



***FACULTAD DE CIENCIAS DEL TRABAJO Y COMPORTAMIENTO HUMANO***

***Trabajo de fin de Carrera titulado:***

**Consecuencias en la salud del uso de los respiradores elastoméricos en los trabajadores sanitarios. Una revisión sistemática. Trabajo final de Máster.**

**Realizado por:**

JACOBO ARIEL ARGUDO BENAVIDES

**Director del proyecto:**

PABLO RAMIRO DÁVILA RODRÍGUEZ

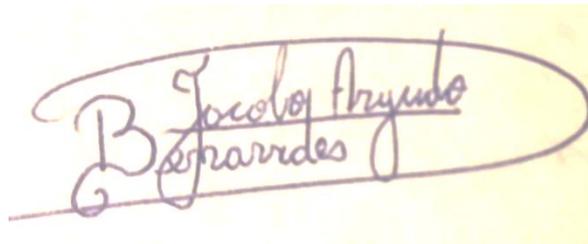
**Como requisito para la obtención del título de:**

**MAESTRÍA EN SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL**

QUITO, ABRIL DEL 2024

### **DECLARACIÓN JURAMENTADA**

Yo, Jacobo Ariel Argudo Benavides, ecuatoriano, con cédula de ciudadanía N°1723541551, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional, y se basa en las referencias bibliográficas descritas en este documento. A través de esta declaración, cedo los derechos de propiedad intelectual a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y normativa institucional vigente.

A handwritten signature in purple ink, enclosed in a purple oval. The signature reads "B. Jacobo Argudo Benavides".

---

Jacobo Ariel Argudo Benavides  
CI:1723541551

QUITO, ABRIL DEL 2024

## **DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS**

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.



---

**PABLO RAMIRO DÁVILA RODRÍGUEZ**

Master en Ciencias Ambientales

Master en gestión y educación superior

QUITO, ABRIL DEL 2024

**LOS PROFESORES INFORMANTES:**

MSc. RUBÉN VÁSCONEZ ILLAPA  
MSc. FRANZ GUZMÁN GALARZA

Después de revisar el trabajo presentado lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador.



Firmado electrónicamente por:

**FRANZ PAUL  
GUZMAN  
GALARZA**

**CI: 1707191068**

---

MSc. RUBÉN VÁSCONEZ ILLAPA

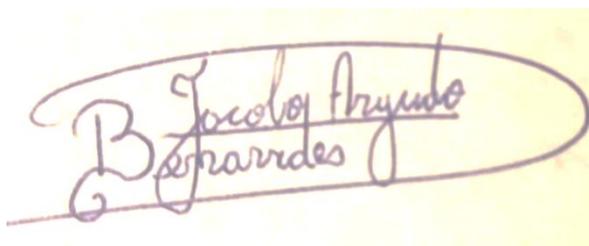
---

MSc. FRANZ GUZMÁN GALARZA

QUITO, ABRIL DEL 2024

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

A handwritten signature in purple ink on a yellow background. The signature reads "B Jacobo Argudo Benavides" and is enclosed in a large, hand-drawn oval.

---

Jacobo Ariel Argudo Benavides

CI:1723541551

QUITO, ABRIL DEL 2024

*Artículo de tesis*

## **Consecuencias en la salud del uso de los respiradores elastoméricos en los trabajadores sanitarios. Una revisión sistemática. Trabajo final de Máster**

Jacobo Ariel Argudo Benavides <sup>1</sup>, Pablo Ramiro Dávila Rodríguez <sup>2</sup>

Maestría en Salud y Seguridad Ocupacional

<sup>1</sup>Afiliación 1: jacobo.argudo@uiseek.edu.ec

<sup>2</sup>Afiliación 2: pablo.davila@uisek.edu.ec

**Palabras clave:** respiradores elastoméricos reutilizable, respirador purificador de aire motorizado, PAPR, respirador de media cara elastomérico, respirador elastomérico de cara completo, trabajadores de la salud, tolerancia, efectos negativos, consecuencias fisiológicas, consecuencias psicológicas.

**Antecedentes:** La alta demanda de las mascarillas descartables N95 y su desabastecimiento provocó el uso de los respiradores elastoméricos como una fuente alternativa, viable y de mayor protección para el trabajador de la salud. Sin embargo, el uso prolongado de los respiradores elastoméricos puede provocar inconvenientes en la salud de los trabajadores sanitarios. **Métodos:** Revisión sistemática exploratoria de búsqueda de artículos científicos desde una base de Pubmed y Scopus utilizando la metodología Prisma. **Objetivo:** Recopilar evidencia científica de las consecuencias en la salud del uso de los respiradores elastoméricos en los trabajadores sanitarios del 2009 hasta el 2023 mediante una revisión sistemática exploratoria. **Resultados:**

El principal efecto adverso fisiológicamente en la salud de los trabajadores de la salud por el uso de los respiradores elastoméricos son los problemas en la comunicación independientemente del tipo de respirador. Los efectos fisiológicos adversos encontrados en los entornos simulados como calor, irritación son diferentes a los encontrados en entornos reales como frecuencia de sed, problemas de piel, fatiga, no poder ir al baño con el uso de PAPR. Los efectos psicológicos encontrados son aumento de la ansiedad, dolor de cabeza, fatiga, agotamiento extremo y aumento del estrés psicosocial.

**Conclusiones:** La revisión sistemática exploratoria realizada en el presente artículo desde una base de datos del 2009 al 2023 con metodología prisma describe las consecuencias en la salud por el uso de los respiradores elastoméricos en los trabajadores de la salud. Este estudio describe que las principales afecciones fisiológicas son los problemas de comunicación seguidos de calor e irritación. Las principales afecciones psicológicas descritas son: ansiedad, dolor de cabeza, fatiga, agotamiento extremo y aumento del estrés psicosocial.

**Keywords:** reusable elastomeric respirators, powered air-purifying respirator, PAPR, elastomeric half-face respirator, full-face elastomeric respirator, healthcare workers, tolerance, negative effects, physiological consequences, psychological consequences.

**Background:** The high demand for disposable N95 masks and their shortage caused the use of elastomeric respirators as an alternative, viable source of greater protection for health workers. However, prolonged use of elastomeric respirators can cause health problems for healthcare workers. **Methods:** Systematic exploratory search review of

scientific articles from a database of Pubmed and Scopus using the Prisma methodology. **Objective:** Compile scientific evidence of the health consequences of the use of elastomeric respirators in healthcare workers from 2009 to 2023 through an exploratory systematic review. **Results:** The main physiological adverse effect on the health of health workers from the use of elastomeric respirators is communication problems regardless of the type of respirator. The adverse physiological effects found in the simulated environments such as heat, irritation are different from those found in real environments such as frequency of thirst, skin problems, fatigue, not being able to go to the bathroom with the use of PAPR. The psychological effects found are increased anxiety, headache, fatigue, extreme exhaustion and increased psychosocial stress. **Conclusions:** The exploratory systematic review carried out in this article from a database from 2009 to 2023 with prism methodology describes the health consequences of the use of elastomeric respirators in health workers. This study describes that the main physiological conditions are communication problems followed by heat and irritation. The main psychological conditions described are: anxiety, headache, fatigue, extreme exhaustion and increased psychosocial stress.

