



Mascarillas en tiempos de la COVID-19

Masks during COVID-19 times

Ana Nelly Bautista-Flores¹, Mayra Millán Godínez¹, Demetrio Flores Pineda¹ y Lourdes Vital-López²

Recepción: 24/05/2022

Aceptación: 03/09/2022

Resumen

Desde que la pandemia de la COVID-19 se originó en Wuhan, China, las mascarillas se han utilizado como parte del equipo de protección personal y, por lo tanto, se volvieron esenciales para la protección de la salud humana contra la COVID-19. En México, las mascarillas que más se emplearon en la población fueron las mascarillas quirúrgicas desechables, mascarillas filtrantes N95 y KN95. Sin embargo, durante los inicios y la etapa de mayor transmisión, la población por desconocimiento hizo mal uso de las mascarillas, afectando al personal del sector salud. En este documento se abordan las características de las mascarillas, los materiales de fabricación más comúnmente empleados y cómo es que funcionan a través de diferentes mecanismos: mecanismo por impacto inercial, mecanismo por intercepción, mecanismo de difusión y mecanismo de atracción electrostática, con el propósito de explicar aspectos básicos pero esenciales de las mascarillas, y necesarios recordar ante futuras pandemias. Finalmente, se menciona la importancia de las investigaciones científicas para el entendimiento y desarrollo de las mascarillas.

Palabras clave

Mascarillas, mecanismos de filtración, SARS-CoV2, COVID-19.

Abstract

Since the first incident of COVID-19 pandemic in Wuhan, China, face masks have become an important tool for preventing the spread of COVID-19, and personal protection from contracting the virus. In Mexico, the most used masks are disposable surgical masks, N95, and KN95 filtering masks. However, at the beginning and during the higher contagion stages, due to inadequate information at this time, most people were unable to use the masks, affecting health personnel. In this manuscript, we intend to review the characteristics of the masks, the commonly used manufacturing materials for masks' production, and mechanisms through which the masks work such as the initial impact mechanism, interception mechanism, diffusion mechanism, and electrostatic attraction mechanism; presenting such information with the purpose of explaining the basic but necessary aspects of masks. This is in a bid to prepare the people ready for the appropriate use of face masks of future pandemics such as the one we have now. Finally, the importance of scientific research in understanding the use and development of masks is mentioned.

Keywords

masks, filtration mechanisms, SARS-CoV2, COVID-19.

¹Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz, México.

²Universidad Tecnológica de Tamaulipas Norte, México.

Introducción

Indudablemente la pandemia de COVID-19 tomó por sorpresa a los expertos, pero más aún a la población general. Principalmente, la falta de conocimiento en relación al virus de SARS-CoV2, el miedo latente ante la alta tasa de infección y de mortalidad que se vivió al inicio y en la fase más activa de la transmisión, la falta de insumos de mascarillas, entre otros, provocó una situación de pánico en la población, que ocasionó el uso inadecuado de las mascarillas filtrantes afectando al sector salud (Arias-Uribe, 2021; Machida et al., 2020). En el caso particular de las mascarillas, en México fueron ampliamente utilizadas las mascarillas quirúrgicas desechables, mascarillas filtrantes N95 y KN95. Con base en lo anterior, el propósito del presente documento es mostrar de forma sencilla aspectos básicos pero fundamentales de las mascarillas, para entender: qué son, diferenciar características específicas, cómo se fabrican, y principalmente cómo funcionan. Además de mencionar el conocimiento que se ha requerido para el desarrollo de las mascarillas, el cual, es el resultado de los estudios de muchos investigadores.

FIGURA 1. Uso y evolución de las mascarillas en diversas pandemias. Nota: Elaboración propia.

¹ protección contra plaga, Alemania o Austria, siglo XVII. (Mortel, 2018).

² Trabajadores de la peste Mukden, Manchuria. (Antes de 1982/1936). (Anónimo, 2020)

³ Detalle de la máscara, brote de gripe de 1918. (National Photo Company, 2020)

⁴ Gripe Asiática en Suecia 1957. (Anónimo, 2010).

⁵ Posible Víctima de Gripe Porcina Ciudad de México. (López, 2009).

⁶ Equipo COVID-19 de Letonia. (IAEA Imagebank, 2020).

