratorio”, tesis de pregrado, Universidad Libre, 2023.
- [9] D. Juvinyà-Canal y C. Casals-Alonso, “Promoción de la Salud en tiempos de incertidumbre”, *Revista Sanus*, vol. 7, nro. 1, 2022. DOI: <https://doi.org/10.36789/revsanus.vi1.348>
- [10] S. Zapata *et al.*, “Ecomobiliario universitario a partir del reciclaje de las maquetas de arquitectura”, *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación*, nro. 219, pp. 321–341, 2024. DOI: <https://doi.org/10.18682/cdc.vi219.11142>
- [11] A. Ledit *et al.*, “Intervención ambiental de enfermedades respiratorias”, *Medicina*, vol. 79, nro. 2, 2019. Disponible en: <https://www.medicinabuenosaires.com/revistas/vol79-19/n2/123-136-Med6871-Arduso-A.pdf>
- [12] A. del Barrio, M. Ocampo y M. Larrañaga, “Políticas públicas y gobernanza ambiental: lineamientos para un programa ambiental de control, descontaminación y saneamiento de las cuencas rionegrinas (Argentina)”, *Pilquen*, vol. 23, nro. 5, 2020. Disponible en: <https://revele.uncoma.edu.ar/index.php/Sociales/article/view/2982>
- [13] J. Cajamarca *et al.*, *Determinantes de la salud ambiental*, Red Editorial Latinoamericana de Investigación, Cuenca, 2023.
- [14] Organización Mundial de la Salud (OMS), “Efectos de los productos químicos, los desechos y la contaminación en la salud humana”, en 76.ª *Asamblea Mundial de la Salud. Punto 16.3 del orden del día*, Washington D. C., 2023.
- [15] Y. Meza, M. Rebolledo, H. Vásquez y M. Gil, “Efectos para la salud respiratoria de los trabajadores que usan sustancias químicas en su medio laboral. Una revisión sistemática”, *Salud Uninorte*, vol. 38, nro. 2, 2023. DOI: <https://doi.org/10.14482/sun.38.2.616.2>
- [16] Y. Navarro, L. Rivas, C. Chao, C. Cañete y Y. Díaz, “Desarrollo y Aplicación de Alternativas para Reducir Productos Químicos Ociosos y Caducados en la Industria Petrolera”, *Centro Azúcar*, vol. 49, nro. 1, 2022. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/>

- caz/v49n1/2223-4861-caz-49-01-31.pdf
- [17] S. Garcia, "La Salud Ambiental en comunidades vulnerables de América Latina. Parte II", *Revista Salud Ambiental*, vol. 20, nro. 1, 2020. Disponible en: <https://ojs.diffundit.com/index.php/ras/article/view/1006/940>
- [18] Organización Panamericana de la Salud, "Exposición ocupacional a plaguicidas y sus efectos en la salud de trabajadores agrícolas: estudios epidemiológicos en Chile y Brasil", en *Exposición ocupacional a plaguicidas y sus efectos en la salud. 77.º Asamblea Mundial de la Salud*, Washington, 2024.
- [19] E. Vicentin, L. Ferreiros y C. Magnatti, "Farmacontaminación: El Lado B de los medicamentos", *Revista Argentina de Salud Pública*, vol. 13, nro. 1, 2021. Disponible en: <https://rasp.msal.gov.ar/index.php/rasp/article/view/473>
- [20] E. Guevara, H. Lopez y R. Franco, "Una propuesta de educación verde para fortalecer las habilidades en investigación del semillero EDUQUVERSA", *Biografía*, vol. 17, nro. 32, 2021. Disponible en: <https://revistas.upn.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/15708>
- [21] M. Molpeceres, R. Ceverios y S. Brieva, "Agroquímicos: cambios en la agenda internacional e instrumentos de regulación en Argentina (1950-2015)", *Estudios Socioterritoriales*, vol. 25, nro. 1, 2019. Disponible en: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/32/32724024/html/>
- [22] L. López, E. Moreno y Z. Castañeda, "Efectos en la salud del personal que manipula sustancias químicas en laboratorios", *Universidad Libre*, 2023. Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/27840/Art%3%adculo%20Final%20-%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [23] M. Ruiz, A. Aginagalde y J. del Llano, "Los Determinantes Sociales de la Salud en España", *Revista Española de Salud Pública*, vol. 96, 2022. Disponible en: <https://ojs.sanidad.gob.es/index.php/resp/article/view/343>
- [24] R. Peña, S. Andrade, M. Parra, D. Coronel y C. Rodas, "Análisis espacial de PM10 en el aire y su composición de metales con relación a factores ambientales alrededor de centros de educación preescolar en Cuenca", *Maskana*, vol. 11, nro. 1, 2020. DOI: <https://doi.org/10.18537/MSKN.11.01.06>
- [25] A. Vasquez, I. Ayala, I. Domenech, I. Martinez y R. Rodriguez, "Riesgo biológico en los laboratorios de microbiología de las instituciones de Salud", *Panorama, Cuba y Salud*, vol. 14, nro. 1, pp. 61-67, 2019. Disponible en: <https://revpanorama.sld.cu/index.php/panorama/article/view/854>
- [26] A. Government, "What is Health?", *Australian Institute of health and welfare*, 2022. [En línea] Disponible en: <https://www.aihw.gov.au/reports/australias-health/australias-health-2022-in-brief/summary>
- [27] CONSULTORSALUD, "Determinantes Sociales en la Salud en Perú", *Determinantes Sociales en la Salud en Perú*, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://consultorsalud.com/determinantes-sociales-la-salud-peru/>
- [28] M. León-Arce et al., "Unidades RISC: una estrategia para evaluar riesgos de salud en la población infantil de comunidades contaminadas", *Revista panamericana de Salud Pública*, 2023. DOI: <https://doi.org/10.26633/RPSP.2023.29>
- [29] L. Schwartz, L. De Lima y J. Stacciarini, "Influencia de los determinantes sociales de la salud en la eficacia familiar", *Revista Cuidarte*, vol. 14, nro. 1, 2023. DOI: <https://doi.org/10.15649/cuidarte.2805>
- [30] E. Martinez, "Sustancias químicas que afectan a nuestra salud respiratoria", 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.salud.mapfre.es/cuerpo-y-mente/habitos-saludables/sustancias-quimicas-afectan-salud-respiratoria/>. [Último acceso: 17/03/2024].
- [31] A. Moreno, "Salud y medio ambiente", *Revista de la Facultad de Medicina*, vol. 65, nro. 3, 2022.
- [32] Organización Mundial de la Salud (OMS), "Seguridad Química", en *77.º Asamblea Mundial de la Salud*, Washington D. C., 2024.

Citación del artículo:

E. S. Carhuachuco Rojas, R. E. Arenales López, D. Oseda Gago, G. Olivera Zurita y G. J. Vela Urbina, "Promoviendo la educación sobre sustancias químicas y su impacto en el ambiente: un enfoque para la salud humana", *Rev. Colomb. Quim.*, vol. 53, nro. 1, pp. 21-28, 2024. DOI: <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v53n1.114765>