## 1. Introducción

La pandemia que inició en el 2019 en diciembre en la provincia de Wuhan en China, ocasionada por la transmisión del virus SARS-CoV-2 representó unos de los acontecimientos más importantes de nuestra época. La pandemia presentó cambios y desafíos radicales en toda la sociedad y todos sus niveles como economía, sociales, ambientales y sobre todo en los sistemas de salud. Siendo los más expuestos los trabajadores sanitarios que estuvieron en la primera línea para contener los estragos de esta pandemia. (Both et al., 2021)

Para afrontar la abrumadora propagación del virus se adoptó la implementación obligatoria de equipos de protección personal para el personal sanitario como batas, guantes, monogafas, y respiradores N95 con mascarilla de filtrado. El aumento de la demanda de los respiradores N95 con mascarilla de filtrado no se logró suplir en todos los centros hospitalarios. Se intentó varias formas para afrontar esta demanda como la reutilización de los respiradores N95 con mascarilla de filtrado luego de una descontaminación, sin embargo, estas medidas tuvieron varios inconvenientes. Una de las formas más eficaces del reemplazo a estas medidas fue la utilización de los respiradores elastoméricos. (Rebmann et al., 2013; Ali et al., 2020)

Los respiradores elastoméricos proporcionan una protección similar o superior a los respiradores N95 con mascarilla de filtrado. Sus características hacen que sea posible una reutilización sin perder su factor de protección, siendo la opción más adecuada para suplir la protección respiratoria en los centros de atención sanitarios. (Frund et al., 2022)

Varios reportes se han escrito sobre las consecuencias en la salud del uso prolongado de los respiradores N95 con mascarilla de filtrado en el personal de salud. Sin embargo, el uso de los respiradores elastoméricos no están exentos de esta condición. Aunque existen reportes de estudios de las posibles afecciones en la salud por el uso de respiradores elastoméricos, no se ha investigado a fondo las principales afecciones fisiológicas y psicológicas que estos dispositivos pueden causar al personal de salud. (Kunstler et al., 2020)

Los efectos negativos como dolores de cabeza, calor, afecciones cutáneas o problemas de comunicación producidos por el uso de los respiradores elastoméricos pueden llevar al personal de salud al desarrollo de otras patologías y de enfermedades profesionales. Impactando en su trabajo con un mal desempeño, tareas incompletas, ausentismo laboral. (Tanifuji et al., 2022). Por lo tanto, se ha visto en la necesidad de llevar a efecto una revisión sistemática de las principales consecuencias psicológicas y fisiológicas que se han reportado por el uso de los respiradores elastoméricos en la salud de los trabajadores sanitarios, y así, recolectar y sintetizar la información más relevante. (Tanifuji et al., 2022; Chalikonda et al., 2020)

## **Justificación**

La pandemia del COVID-19 que comenzó a mediados del 2019, ocasionada por el coronavirus SARS-CoV-2 provocó una alta demanda de equipos de protección personal por parte de los trabajadores de la salud. La magnitud de casos presentados a nivel mundial generó que todos los servicios de atención sanitaria requieran de respiradores N95 con mascarilla de filtrado, gafas, protectores faciales, guantes y batas para la atención del paciente. (Chiang et al., 2020)

Esta mayor demanda de consumo de respiradores N95 con mascarilla de filtrado, generó una escasez mundial, lo que generó distintas estrategias para solventar el requerimiento excepcional de estos equipos, planteándose la reutilización, para lo cual se establecieron varios métodos como: la descontaminación por radiación ultravioleta, peróxido de hidrogeno vaporizado o calor. Sin embargo, estas estrategias presentaron varios inconvenientes, por lo que no lograron suplir la demanda, y se eliminó la idea de la reutilización de este tipo de respiradores (N95). Por tanto, la estrategia más útil fue el empleo de los respiradores elastoméricos que permitían la reutilización, la desinfección y el uso prolongado. (Rebmann et al., 2013; Chiang et al., 2020)

Los respiradores elastoméricos se diferencian de los respiradores N95 con mascarilla de filtrado porque su mecanismo de operativo, materiales y ajuste (sello herméticos que proporciona un ajuste personalizado), además son reutilizables y se pueden descontaminar. Los respiradores elastoméricos están compuestos por distintas partes en su estructura, en general los cuerpos son de polímeros flexibles y los filtros de retención de partículas que disponen son: N95, N100, P95, P100, P100 HEPA. Los respiradores elastoméricos se clasifican en: respiradores de media cara, respiradores de cara completa y los respiradores purificadores de aire mediante motorización (PAPR). (Chiang et al., 2020)

Se ha demostrado que el factor de protección de los respiradores elastómeros posee un nivel igual o superior si se compara con los respiradores N95 con mascarilla de filtrado, este último tiene un factor de protección de diez. Un respirador elastomérico de media cara tiene un factor de protección de diez o superior, un respirador elastomérico de cara completa tiene el factor de protección de cincuenta y un respirador purificador de aire motorizado el factor de protección es de mil, dando mayor protección para tareas de alto riesgo. (Frund et al., 2022)

Una vez superada la pandemia por Coronavirus y ante la posible aparición de otros agentes infecciosos respiratorios emergentes como la influenza aviar, ébola, síndrome respiratorio agudo severo, los gobiernos han demostrado su inquietud sobre la disponibilidad de suplir los respiradores N95 con mascarilla de filtrado. La alternativa es usar respiradores elastoméricos en los

centros de atención hospitalaria alrededor del mundo. (Chalikonda et al., 2020; Chiang et al., 2020). En relación con los respiradores N95 con mascarilla de filtrado, los respiradores elastoméricos generan mayor confianza en la protección del individuo al provocar un sello facial hermético, con una fácil aplicación y remoción del equipo, son reutilizables y se pueden descontaminar. Su durabilidad dependerá de su cuidado, lo que termina generando un ahorro sostenible en épocas de pandemia. (Chalikonda et al., 2020)

Varios reportes han demostrado efectos en la salud por el uso de los equipos de protección los cuales han creado alertas de las consecuencias a nivel físico y psicológico en los trabajadores sanitarios y de las distintas medidas adecuadas para cuidar la salud del trabajador. (LeBlanc et al., 2022)

Los equipos de protección respiratoria no están libres de presentar efectos adversos en la salud de los trabajadores sanitarios, siendo los más estudiados los respiradores N95 con mascarilla de filtrado, que han tenido consecuencias tanto fisiológicas como psicológicas. Los efectos secundarios fisiológicos son las abrasiones en la piel por la presión, incomodidad por el calor generado, afecciones dermatológicas entre otros, y las consecuencias psicológicas descritas son la ansiedad, mayor carga laboral y fatiga (Kunstler et al., 2020). Sin embargo, poco se conoce sobre empleo de respiradores elastoméricos y sus efectos en las condiciones de salud en los trabajadores sanitarios.

A pesar de que los respiradores elastoméricos son dispositivos que brindan una mayor protección contra partículas y aerosoles, se necesita evaluar si el uso constante y prolongado en el tiempo puede ocasionar efectos secundarios en la salud de los trabajadores tanto a nivel fisiológico como a nivel psicológico. (Chalikonda et al., 2020)

## **Preguntas**

### Problema general

¿Cuál es la evidencia científica disponible sobre las consecuencias en la salud de los trabajadores sanitarios por el uso de respiradores elastoméricos, que se encuentre documentada en las bases de datos reconocidas a nivel regional y mundial desde el 2009 al 2023?

### Problemas específicos

¿Cuáles son las principales consecuencias fisiológicas en los trabajadores sanitarios por el uso de respiradores elastoméricos y se encuentre documentada en las bases de datos reconocidas a nivel regional y mundial desde el 2009 al 2023?

¿Cuáles son las principales consecuencias psicológicas en los trabajadores sanitarios por el uso de respiradores elastoméricos, y se encuentre documentada en las bases de datos reconocidas a nivel regional y mundial desde el 2009 al 2023?

## Objetivos de la investigación

### Objetivos generales

- Describir el estado actual del conocimiento respecto de la evidencia científica mediante una revisión sistemática exploratoria de las consecuencias en la salud del uso de los respiradores elásticos en los trabajadores sanitarios, esto mediante la consulta en bases de datos reconocidas a nivel regional y mundial desde el 2009 hasta el 2023 para alertar a la sociedad sobre estos efectos y se plantee estudiar cómo prevenirlas.

### Objetivos específico

- Determinar las consecuencias fisiológicas del uso de los respiradores elásticos en los trabajadores sanitarios mediante una revisión sistemática exploratoria desde bases de datos reconocidas a nivel regional y mundial desde el 2009 hasta el 2023 para establecer los principales efectos negativos en los trabajadores sanitarios.
- Identificar las consecuencias psicológicas del uso de los respiradores elásticos en los trabajadores sanitarios mediante una revisión sistemática exploratoria desde bases de datos reconocidas a nivel regional y mundial desde el 2009 hasta el 2023 para establecer los principales efectos patológicos en los trabajadores sanitarios.