Las mascarillas durante las pandemias

La función principal de las mascarillas es proteger de la exposición a contaminantes que se propaguen a través de las vías respiratorias. Por eso, las mascarillas son consideradas Equipos de Protección Personal (EPP) o Equipos de Protección Individual (EPI), destinadas en el área laboral, tanto para el personal de la salud, como al personal en el sector industrial, y cualquier persona que la requiera para protegerse a alguna exposición. (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2020b; Ramírez-Guerrero, 2021).

A lo largo de la historia de las pandemias, las mascarillas como equipo de protección personal han sido utilizadas por los seres humanos desde la Peste Negra y en la actualidad son el equipo de protección personal de uso principal a partir del 31 de diciembre de 2019 que fue confirmado por primera vez en Wuhan, China, la presencia del coronavirus SARS-CoV2 causante de la enfermedad mejor conocida como COVID-19 (OMS, 2020a). Como se muestra en la Figura 1, las mascarillas han sido utilizadas ante la presencia de diversas pandemias, elaborándose de diferentes materiales y formas, acorde a cada época (Castañeda y Ramos, 2020; Pan et al., 2020; Matuschek et al., 2020; Sánchez-González, 2021; Dasgupta y Crunkhorn, 2020; Leon et al., 2021; Moreno-Sánchez et al., 2018).

La mascarilla durante las pandemias



Mascarillas utilizadas en México en tiempos de la COVID-19.

Ante la pandemia de la COVID-19, actualmente en el mercado existen varios tipos y subtipos de mascarillas (Figura 2) y muchas marcas de mascarillas, dentro de una misma marca hay una gama amplia de modelos. Las variables dentro de los modelos de mascarillas son: materiales de fabricación, los cuales determinan su uso; la forma (cónica, termoformada, concha, pato, etc.); accesorios (con o sin válvula de exhalación); colores; reutilizables; de un solo uso; etc., (González et al, 2021, Montanño-Luna y Miranda-Novales, 2020).

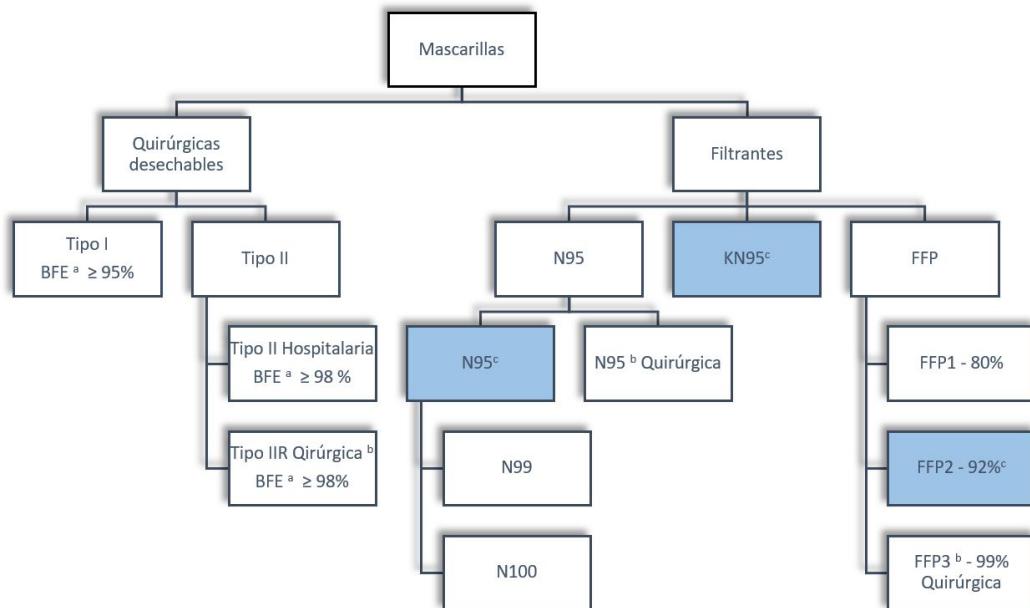


FIGURA 2. Tipos y subtipos de mascarillas quirúrgicas y filtrantes

Nota: Elaboración propia.

^a BFE: Eficiencia de Filtración Bacteriana (3μm).

^b R = resistencia a salpicaduras.

^c Son mascarillas equivalentes entre ellas.

En México las mascarillas principalmente utilizadas durante la COVID-19 como equipo de protección personal son las mascarillas quirúrgicas desechables, las mascarillas filtrantes N95 y KN95, también llamadas "respiradores" (Sommerstein et al, 2020). Una de las principales diferencias entre ellas es su uso, organismo certificador y sus especificaciones de venta (ver Tabla 2).

Características	Tipo de mascarillas				
	Quirúrgica (México)	ATF-N95 (México)	N95 (EUA)	KN95 (China)	FFP2 (Europa)
Organismo de control	Secretaría de Salud (SSA) de México. Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios (COFEPRIS)	Secretaría de Salud (SSA) de México. Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios (COFEPRIS)	Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos (NIOSH, National Institute for Occupational Safety and Health); *Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA, Food and Drug Administration)	Administración de Normalización China (SAC, The Standardization Administration of China)	Normativa europea UNE-EN 149:2001 + A1:2010

TABLA 2. Característica de: mascarillas quirúrgicas, mascarillas filtrantes ATF-N95, N95, KN95 y FFP2. Nota. Elaboración propia.

Elemento Filtrante	Polipropileno (PP)	Polipropileno (PP)	Polipropileno (PP)	Polipropileno (PP)	Polipropileno (PP)
	Tereftalato de polietileno (PET)		Tereftalato de polietileno (PET)		Algodón
	Poliamida (PA)		Materiales específicos de la marca, desarrollo de investigación de la empresa		
	Polietileno (PE)				
	Ácido Poliláctico (PLA)				
	Celulosa				
Cintas elásticas	Textil Termosellada	Elástico de 8 hilos	Elastómero color amarillo	Textil Termosellada	Goma sintética
Clip metálico	No aplica	Aluminio	Aluminio	Aluminio	Aluminio
Nomenclatura	Eficacia de filtración Bacteriana (BFE) Tipo I, II, IIR	N=no resiste al aceite.	N=no resiste al aceite.	Eficacia de filtración del 95%.	Eficacia de filtración del 92% y un porcentaje de fuga hacia el interior máximo del 8%.
		Eficacia de filtración del 95%.	Eficacia de filtración del 95%.		
			* En el caso de las quirúrgica presentan la leyenda "surgical mask"		

Las mascarillas quirúrgicas desechables evitan que las partículas exhaladas por el usuario (saliva, mucosidad) contaminen el entorno, aunque no son ajustables al rostro. Su venta es autorizada por Instituciones de salud, en México es a través de la Secretaría de Salud (SSA) y son autorizadas por la Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios (COFEPRIS).

Por otra parte, las mascarillas filtrantes N95, protegen al usuario de partículas peligrosas que se encuentren en su entorno, gracias a que poseen materiales filtrantes específicos, y se sellan herméticamente. Para su venta se requiere de certificaciones de institutos de salud ocupacional, y cumplir con ciertas pruebas de seguridad (ver Tabla 2).

En México a raíz de la pandemia de la COVID-19 en mayo del 2020 el Gobierno de la Ciudad de México, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y la empresa Alta Tecnología en Filtración de Aire (ATFIL), inauguraron la fábrica de mascarillas de protección y alta eficiencia N95, para atender la demanda de materiales de México. La mascarilla nombrada ATF-95 cuenta con la certificación de la Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) y está regulada bajo la norma mexicana NOM-116-STPS-2009 y la norma NIOSH 42 CFR 84 N95 de Estados Unidos (Enlace UNAM, 2020).

En relación a las mascarilla N95, se debe diferenciar dos tipos de mascarillas N95; las mascarillas filtrantes y las mascarillas filtrantes quirúrgicas, en el caso de Estados Unidos de América las primeras son aprobadas por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos (NIOSH, National Institute for Occupational Safety and

Health) mientras que las mascarillas filtrantes quirúrgicas, además de ser aprobadas por NIOSH, son aprobadas por la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA, Food and Drug Administration). Ambas mascarillas poseen una eficiencia de filtración de partículas del 95%; sin embargo, las mascarillas filtrantes quirúrgicas protegen contra partículas biológicas, poseen resistencia a flujos de líquidos a alta presión (salpicadura de sangre de una arteria) y salpicaduras de otros fluidos biológicos (saliva), por lo tanto, son las mascarillas recomendadas exclusivamente para el personal de salud que trabaja bajo estas condiciones de exposición atendiendo la pandemia de la COVID-19. De modo que, la mascarilla filtrante N95 aprobada solamente por NIOSH es apropiada para su uso por el resto de la población (Viola et al., 2021).