## 2. Materiales and Métodos

### Diseño

En esta revisión tuvo como guía la Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews (PRISMA- ScR). Seguimos los siguientes pasos: (Page et al,2020),

Uno: Identificar las preguntas de investigación, dos: Identificar los estudios relevantes, tres: Criterios de inclusión y criterios de exclusión para la selección de los estudios, cuatro: Seleccionar los estudios, cinco: Análisis de datos, seis: Ordenar, cotejar, resumir e informar los resultados y recomendaciones.

La pregunta de investigación principal que guio esta revisión fue:

¿Cuál es la evidencia científica disponible sobre las consecuencias en la salud del uso de los respiradores elásticos en los trabajadores sanitarios?

### Estrategias de búsqueda de literatura

- Se realizó una búsqueda de información de artículos científicos publicados.
- Las unidades de observación: en buscadores de alto impacto: Pubmed, Scopus.
- Los límites de tiempo: desde una base de datos del 2009 hasta el 2023.
- El idioma buscado: inglés.

- La estrategia de estudio se usó terminología médica Mesh, palabras claves con el uso de operadores booleanos AND, OR y filtros propios de las bases de datos. Los términos de búsqueda fueron: (health consequence) OR (Physiologic effects) OR (physiological effects) AND (elastomeric respirator)) OR (Powered Air Purifying Respirators)) OR (Reusable elastomeric) AND (healthcare worker).
- Se incluyó literatura de búsqueda de forma manual para incluir estudios relevantes del tema.
- Con las listas de referencia se verificó que cumplieran los criterios de inclusión y exclusión.

Las estrategias de búsqueda por base de datos son las siguientes:

<p>((((health consequence) OR (Physiologic effects)) OR (physiological effects))) AND (elastomeric respirator)) OR (Powered Air Purifying Respirators)) OR (Reusable elastomeric)) AND (healthcare worker)</p> <p>Filtros: idioma Inglés, solo en humanos, desde el 2009 hasta el 2023</p>	<p>Pub-med</p>
<p>"health consequence" OR "Physiologic effects" OR "physiological effects" AND "elastomeric respirator" OR "Powered Air Purifying Respirators" OR "Reusable elastomeric" AND "healthcare worker" AND PUBYEAR &gt; 2009 AND PUBYEAR &lt; 2024 AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English" ) ) AND ( LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD , "Human" ) ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD , "Humans" ) )</p>	<p>Scopus</p>

### Criterio de selección

- Los criterios de inclusión fueron: artículos científicos en inglés desde el primero de enero del 2009 al treinta de junio del 2023 sobre: consecuencias en la salud del uso de los respiradores elastoméricos en los trabajadores sanitarios.
- La selección de información fue solo de artículos científicos que estén mencionados el personal de salud y afines, no hubo limitaciones de área geográfica
- Se excluyó los artículos científicos que no mencionaran a los trabajadores de la salud, literatura que no esté en inglés, los estudios publicados antes del 2009 o después del 2023. Se excluyeron tesis de fin de grado, tecnologías o de tercer nivel.

## **Identificación, selección y clasificación de la literatura.**

Revisión uno

Clasificados según el título y el resumen: “pertinente” o “no pertinente”.

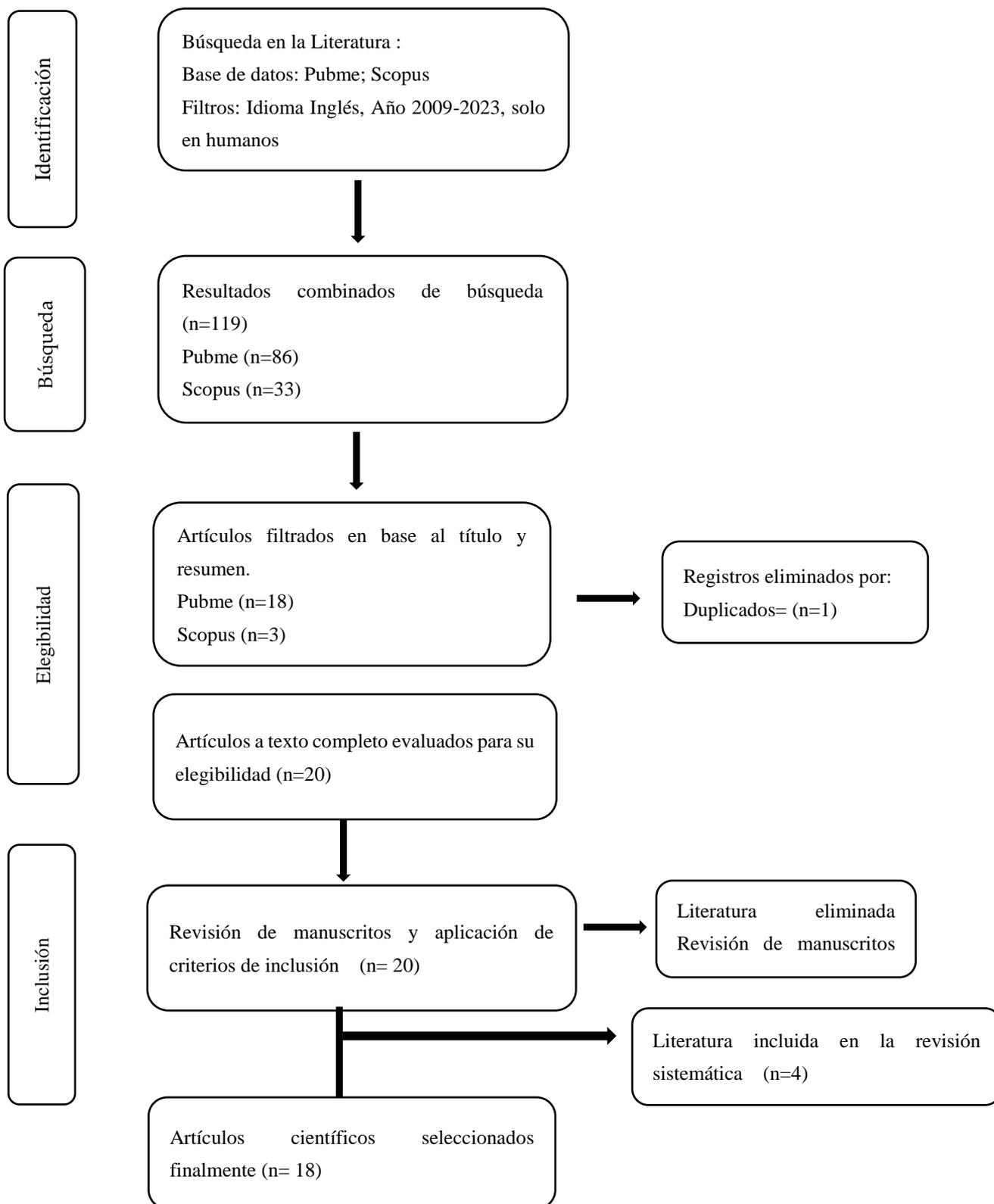
Aplicación de criterios de Inclusión y exclusión.

Detección y eliminación de los duplicados.

Revisión dos

Un investigador (Argudo J.) realizó la búsqueda de la literatura de forma independiente y luego se seleccionaron las fuentes. Luego se compararon los resultados de la investigación y se eliminó la literatura duplicada. Los desacuerdos o dudas se resolvieron mediante diálogo con un supervisor del desarrollo del artículo (Dávila P.)

### Identificación, selección y clasificación de la literatura.



### 3. Resultados

#### Análisis de datos.

Se identificó un total de 119 artículos en las bases de datos, se eliminó la literatura duplicada 1 y los títulos no pertinentes 99, para concluir con 14 artículos donde se incluyeron 4 artículos buscados manualmente para un total de 18 artículos seleccionados.

Table 1. Artículos identificados con efectos en la salud factores fisiológicos y psicológicos

Número	Referencia	Título	Fecha	Muestra y entorno de realización	Objetivo	Tipo de protección Respiratoria	Resultado clave Primarios	Resultados secundarios
1	Radonovich L, et al (2009)	Respirator Tolerance in Health Care Workers	2009	27 (simulado)	Evaluar la tolerancia de los dispositivos de protección respiratoria a lo largo del tiempo de una jornada de trabajo de 8 horas en trabajadores de la salud .	PAPR holgado Respirador de media cara.	Los respiradores PAPR tienen una alta tolerancia en el tiempo de una jornada de 8 horas Media del tiempo de tolerancia 7.6 (1.8,8.0) El respirador elastomérico de media cara tiene una Media del tiempo de tolerancia 6.8 (2.1,8.0). Las causas para discontinuar el uso en una jornada de 8 horas en los PAPR fueron: las interferencias para la comunicación=9, mareo o dificultad para concentrarse= 4 . Interferencias mecánicas con las tareas=4 . para un total de 13 sesiones terminadas antes de 8 horas de 27 sesiones de uso solo del parp. Las causas para discontinuar el uso en una jornada de 8 horas en el respirador de media cara fueron: Dificultades para la comunicación= 9, calor= 7, presión o dolor= 4, picor= 1, náusea= 1, mareo o dificultad para concentrarse=3.Para un total de 17	

							sesiones terminadas antes de 8 horas de 27 sesiones en total solo del uso del respirador elastomeric de media cara.	
2	Schumacher J, et al (2009)	Comparison of powered and conventional airpurifying respirators during simulated resuscitation of casualties contaminated with hazardous substances	2009	14 (simulado)	Investigar los efectos negativos del uso de PAPR y respirador elastomeric de cara completa en una simulación de reanimación del personal de paramédicos.	PAPR holgado. Respirador elastomeric de cara completa	El grado de resistencia de la respiración fue mejor tolerado con PAPR que con un respirador de cara completa. La movilidad y comunicación fueron similares en ambos grupos de respiradores pero mucho menor que el grupo control. No hubo retrasos en el tiempo en todas las labores presentadas.	
3	Radonovich L, et al (2010)	Diminished speech intelligibility associated with certain types of respirators worn by	2010	16 (real y simulado)	Evaluar el nivel de interferencia en la comunicación y la inteligibilidad en equipos de protección respiratoria en trabajadores de la	PAPR, Respirador de media cara	El respirador elastomérico de media tuvo un promedio de claridad de las palabras 72 % en un entorno real de UCI frente a un 89 % sin ningún tipo de respirador y un 87% en un entorno de UCI simulada frente a un 97% sin ningún tipo de respirador. 10 de 16 sujetos se designó para las pruebas. La Claridad de las palabras con el PAPR fue en promedio del 79 % en comparación con 90% sin	

		healthcare workers			salud mediante el método de MTR.		respirador en un entorno de UCI simulado. 5 de 16 sujetos fueron designados para la prueba	
4	Roberge R, et al (2010)	Reusable elastomeric air-purifying respirators: Physiologic impact on health care workers	2010	10 (simulado)	Evaluar el impacto fisiológico del respirador elastomérico de media cara en los trabajadores de salud mediante una prueba simulada de esfuerzo.	Respirador elastomérico de media Cara	Los respiradores purificadores de aire elastoméricos reutilizables imponen poca carga fisiológica adicional en el transcurso de una hora, se observaron disminuciones significativas en la frecuencia respiratoria y aumentos en el volumen corriente en el ritmo de trabajo más bajo con el uso del respirador. Aproximadamente la mitad de los sujetos tenían niveles de dióxido de carbono transcutáneo por encima del límite superior normal después de 1 hora de uso.	La tolerancia medida por una prueba de Borg modificada del esfuerzo y comodidad percibida no hubo diferencias significativas con los controles y su calificación fue menor esfuerzo o fácil, y nada incommoda respectivamente. Las

								quejas subjetivas fueron calor facial( 5/10 a 2,73 km/, 7/10 a 4,03 km/h) , irritación de la piel(3/10 en ambos recorridos) y peso del dispositivo (2/10 y 3/10).
5	Shenai B, et al (2012)	Discomfort and Exertion Associated with Prolonged Wear of Respiratory	2012	27 (simulado)	Evaluar el disconfor y el esfuerzo en el uso de varios equipos de protección respiratoria en trabajadores de salud.	Elastómero de media Cara PAPR holgado	Existe un grado leve de disconfor con el uso de PAPR a lo largo de 8 horas de uso. El grado de esfuerzo con escala de Borg a lo largo de una jornada de 8 fue muy ligero tanto para el respirado de media cara como el PAPR Existe un grado leve de disconfor con respirador elastomeric de media cara	
6	Powell J, et al	Powered air-purifying respirator use in healthcare:	2017	12 (simulado)	Evaluar los efectos sobre las sensaciones térmicas y el confort del uso de los	respiradores purificadores de aire motorizados:	No se observó una respuesta significativa de los PAPR a frecuencia cardíaca, la frecuencia respiratoria, la saturación de oxígeno, el dióxido de carbono transcutáneo y las percepciones de	La percepción de sequedad ocular fue

	(2017 )	Effects on thermal sensations and confort			Respiradores purificadores de aire motorizados en el sector sanitario:	PAPR con cara completa ajustada, PAPR holgado, PAPR hibrido.	esfuerzo o malestar respiratorio, esfuerzo, calor facial y calor corporal general en la prueba de esfuerzo de una hora .	significativa mente mayor para un PAPR con máscara completa ajustada. La temperatura de la frente era más baja con los PAPR de ajuste holgado y de máscara completa.
7	Dalli J, et al (2020 )	Powered Air Purifying Respirators (PAPR) for the protection of surgeons during operative tasks: a user	2020	46 (simulado)	Evaluación de las percepciones de uso de los PAPR en el personal de cirugía en un entorno simulado.	PAPR con media capucha PAPR holgado con capucha completa	La sensación térmica, confort térmico, percepción de la respiración, esfuerzo percibido con escala de Borg y sequedad ocular fueron bien tolerados. Se reportó dificultad en la comunicación.	

		perspective assessment						
8	Bhara tendu C, et al (2020)	Powered Air Purifying Respirator (PAPR) restores the N95 face mask induced cerebral hemodynamic alterations among Healthcare Workers during COVID-19 Outbreak	2020	154 (simulado)	Evaluar la velocidad de flujo, Índice de pulsatilidad de la arteria cerebral media durante el uso de respirador N95 y PAPR	PAPR holgado	24 participantes con el uso de N95 y luego PAPR condujo a un aumento de MFV (velocidad media de flujo) a $59,9 \pm 8,8$ cm/s comparado con $54,5 \pm 8,7$ cm/s al inicio del estudio, la IP de $0,91 \pm$ se mantuvo similar al inicio del estudio de $0,92 \pm 0,06$	
9	Cohen E, et al (2021)	N95 vs Half-face Respirator Wear in Surgical Trainees: Physiologic and	2021	23 (simulado)	Estudio que compara parámetros fisiológicos y psicológicos del uso de respirador N95 y un respirador elástico de media cara en un	Respirador elástico de media cara	Fisiológicos . No hubo diferencias significativas en los signos vitales como: frecuencia respiratoria, frecuencia cardiaca, presión arterial, temperatura entre N95 y respirador elástico de media cara. No hubo diferencias significativas entre las variables de espirometría entre el uso de N95 y respirador elástico de media cara.	