En el caso de las mascarillas KN95, su país de origen es China, por lo cual se rigen por la Administración de Normalización China (SAC, Standardization Administration of China). Con base a la certificación GB2626:2006, las mascarillas filtrantes KN95 son de uso civil ante la COVID-19, es decir, no están aprobadas para el personal de salud. En el caso de la Unión Europea la mascarilla FFP2 (ver Tabla 2) es la equivalente a la N95 y KN95.

Como se puede observar, cada país o continente, cuenta con su propia regulación y nomenclatura o descripción, así que, esta información resulta importante tenerla presente al momento de adquirir una mascarilla, porque, al no tener el conocimiento adecuado puede provocar una equivocada adquisición derivando un mal uso de la mascarilla por parte del usuario, como fue el caso de México, donde hubo desabasto de las mascarillas filtrantes en el personal de la salud (Arias-Uribe, 2021).

Materiales de una mascarilla.

Los materiales utilizados como filtros en las mascarillas quirúrgicas y filtrantes modernos, son de naturaleza "fibrosa" y se consideran telas no tejidas de fibras finas.

La tela no-tejida se elabora mediante la técnica conocida como SMS siglas del inglés Spundonded-Meltblown-Spunbonded, cuyo principio es el aglutinamiento físico, térmico o químico de las fibras. Mediante la técnica SMS se mejoran las propiedades de la tela no-tejida al estar formada por tres capas, dos externas obtenidas mediante Spunbonded y una capa interna producida por Meltblown. Aunque, cabe mencionar que durante la pandemia de la COVID-19 se han encontrado en el mercado mascarillas de hasta 5 capas. Mediante la técnica SMS las fibras quedan orientadas al azar, y su buen funcionamiento depende del diámetro de la fibra y de sus propiedades físicas, tales como: densidad de empaquetamiento, espesor del filtro y peso de fibra por unidad de área (TSI incorporated, 2012; Han et al., 2020; Kansal, 2016).

Mecanismos de filtración.

Los filtros fibrosos de las mascarillas y respiradores no se comportan como tamices, es decir, como si fuera un colador (de cocina), por lo tanto, no filtran por tamaño de partícula. Las mascarillas y respiradores funcionan mediante mecanismos físicos que desde 1942 durante la época de Langmuir, han sido estudiados. Los principales mecanismos mecánicos son; impacto inercial, intercepción y difusión; mientras que el químico se llama mecanismo electrostático (Lee y Liu, 1982; Han et al. 2021; Walsh y Stenhouse, 1998; Drewnick et al., 2021; TSI incorporated, 2012).

El mecanismo por impacto inercial (Figura 3), ocurre en partículas grandes (diámetros de 2.5 a 10 μm) las cuales viajan dentro de la corriente de un flujo de aire, y cuando ocurre un cambio en la dirección del flujo, la partícula no puede cambiar su dirección fácilmente, por lo tanto, sigue su camino y por la inercia choca con la fibra del filtro atrapándola, para ello la fibra debe tener un empaquetamiento denso.

- Partículas
- ↔ Corriente de flujo
- Trayectoria de la partícula

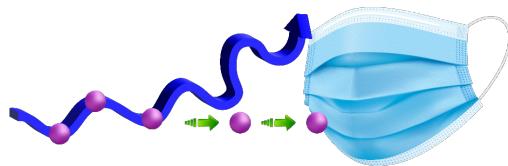


FIGURA 3. Mecanismo por impacto inercial.
Nota. Elaboración propia.

En el caso del mecanismo por intercepción (Figura 4) ocurre si el radio de la partícula es mayor que la distancia que existe entre la línea de flujo donde viaja y la superficie de la fibra, ya que, la partícula toca la fibra y es capturada, eliminándola del flujo de aire.