		Psychological Effects of Prolonged Use			entorno simulado durante 3 horas.		Psicológicas . Las puntuaciones del Inventario de Ansiedad Estado-Rasgo aumentaron más con el uso del respirador elastomérico de media cara en comparación con los cambios medios con el uso de N95 (IC del 95 %, 1,350-8,741). La proporción de participantes que informaron dificultades para comprender fue significativamente mayor con los respiradores elastoméricos de media cara.	
10	Chong L, et al (2022)	Advances in respiratory protective equipment: practical experiences of CleanSpace® HALO™ by healthcare workers	2022	93 (real)	Evaluar por medio de una encuesta las experiencias obtenidas del uso de diferentes dispositivos de protección respiratoria de los usuarios de un nuevo dispositivo CleanSpace HALO, en comparación con máscaras y respiradores existentes para determinar ventajas y desventajas.	PAPR Respirador elastomérico de media cara motorizado.	Un 23% de los participantes informaron interferencia importante en la comunicación entre colegas con el uso de PAPR y un 18 % con el respirado elastomérico de media cara motorizado. Un 25% de los participantes informaron interferencia importante en la comunicación con el paciente con el uso de PAPR y un 22 % con el respirado elastomérico de media cara motorizado. Malestar por calor y deshidratación se reportó un 49% como un problema significativo o importante con el uso de PARP y un 37% con Respirador elastomérico de media cara motorizado. La imposibilidad de ir al baño se reporto en un 32% para PARP y un 17% para respirador elastomérico de media cara motorizado. Dolor de cabeza o mareo se reportó un 16% para PARP y un 22% para respirador elastomérico de media cara motorizado.	

							Irritación de la piel y dolor de garganta o sed se reportó un 17% para respirador elastorémico de media cara motorizado	
11	Adamson S, et al (2021)	Staff perceptions of military chemical–biological–radiological–nuclear (CBRN) air-purifying masks during a simulated clinical task in the context of SARS-CoV-2	2021	33 (simulado)	Comparar percepciones del uso del respirador de cara completa QBRN frente a un respirador N95 en tareas clínicas simuladas.	Respirador elastómero de cara completa QBRN	En la comodidad inicial y prolongada el respirador de elastómero de cara completa fue superior al respirador N95: media = 7,5 frente a media 6,8 p=0.041 y media = 6,8 frente a media = 5,0 p=0.001 respectivamente . En la comunicación no hubo diferencias 8 (5-8) frente a 8 (7-9) P= 0.080. En el empañamiento el respirador de cara completa fue superior frente al N95: 5 (3,5–8) frente 10 (8–10) P= <0,0001	
12	Kempfle J, et al (2021)	Effect of Powered Air-Purifying Respirators on Speech Recognition Among	2020	5 (simulado)	Evaluar los cambios en la sensibilidad auditiva y la discriminación de palabras creados por el uso de PAPR por personal sanitario en	PAPR holgado	La discriminación cayó del 100% en todos los participantes una media de 48% ± 14% cuando el PAPR estaba operativo P < 0,001.	

		Health Care Workers			un entorno simulado .			
13	Moldoff E, et al (2022)	Impact of Powered Air-Purifying Respirator Devices on Word Recognition in Health Care Providers	2022	5 (simulado)	Determinar si el uso de un dispositivo PAPR altera significativamente las puntuaciones de reconocimiento de palabras y los umbrales de audición de tonos puros cuando lo usa un proveedor de atención médica.	PAPR holgado	<p>Las puntuaciones de reconocimiento de palabras cayeron de <math>95,2 \pm 0,8</math> (93,0 a 97,4) a <math>2,4 \pm 2,4</math> (0,0 a 9,1) es decir un 93% (IC del 95%, 86%-99%) a 55 dB cuando se usa el dispositivo.</p> <p>El Promedio Tonal Puro se modificó de <math>7,7 \pm 1,4</math> (3,8 a 11,5) a <math>61,6 \pm 1,7</math> (57,0 a 66,3) es decir una diferencia 54 dB (IC del 95 %, 46-62 dB).</p>	
14	Xia X, et al (2023)	The impact of wearing powered air purifying respirators or N95 masks on the olfactory function in healthcare workers: A randomized	2023	56(simulado)	El objetivo de este estudio es investigar si los PAPR y las máscaras N95 afectan el sentido del olfato en los trabajadores de la salud al simular un entorno de trabajo clínico	PAPR híbrido	<p>No hubo diferencias estadísticas en las puntuaciones de las pruebas de discriminación antes y después de usar la máscara en el grupo PAPR ( <math>Z = -0,707</math>, <math>P = 0,480</math>) solo 2 (7,1%) ni tampoco con N95 ( <math>Z = -0,828</math>, <math>P = 0,408</math>).</p> <p>La prueba de umbral olfativo fue 17 (60%) sujetos tenían una concentración más alta de olor detectable que antes de la mascarilla con PAPR ( <math>Z = -2,595</math>, <math>P = 0,009</math>). N95 el 15 (54%) sujetos tenían una mayor concentración de detectable ( <math>Z = -2,120</math>, <math>P = 0,034</math>).</p>	

		controlled trial						
15	Zhuan g E, et al (2022)	Physiological Impacts of Surgical Mask Coverage of Elastomeric Half-mask Respirator Exhalation Valves in Healthcare Workers	2022	12(simulado)	Evaluar los parámetros fisiológicos y los cambios incurridos al usar un respirador elastomérico de media cara cubierto por una mascarilla quirurgica durante tareas laborales simuladas de atención médica que probablemente se experimenten durante la prestación de servicios de cuidados críticos.	Respirador elastomeric de media cara	No hubo cambios clínicamente significativos en las variables fisiológicas como FC, Saturación de oxígeno O2, dióxido de carbono.	En la escala de esfuerzo de Borg tuvo un 13 “algo duro” tanto el respirador elastomeric o de media cara con y sin mascarilla, la mascarilla tuvo un mejor percepción con 11 esfuerzo moderado. La comodidad para el

								respirador elastomeric o de media cara fue de "muy levemente o nada incómodo".
16	Jun Y, et al (2023)	Impact of personal protective equipment attached powered air-purifying respirator on nursing-skill performance and psychosocial stress of intensive care unit COVID-19 nurses: A cross-	2023	181 (entorno real)	Identificar los factores que afectan el estrés psicosocial de las enfermeras de la unidad de cuidados intensivos que usan equipo de protección personal con un respirador purificador de aire motorizado .	Equipo de protección personal más PAPR.	Frecuencia sed (70,7%), problemas en la piel (70,7%), fatiga (67,4%), dolor de oído (64,6%), malestar por no poder ir al baño (59,7% ) y dolor de cabeza tras quitarse el EPI (51,9%), Mareos (48,1), Disnea (43,6), Calor (42,5), Dolor de cabeza por llevar capucha (35,9), Agotamiento extremo (30,4), Dolor de espalda (27,6) Se reportó estrés psicosocial tanto el grupo de estrés severo (44,7%) como el grupo de estrés potencial (53,6%). Rendimiento general de habilidades de la enfermería disminuyó al 63,4% mientras se usaba EPP con un PAPR adjunto.	

		sectional study						
17	Ng I, et al (2022)	HALO CleanSpace PAPR evaluation: Communication, respiratory protection, and usability	2022	8 (simulada)	Evaluamos el dispositivo HALO PAPR de media cara (explorando el rendimiento de la comunicación mediante la prueba de rima modificada (MRT) ; el nivel de protección respiratoria y evaluando la usabilidad y la comodidad mediante una encuesta.	Respirador elastomérico purificador de aire motorizado de media cara	Rendimiento de la comunicación 69,5 % en el MRT sin auricular. 84,3% con auricular. La inteligibilidad disminuyó significativamente a 98 % (RIC, 94–99 %; P = 0,002) y 95 % (RIC, 85–100 %; P = 0,004) respectivamente.	La comunicación 6 de 8 menciona que era algo difícil, la comodidad general fue moderada 5/8.
18	Schumacher J, et al (2020)	The impact of respiratory protective equipment on difficult airway management: a randomised,	2020	25 (simulada)	Comparar el impacto de los respiradores motorizados modernos y los respiradores estándar en procedimientos simulados de vía aérea difícil en	Respirador elastomérico de cara completa. PAPR	El PAPR fue mejor tolerado en cuanto a calor y visión que el respirador elastomérico de cara completa. El ruido fue mejor valorado en el respirador elastomérico de cara completa que en el PAPR. La comunicación disminuida en los dos dispositivos sin ser uno superior al otro.	

		crossover, simulation study			procedimientos de anestesiología simulados.			
--	--	-----------------------------------	--	--	---	--	--	--

Tabla No 2 Principales resultados encontrados entorno simulado.