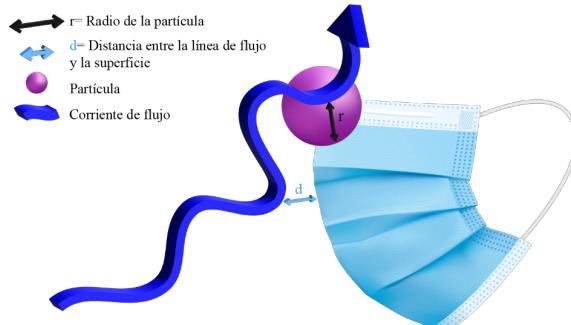


FIGURA 4. Mecanismo por intercepción.
Nota. Elaboración propia.

El mecanismo de difusión (Figura 5) considera en principio que las moléculas se encuentran moviendo dentro del flujo de manera aleatoria chocando entre sí (movimiento Browniano), por lo tanto, si una partícula pequeña (diámetros de 0.01 a 0.1 μm) se encuentra dentro de la corriente de flujo será impactada y se moverá aleatoriamente aumentando su energía cinética ocasionando salirse de su línea de flujo lo que permitirá que pase por los poros y adherirse a una fibra del filtro atrapándola, para ello se requieren flujos bajos.

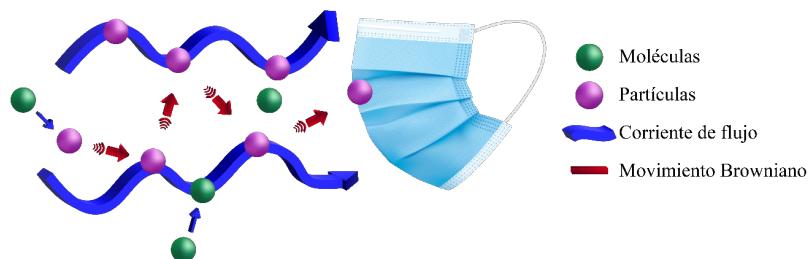


FIGURA 5. Mecanismo por difusión.
Nota. Elaboración propia.

Por otra parte, el mecanismo de atracción electrostática (Figura 6), se debe a que los filtros fibrosos son elaborados a partir de fibras cargadas, en donde, las partículas con carga opuesta son atraídas electrostáticamente por las cargas de la fibra, por lo tanto, este mecanismo ayuda a la recolección de tamaños de partículas tanto grandes como pequeñas presentes en la corriente de flujo.

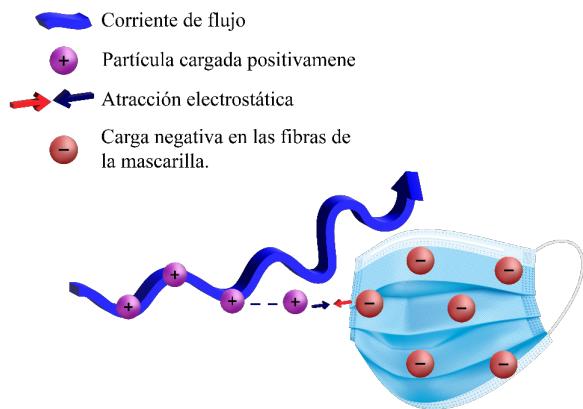


FIGURA 6. Mecanismo de atracción electrostática.
Nota. Elaboración propia.

Tomando en cuenta que el virus del SARS-CoV-2 tiene un tamaño de $0.1 \mu\text{m}$, y que para transportarse en la corriente de flujo se debe depositar en un gotícula respiratoria adquiriendo un tamaño mayor a $1 \mu\text{m}$, se puede decir que la captura de la partícula puede darse mediante alguno de los mecanismos mencionados.