Dispositivo	Principales hallazgos	Numero de artículos
PAPR	Constantes vitales : no existió variaciones significativas.	1
	Reporto cambios en la hemodinamia cerebral	1
	Percepción del olfato sin cambios significativos	1
Respirador elastomérico de cara media	Tolerancia: algo duro	1
	Constantes vitales como frecuencia respiratoria, frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno y Co2: sin cambios significativos	2
	Constantes vitales: Disminuciones significativas en la frecuencia respiratoria y aumentos en el volumen corriente.	1
Respirador elastomérico de cara media motorizado	Tolerancia: Moderado	1
Mixto	Tolerancia: ligera o bien tolerado	7
	Calor	4

Autor: elaboración Propia

Tabla 3.- Principales hallazgos en entornos Reales

Entorno	Tipo de respirador	Principales hallazgos	Artículos
Real	PAPR	Calor	1
		Dolor de cabeza e irritación	
		Insatisfacción por la frecuencia de sed, problemas de piel, fatiga, incomodidad por no ir al baño y una disminución de las habilidades.	1
	Respirador de media cara	Calor	1
Dolor de cabeza e irritación			
Mixto: Simulado y real	PAPR	Mareo o dificultad para concentrarse	1
	Respirador elastomérico de media cara	Calor o irritación	1

Autor: elaboración propia

De los 18 artículos seleccionados de los efectos en la salud por el uso de los respiradores elastoméricos en trabajadores sanitario 15 artículos fueron realizados en un entorno simulado, 2 en un contexto real y 1 en un contexto mixto. Todos los estudios se encontraron en el idioma inglés. Los tipos de dispositivos en los artículos estudiados fueron 6 de solo uso de PAPR, 4 solo de respiradores elastoméricos de media cara, 1 de respirador elastomérico de cara completa y 7 mixtos. (Tabla No1)

De los 18 artículos 11 presentaron problemas en la comunicación por el uso de los respiradores elastoméricos siendo la principal molestia independientemente del tipo del respirador elastomérico. (Tabla No1)

La tolerancia analizada en 7 artículos bajo escalas de esfuerzo de Borg o comodidad fue en 5 artículos de esfuerzo ligero o fácil o bien tolerado para el respirador de media cara como para el PAPR. En un artículo la comodidad fue moderada con el respirador de media cara motorizado. Se reportó esfuerzo algo duro y levemente incómodo con el respirador de media cara. Se reportó calor en 4 artículos con el uso del respirador de media cara y PAPR. (Tabla No1)

Dos Artículos con el uso de respiradores de media cara reportaron que no existió variaciones significativas en las constantes vitales como frecuencia respiratoria, frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno y Co2. Un artículo se observó disminuciones significativas en la frecuencia respiratoria y aumentos en el volumen corriente. Un artículo reportó que con el uso de PAPR no existió variaciones significativas en las constantes vitales como frecuencia respiratoria, frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno y CO2. (Tabla No1 y Tabla No2)

Solo un artículo reporto cambios en la hemodinámica cerebral y solo un artículo investigo la percepción del olfato sin cambios significativos. (Tabla No1 y Tabla No2)

En los estudios revisados en entorno real se reportó calor en un 49 % con el uso de PAPR, 37 % con el uso de respirador de media cara, seguido de dolor de cabeza e irritación este hallazgo se encontró en un 16% para PAPR; y un 22% para el respirador elastomérico de media cara. Mientras que en otro artículo con el uso de PAPR se reportó insatisfacción por la frecuencia de sed, problemas de piel en un 70 % fatiga en un 67 %, incomodidad por no ir al baño en un 59 % y una disminución de las habilidades en un 63 %. En estudio mixto entorno real y simulado se encontró que con el uso de PAPR el principal efecto fue mareo o dificultad para concentrarse, en el respirador elastomérico de media cara fue el calor o irritación. (Tabla No1 y Tabla No3)

En los efectos psicológicos solo 2 artículos evaluaron esta esfera y encontraron las puntuaciones del Inventario de Ansiedad Estado-Rasgo aumentaron más con el uso del respirador elastomérico de media cara que se llevó a cabo en un entorno simulado, mientras que se encontró dolor de cabeza al retiro del PAPR, agotamiento extremo y estrés psicosocial en un entorno real. (Tabla No1)

#### **4. Discusión**

La principal afección por el empleo de los respiradores elastoméricos se destaca los problemas en la comunicación independientemente del tipo de respirador, esto tiene relación con los hallazgos descritos por Burton C, et al., (2021) y Bray, C. et al., (2023) que también reporto estos efectos negativos en la comunicación. Se identificó que en varios artículos científicos el uso de los respiradores elastoméricos tiene buena tolerancia y presentan un esfuerzo en la Escala de Borg como ligero o fácil, siendo el más cómodo el uso de PAPR frente al respirador elastomérico de media cara. (Tabla No1)

Se ha encontrado calor e irritación en 3 artículos en entorno simulado y uno en entorno real, como los encontrados por Bray, C. et al., (2023) que describe: incomodidad por la temperatura, irritación, sin embargo, en nuestro estudio no encontró molestia por el peso del dispositivo, arnés o dificultad para respirar como describe Bray, C. et al., (2023).

A pesar de que estos problemas en la comunicación han persistido poco se ha trabajado por mejorar este aspecto, recordando que estos dispositivos son adaptaciones para nuestro entorno y no

han sido diseñado específicamente para este tipo de personal, los próximos dispositivos deberán estudiar estas limitaciones para abordar este problema (Liverman C, et al., 2018). Se han propuesto diseños como el uso de auriculares y equipo de aumento de voz, sin embargo, no se puede concluir si se pudiera adoptar estas medidas a largo plazo sin producir más incomodidad. (Ng I, et al., 2022)

Los efectos adversos encontrados en los estudios realizados en entornos reales difieren mucho de los encontrados en entornos simulados como observo Jun Y, et al., (2023) frecuencia de sed, problemas de piel, fatiga, no poder ir al baño por el uso de PAPP o como describio Chong L, et al., (2022) que encontró calor, dolor de cabeza, irritación por este motivo los próximos estudios deben plantear que se realicen en entornos reales, y discriminar de mejor manera si los efectos son producidos por el uso de estos dispositivos o existe otro motivo como se describe en el artículo Jun Y, et al (2023) dolor de oídos por el uso de otro tipo de respiradores de filtro desechable. Estos problemas encontrados podrían tener mucha relación con la carga laboral que personal sanitario está expuesto las demandas por el exceso de pacientes y el poco personal al frente. (Both et al., 2021)

Los efectos psicológicos encontrados como el aumento de la ansiedad en un entorno simulado también se han encontrado en Cohen E, et al., (2021) atribuyendo esto a otros factores como claustrofobia, pruebas de métodos circunstancias del lugar del trabajo o diseños de los respiradores sin embargo en un entorno real como el de Jun Y, et al., (2023) se ha descrito dolor de cabeza, fatiga, agotamiento extremo y estrés psicosocial por lo que estos equipos podrían aumentar una condición ya existente o presentarse por este dispositivo. En comparación con lo descrito por Burton C, et al., (2021) donde la principal afección son dolores de cabeza.

## **5.Limitaciones del estudio**

Las limitaciones de este estudio son la diversidad que existe en cada tipo de dispositivos y los resultados pudieran cambiar por la forma de la estructura o el material. Las características del trabajador porque cada profesional cumple con diferentes actividades como los países de origen tienen distintos recursos y procesos de organización. El tiempo de realización de estos estudios es una limitación por su corto periodo en los entornos simulados. La rápida actualización de datos en las bases de los buscadores que hacen más difícil replicar el estudio.