Como puede observarse en los párrafos anteriores, los mecanismos de funcionamiento de los filtros se pueden comprender en términos sencillos, sin embargo, es importante destacar que esto es el resultado de los estudios de muchos investigadores, ya que, desde el punto de vista científico para llegar a estos conceptos se debió entender que la captura de las partículas depende de su comportamiento en el flujo que viaja, para ello se consideran características del aire como: densidad, viscosidad, velocidad del flujo, promedio de la trayectoria libre de las moléculas del aire, diámetro de la fibra, densidad de empaquetamiento; implicando con ello cálculos como el Número de Reynolds (Re), Número de Knudsen (Kn), factor hidrodinámico de Kuwabara (Ku) para determinar si el flujo es laminar o turbulento, en un régimen de deslizamiento o continuo (Lee y Liu, 1982; Han et al. 2021; Walsh y Stenhouse, 1998; Drewnick et al, 2021) entre otras consideraciones. Los conceptos previos forman parte de los contenidos temáticos de materias como fenómenos de transporte, mecánica de fluidos, física, química, ciencia de los materiales, por mencionar algunas. El conjunto de todos estos conocimientos permite el desarrollo de nuevos materiales para la fabricación de mascarillas como equipo de protección personal. En este documento solo se aborda su uso en el sector salud, sin embargo, las mascarillas como equipo de protección personal son utilizadas en un sinfín de áreas, tales como, la industria química y petroquímica, alimentos, farmacéutica, minearía, etc. Cada uno de estos equipos de protección personal requiere características específicas para su uso, por lo tanto, garantizar el buen funcionamiento de las mismas destaca la importancia de los distintos organismos de control como son la Secretaría de Salud (SSA) y la Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) en México.

Conclusión

Teniendo en cuenta que el pasado 26 de abril del presente año la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró a México en estado post pandémico y el Gobierno de México ha eliminado el uso de mascarillas en espacios abiertos, en algunos estados, es significativo

destacar que el uso de las mascarillas durante la pandemia de la COVID-19 ha sido el equipo de protección personal que ayudó como en otras pandemias a mitigar la tasa de contagio (Cheng et al., 2021) durante la fase más activa de la transmisión (hasta antes del inicio de la vacunación).

Como se mencionó en México durante la pandemia de la COVID-19 se hizo uso de la mascarilla quirúrgica desechable y la mascarilla filtrante. Se debe tener en cuenta para su buen uso, que las mascarillas quirúrgicas desechables evitan que las partículas exhaladas contaminen el entorno, sin embargo, no evitan el ingreso de estas partículas, por ello su uso restringido durante la pandemia. Las mascarillas filtrantes N95 y sus equivalentes filtran las partículas del entorno debido a sus materiales y sellado hermético, por lo tanto, son propias para uso de la población en general, no así las mascarillas filtrantes N95 que incluyen la leyenda "quirúrgica", estas mascarillas son específicas para el personal de la salud, quienes se encuentran en mayor exposición y riesgo de contagio. Vale la pena señalar que las mascarillas N95 conforme al país de origen varía la nomenclatura y organismo de regulación.

Finalmente, destacar que el desarrollo de nuevos materiales y comprender el fundamento de los cuatro mecanismos principales mediante los cuales operan las mascarillas: impacto inercial, intercepción, difusión y mecanismo electrostático, no sería posible sin el conocimiento de distintas áreas de la ciencia como la química, física, orgánica, mecánica de fluidos, fenómenos de transporte, etc., e indudablemente el trabajo académico multidisciplinario de los investigadores.

Referencias

- Alviseni López. (2009). Possible Swine Flu Victim Mexico City / CC BY 2.0. <https://cutt.ly/oVJFf6a>
- Anónimo. (2010, 5 marzo). *168 sick conscripts by asian flu in a sport arena att F 21 in Luleå. Picture was taken in 1957*. Wikimedia Commons. <https://cutt.ly/gBrCHiB>
- Anónimo. (2020, 25 abril). *Trabajadores de Mukden para tratar enfermos de peste con el equipo de protección individual de la época*. Wikimedia Commons. <https://cutt.ly/nBrK27Q>
- Arias Uribe, J. I. (2021). Impacto de la introducción del cubrebocas contra el COVID-19: una revisión narrativa. *Revista de Salud Pública*, 23(3), 1-7. [10.15446/rsap.v23n3.92258](https://doi.org/10.15446/rsap.v23n3.92258)
- Castañeda Gullot, C., y Ramos Serpa, G. (2020). Principales pandemias en la historia de la humanidad. *Revista Cubana de Pediatría*, 92, 1-24.
- Cheng, Y., Ma, N., Witt, C., Rapp, S., Wild, P. S., Andreeae, M. O., Pöschl, U., y Su, H. (2021). Face masks effectively limit the probability of SARS-CoV-2 transmission. *Science*, 372(6549), 1339-1343. [10.1126/science.abg6296](https://doi.org/10.1126/science.abg6296)
- D. C. Walsh y J. I. T. Stenhouse (1998) Parameters Affecting the Loading Behavior and Degradation of Electrically Active Filter Materials, *Aerosol Science and Technology*, 29:5, 419-432. [10.1080/02786829808965580](https://doi.org/10.1080/02786829808965580)
- Dasgupta, S., y Crunkhorn, R. (2020). A History of pandemics over the ages and the human cost. *The Physician*, 6(2), 1-9. [10.38192/1.6.2.1](https://doi.org/10.38192/1.6.2.1)