## **6. Conclusiones**

A través de una revisión sistemática exploratoria realiza en el presente artículo utilizando una base de datos desde el 2009 hasta el 2023, mediante la metodología PRISMA se ha logrado describir información relevante sobre las consecuencias en la salud asociadas al uso de los respiradores elastomericos en los trabajadores sanitarios. Este estudio revela la importancia de alertar a la sociedad de estos efectos y promover una mayor investigación para prevenir estos hallazgos.

La revisión sistemática exploratoria realizada describe que la principal afección fisiológica por el uso de los respiradores elastoméricos en el personal de salud independientemente del tipo de dispositivo son los problemas de comunicación seguido de calor e irritación. Los efectos descritos son distintos en los entornos realizados: simulado y real, este resultado sugiere que las próximas investigaciones se prioricen los entornos reales.

La revisión sistemática exploratoria realizada describe que los principales efectos psicológicos negativos descritos en el personal de salud por el uso de los respiradores elastoméricos son: el aumento de la ansiedad, dolor de cabeza, fatiga, agotamiento extremo y aumento del estrés psicosocial. Estos resultados descritos sugieren que se debe implementar medidas para reducir estos efectos y se logre un mayor confort y adherencia del personal sanitario en el uso diario de estos dispositivos.

**Agradecimientos:** Agradecido con Dios, quien siempre brinda sabiduría. A mi madre y familia cuyo apoyo es imprescindible. Y a mis profesores por la paciencia y la guía para que todo salga lo mejor posible.

**Conflictos de Interés:** “Los autores declaran no tener conflicto de interés”.

### Referencias citadas

- Adamson, S., Carpenter, H., Pang, G., Pincus, J. M., Gregory, B. E., & Reade, M. C. (2021). Staff perceptions of military chemical–biological–radiological–nuclear (CBRN) air-purifying masks during a simulated clinical task in the context of SARS-CoV-2. *Anaesthesia and Intensive Care*, 49(3), 190–197. [https://doi.org/10.1177/0310057X20984787/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177\\_0310057X20984787-FIG5.JPEG](https://doi.org/10.1177/0310057X20984787/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177_0310057X20984787-FIG5.JPEG)
- Bharatendu, C., Ong, J. J. Y., Goh, Y., Tan, B. Y. Q., Chan, A. C. Y., Tang, J. Z. Y., Leow, A. S., Chin, A., Sooi, K. W. X., Tan, Y. L., Hong, C. S., Chin, B. Z., Ng, E., Foong, T. W., Teoh, H. L., Ong, S. T., Lee, P., Khoo, D., Tsivgoulis, G., ... Sharma, V. K. (2020). Powered Air Purifying Respirator (PAPR) restores the N95 face mask induced cerebral hemodynamic alterations among Healthcare Workers during COVID-19 Outbreak. *Journal of the Neurological Sciences*, 417, 117078–117078. <https://doi.org/10.1016/J.JNS.2020.117078>
- Both, L. M., Zoratto, G., Calegario, V. C., Ramos-Lima, L. F., Negretto, B. L., Hauck, S., & Freitas, L. H. M. (2021). COVID-19 pandemic and social distancing: economic, psychological, family, and technological effects. *Trends in Psychiatry and Psychotherapy*, 43(2), 85–91. <https://doi.org/10.47626/2237-6089-2020-0085>
- Chong, L. S., Bunde, A., Sumner, J., & Mukhopadhyay, A. (2022). Advances in respiratory protective equipment: practical experiences of CleanSpace® HALO™ by healthcare workers. *Journal of Hospital Infection*, 124, 22–28. <https://doi.org/10.1016/J.JHIN.2022.03.004>
- Cohen, E. R., Peña, S., Misztal, C., Iglesias, T., Alejandro, M., Dinh, C. T., Holt, G., & Thomas, G. R. (2021). N95 vs Half-face Respirator Wear in Surgical Trainees: Physiologic and Psychological Effects of Prolonged Use. *OTO Open*, 5(4), 1–10. <https://doi.org/10.1177/2473974X211065437>

Dalli, J., O’Keeffe, D. A., Khan, F., Traynor, O., & Cahill, R. A. (2020). Powered Air Purifying Respirators (PAPR) for the protection of surgeons during operative tasks: a user perspective assessment. *British Journal of Surgery*, 107(9), e328–e330. <https://doi.org/10.1002/BJS.11782>

Frund, Z. N., Oh, S. H., Chalikonda, S., Angelilli, S., & Waltenbaugh, H. (2022). Filtration performance and breathing resistance of elastomeric half mask respirator P100 filter cartridges after repeated and extended use in healthcare settings. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 19(4), 223–233. <https://doi.org/10.1080/15459624.2022.2041649>

Haas, E. J., Yoon, K., McClain, C., Sietsema, M., Hornbeck, A., Hines, S., Chalikonda, S., Angelilli, S., Waltenbaugh, H., Thurman, P., Napoli, M., & Fernando, R. (2023). Examining the Impact of Elastomeric Half Mask Respirator Knowledge and User Barriers on Safety Climate Perceptions in Health Care Settings. *Workplace Health and Safety*. <https://doi.org/10.1177/21650799231164783>

Hines, S. E., Brown, C., Oliver, M., Gucer, P., Frisch, M., Hogan, R., Roth, T., Chang, J., & McDiarmid, M. (2019). User acceptance of reusable respirators in health care. *American Journal of Infection Control*, 47(6), 648. <https://doi.org/10.1016/J.AJIC.2018.11.021>

Jun, Y., Lee, O., & Kim, S. (2023). Impact of personal protective equipment attached powered air-purifying respirator on nursing-skill performance and psychosocial stress of intensive care unit COVID-19 nurses: A cross-sectional study. *Journal of Clinical Nursing*, 32(11–12), 2922–2932. <https://doi.org/10.1111/JOCN.16686>

Kempfle, J. S., Panda, A., Hottin, M., Vinik, K., Kozin, E. D., Ito, C. J., & Remenschneider, A. K. (2021). Effect of Powered Air-Purifying Respirators on Speech Recognition Among Health Care Workers. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, 164(1), 87–90. <https://doi.org/10.1177/0194599820945685>

Khoo, K. L., Leng, P. H., Ibrahim, I. B., & Lim, T. K. (2005). The changing face of healthcare worker perceptions on powered air- purifying respirators during the SARS outbreak. *Respirology (Carlton, Vic.)*, 10(1), 107. <https://doi.org/10.1111/J.1440-1843.2005.00634.X>

Li, D. T. S., Samaranayake, L. P., Leung, Y. Y., & Neelakantan, P. (2021). Facial protection in the era of COVID- 19: A narrative review. *Oral Diseases*, 27(Suppl 3), 665. <https://doi.org/10.1111/ODI.13460>

MacDowell, L. (2018). Preference and User Experience with Powered Air- purifying Respirators in Healthcare Workers in a Simulated Work Environment: A Pilot Study. *Graduate Theses, Dissertations, and Problem Reports*. <https://doi.org/https://doi.org/10.33915/etd.6130>

Moldoff, E. J., Eubank, M. K., Feng, A. Y., Corrales, C. E., & Shin, J. J. (2022). Impact of Powered Air-Purifying Respirator Devices on Word Recognition in Health Care Providers. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, *167*(3), 469–471. <https://doi.org/10.1177/01945998211058350>

Ng, I., Lee, K., Kave, B., Kluger, M., Paynter, C., Segal, R., Krieser, R. B., Mezzavia, P. M., Hung, S., Chen, Y., Sindoni, T., & Williams, D. L. (2023). HALO CleanSpace PAPR evaluation: Communication, respiratory protection, and usability. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, *44*(2), 295–301. <https://doi.org/10.1017/ICE.2022.71>

Page, M. J., Moher, D., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... McKenzie, J. E. (2021). PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ*, *372*. <https://doi.org/10.1136/BMJ.N160>

Patel, B., Hardman, J. C., Yang, W., Robson, A., Putnam, G., George, A., & Paleri, V. (2020). Reusable respirators as personal protective equipment during ENT surgery. *The Journal of Laryngology and Otology*, *134*(8), 1. <https://doi.org/10.1017/S0022215120001346>