Enlace UNAM: Innovación, Tecnologías y Servicios. *Inauguran Gobierno capitalino, UNAM Y ATFIL fábrica de mascarillas N95* (20 de mayo de 2020), consultada en abril 12, 2022, en la URL <https://enlace.unam.mx/unam-atfil-y-cdmx-fabrican-mascarillas-n95/>.

Frank Drewnick, Julia Pikmann, Friederike Fachinger, Lasse Moormann, Fiona Sprang y Stephan Borrmann (2021). Aerosol filtration efficiency of household materials for homemade face masks: Influence of material properties, particle size, particle electrical charge, face velocity, and leaks, *Aerosol Science and Technology*, 55:1, 63-79. [10.1080/02786826.2020.1817846](https://doi.org/10.1080/02786826.2020.1817846)

González, E., Díaz, A., Gómez, D., Rivera, F., y De la Cruz, M. (2021). Bioseguridad En El Uso De Mascarillas Y Respiradores. 2021, 9(2), 39. <http://salutsexual.sidastudi.org/resources/inmagic-img/DD77227.pdf>

Han Bin Kim, Woo Jin Lee, Seuk Cheun Choi, Ki Bong Lee y Myong-Hwa Lee (2020), Filter quality factors of fibrous filters with different fiber diameter, *Aerosol Science and Technology*, 55:2 154-166, DOI: [10.1080/02786826.2020.1829535](https://doi.org/10.1080/02786826.2020.1829535).

IAEA Imagebank. (2020, 11 mayo). *COVID-19 Equipment to Latvia*. Flickr. <https://flic.kr/p/qBrVDAb>

K. W. Lee y B. Y. H. Liu (1982) Theoretical Study of Aerosol Filtration by Fibrous Filters. *Aerosol Science and Technology*, 1:2, 147-161. [10.1080/02786828208958584](https://doi.org/10.1080/02786828208958584).

Kansal, H. (2016). Experimental Investigation of Properties of Polypropylene and Non-Woven Spunbond Fabric. *IOSR Journal of Polymer and Textile Engineering*, 3(5), 8-14. [10.9790/019X-03050814](https://doi.org/10.9790/019X-03050814)

Leon Molina, J., Hellin Gil, M. F., y Abad Corpa, E. (2021). Revisión bibliográfica sobre la memoria histórica de pandemias anteriores en revisiones de enfermería sobre COVID-19: una realidad secularmente documentada. *Enfermería Global*, 20(3), 622-643. [10.6018/eglobal.456511](https://doi.org/10.6018/eglobal.456511)

López, A. (2009, 29 abril). *Una persona tiene posible gripe porcina caso y es de Ciudad de México*. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Swine_influenza_in_Mexico.jpg&oldid=100000000

Machida, M., Nakamura, I., Saito, R., Nakaya, T., Hanibuchi, T., Takamiya, T., Odagiri, Y., Fukushima, N., Kikuchi, H., Amagasa, S., Kojima, T., Watanabe, H., y Inoue, S. (2020). Incorrect use of face masks during the current COVID-19 pandemic among the public in Japan. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), 1-11. [10.3390/ijerph17186484](https://doi.org/10.3390/ijerph17186484)

Matuschek, C., Moll, F., Fangerau, H., Fischer, J. C., Zänker, K., Van Griensven, M., Schneider, M., Kindgen-Milles, D., Knoefel, W. T., Lichtenberg, A., Tamaskovics, B., Djiepmo-Njanang, F. J., Budach, W., Corradini, S., Häussinger, D., Feldt, T., Jensen, B., Pelka, R., Orth, K., ... Haussmann, J. (2020). The history and value of face masks. *European Journal of Medical Research*, 25(1), 1-6. [10.1186/s40001-020-00423-4](https://doi.org/10.1186/s40001-020-00423-4)