Powell, J. B., Kim, J. H., & Roberge, R. J. (2017). Powered air-purifying respirator use in healthcare: Effects on thermal sensations and comfort. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, *14*(12), 947. <https://doi.org/10.1080/15459624.2017.1358817>

Price, A., Lin, Y. L., Levin, A. S., Tumietto, F., Almeida, R., Almeida, A., Ciofi-Silva, C. L., Fontana, L., Oliveira, N., Parisi, N. F., Mainardi, G. M., Cordeiro, L., Roselli, M., Shepherd, P., Morelli, L., Mehrabi, N., Price, K., Chan, W., Srinivas, S., ... Chu, L. (2022). Perceived Workload Using Separate (Filtering Facepiece Respirator and Face Shield) and Powered Air-Purifying Respirator and Integrated Lightweight Protective Air-Purifying Respirator: Protocol for an International Multisite Human Factors Randomized Crossover Feasibility Study. *JMIR Research Protocols*, *11*(12). <https://doi.org/10.2196/36549>

Radonovich, L. J., Cheng, J., Shenal, B. v., Hodgson, M., & Bender, B. S. (2009). Respirator Tolerance in Health Care Workers. *JAMA*, *301*(1), 36–38. <https://doi.org/10.1001/JAMA.2008.894>

Radonovich, L. J., Yanke, R., Cheng, J., & Bender, B. (2010). Diminished speech intelligibility associated with certain types of respirators worn by healthcare workers. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, *7*(1), 63–70. <https://doi.org/10.1080/15459620903404803>

Rebmann, T., Carrico, R., & Wang, J. (2013). Physiologic and other effects and compliance with long-term respirator use among medical intensive care unit nurses. *American Journal of Infection Control*, *41*(12), 1218. <https://doi.org/10.1016/J.AJIC.2013.02.017>

Roberge, R. J., Coca, A., Williams, W. J., Powell, J. B., & Palmiero, A. J. (2010). Reusable elastomeric air-purifying respirators: physiologic impact on health care workers. *American Journal of Infection Control*, 38(5), 381–386. <https://doi.org/10.1016/J.AJIC.2009.11.006>

Schumacher, J., Gray, S. A., Weidelt, L., Brinker, A., Prior, K., & Stratling, W. M. (2009). Comparison of powered and conventional air-purifying respirators during simulated resuscitation of casualties contaminated with hazardous substances. *Emergency Medicine Journal*, 26(7), 501–505. <https://doi.org/10.1136/EMJ.2008.061531>

Schumacher, J., Arlidge, J., Dudley, D., Sicinski, M., & Ahmad, I. (2020). The impact of respiratory protective equipment on difficult airway management: a randomised, crossover, simulation study. *Anaesthesia*, 75(10), 1301–1306. <https://doi.org/10.1111/ANAE.15102>

Shenal, B. v., Radonovich, L. J., Cheng, J., Hodgson, M., & Bender, B. S. (2012). Discomfort and Exertion Associated with Prolonged Wear of Respiratory Protection in a Health Care Setting. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 9(1), 59. <https://doi.org/10.1080/15459624.2012.635133>

Tanifuji, T., Shinsuke Aoyama, |, Shinko, Y., Mouri, K., Kim, S., Satomi-Kobayashi, S., Shinohara, | Masakazu, Kawano, S., Sora, I., & Aoyama, S. (2022). Psychological symptoms and related risk factors among healthcare workers and medical students during the early phase of the COVID-19 pandemic in Japan. *Psychiatry and Clinical Neurosciences Reports*, 1(1), e5. <https://doi.org/10.1002/PCN5.5>

Xia, X., Liu, S., Xia, K., Liu, Y., Zhang, J., Liu, X., Yao, Y., & Li, G. (2023). The impact of wearing powered air purifying respirators or N95 masks on the olfactory function in healthcare workers: A randomized controlled trial. *Medicine (United States)*, 102(3), E32669. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000032669>

Zhuang, E., Thurman, P., Chen, H. H., McDiarmid, M. A., & Hines, S. E. (2022). Physiological Impacts of Surgical Mask Coverage of Elastomeric Half-mask Respirator Exhalation Valves in Healthcare Workers. *Annals of Work Exposures and Health*, 66(2), 233–245. <https://doi.org/10.1093/ANNWEH/WXAB069>

Zhuang, E., Chen, H. H., Kolesnik, O., & Hines, S. E. (2022). Tolerability, user acceptance and preference for a novel reusable respirator among health care workers. *American Journal of Infection Control*. <https://doi.org/10.1016/J.AJIC.2022.09.006>

Bray, C., & Vanberkel, P. T. (2023). A framework for comparing N95 and elastomeric facepiece respirators on cost and function for healthcare use during a pandemic- A literature review. *Health policy (Amsterdam, Netherlands)*, 134, 104857. <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2023.104857>

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine; Health and Medicine Division; Board on Health Sciences Policy; Committee on the Use of Elastomeric Respirators in Health Care; Liverman CT, Yost OC, Rogers BME, et al., editors. Reusable Elastomeric Respirators in Health Care: Considerations for Routine and Surge Use. Washington (DC): National Academies Press (US); (2018) Dec 6. 2, Elastomeric Respirators. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK540078/>

Burton C, Coles B, Adisesh A, Smith S, Toomey E, Chan XHS, Ross L, Greenhalgh T. Performance and impact of disposable and reusable respirators for healthcare workers during pandemic respiratory disease: a rapid evidence review. *Occup Environ Med.* (2021) Sep;78(9):679-690. doi: 10.1136/oemed-2020-107058. Epub 2021 Jan 27. PMID: 33504624.

Ali, M., Alam, N., & Rizvi, S. A. R. (2020). Coronavirus (COVID-19) - An epidemic or pandemic for financial markets. *Journal of behavioral and experimental finance*, 27, 100341. <https://doi.org/10.1016/j.jbef.2020.100341>

Tanifuji, T., Aoyama, S., Shinko, Y., Mouri, K., Kim, S., Satomi-Kobayashi, S., Shinohara, M., Kawano, S., & Sora, I. (2022). Psychological symptoms and related risk factors among healthcare workers and medical students during the early phase of the COVID-19 pandemic in Japan. *PCN reports : psychiatry and clinical neurosciences*, 1(1), e5. <https://doi.org/10.1002/pcn5.5>

Kunstler B, Newton S, Hill H, Ferguson J, Hore P, Mitchell BG, Dempsey K, Stewardson AJ, Friedman D, Cole K, Sim MR, Ferguson B, Burns P, King N, McGloughlin S, Dicks M, McCarthy S, Tam B, Hazelton B, McGurgan C, McDonald S, Turner T. P2/N95 respirators & surgical masks to prevent SARS-CoV-2 infection: Effectiveness & adverse effects. *Infect Dis Health.* 2022 May;27(2):81-95. doi: 10.1016/j.idh.2022.01.001. Epub 2022 Jan 20. PMID: 35151628; PMCID: PMC8769935.

Chalikonda, S., Waltenbaugh, H., Angelilli, S., Dumont, T., Kvasager, C., Sauber, T., Servello, N., Singh, A., & Diaz-Garcia, R. (2020). Implementation of an Elastomeric Mask Program as a Strategy to Eliminate Disposable N95 Mask Use and Resterilization: Results from a Large Academic Medical Center. *Journal of the American College of Surgeons*, 231(3), 333–338. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2020.05.022>

Chiang J, Hanna A, Lebowitz D, Ganti L. Elastomeric respirators are safer and more sustainable alternatives to disposable N95 masks during the coronavirus outbreak. *Int J Emerg Med.* 2020 Jul 20;13(1):39. doi: 10.1186/s12245-020-00296-8. PMID: 32689926; PMCID: PMC7369563.

Rebmann T, Carrico R, Wang J. Physiologic and other effects and compliance with long-term respirator use among medical intensive care unit nurses. *Am J Infect Control.* 2013 Dec;41(12):1218-23. doi: 10.1016/j.ajic.2013.02.017. Epub 2013 Jun 12. PMID: 23768438; PMCID: PMC7132714.