Montañó-Luna, V. E., y Miranda-Novales, M. G. (2020). Face masks use as a preventive measure in the context of the SARS-CoV-2 pandemic. *Revista Mexicana de Pediatría*, 87(5), 163-169. <https://doi.org/10.35366/97169>

Moreno-Sánchez, F., Fernanda, M., Rovirosa, C., Teresa, M., De León, A., y Elizondo Ochoa, Á. (2018). Las grandes epidemias que cambiaron al mundo. *Anales Médicos (Mex)*, 63, Núm. 2, 151–156. <http://www.meditgraphic.com/analesmedicos>

Mortel, R. (2018, 17 enero). *Plague cover, Germany or Austria, 17th cent., Deutsches Historisches Museum, Berlin* (2). Flickr. https://flickr.com/photos/prof_richard/25331090557/in/photostream/

National Photo Company. (2020, 24 marzo). Demonstration at the Red Cross Emergency Ambulance Station in Washington, D.C., during the influenza pandemic of 1918. Wikimedia Commons. <https://cutt.ly/iBrXZ9k>

Organización Mundial de la Salud. *COVID-19: cronología de la actuación de la OMS* (27 de abril de 2020a), consultada en abril 10, 2022, en la URL <https://www.who.int/es/news/item/27-04-2020-who-timeline---COVID-19>

Organización Mundial de la Salud. *Recomendaciones sobre el uso de mascarillas en el contexto de la COVID-19* (1 de diciembre de 2020b), consultada en Agosto 9, 2022, en la URL <https://extranet.who.int/iris/restricted/handle/10665/331789>

Pan, K., Goel, A., Akin, L. R., y Patel, S. R. (2020). Through Plagues and Pandemics: The Evolution of Medical Face Masks. *Rhode Island Medical Journal* (2013), 103(10), 72–75.

Ramírez-Guerrero, J. A. (2021). The importance of nonmedical face masks in the general population during the COVID-19 pandemic. A narrative review. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 44(2), 130–138. DOI: 10.35366/99017

S. Han, J. Kim y SH. Ko (2021), Advances in air filtration technologies: structure-based and interaction-based approaches. *Materials Today Advances*. 9, 1-13. [10.1016/j.mtadv.2021.100134](https://doi.org/10.1016/j.mtadv.2021.100134).

Sánchez-González, M. A. (2021). Historia Y Futuro De Las Pandemias. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 32(1), 7-13. [10.1016/j.rmclc.2020.12.007](https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2020.12.007).

Sommerstein, R., Fux, C. A., Vuichard-Gysin, D., Abbas, M., Marschall, J., Balmelli, C., Troillet, N., Harbarth, S., Schlegel, M., Widmer, A., Balmelli, C., Eisenring, M. C., Harbarth, S., Pittet, D., Sax, H., Schlegel, M., Schweiger, A., Senn, L., Troillet, N., Zanetti, G. (2020). Risk of SARS-CoV-2 transmission by aerosols, the rational use of masks, and protection of healthcare workers from COVID-19. *Antimicrobial Resistance and Infection Control*, 9(1), 1–8. [10.1186/s13756-020-00763-0](https://doi.org/10.1186/s13756-020-00763-0)

TSI Incorporated. (2012). Mechanisms of Filtration for High Efficiency Fibrous Filters - Application Note ITI-041. TSI Incorporated., 041, 1–4. <https://www.tsi.com/getmedia/4982cf03-ea99-4d0f-a660-42b24aedba14/ITI-041-A4?ext=.pdf>

Viola, I. M., Peterson, B., Pisetta, G., Pavar, G., Akhtar, H., Menoloascina, F., Mangano, E., Dunn, K. E., Gabl, R., Nila, A., Molinari, E., Cummins, C., Thompson, G., Lo, T. Y. M., Denison, F. C., Digard, P., Malik, O., Dunn, M. J. G., McDougall, C. M., y Mehendale, F. V. (2021). Face Coverings, Aerosol Dispersion and Mitigation of Virus Transmission Risk. *IEEE Open Journal of Engineering in Medicine and Biology*, 2(February), 2 6–35. [10.1109/OJEMB.2021.3053215](https://doi.org/10.1109/OJEMB.2021.3053215)