

# CONSIDERACIONES TEÓRICAS PARA LA POTENCIAL DESINFECCIÓN DE MASCARILLAS TIPO N95 UTILIZANDO RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

Marco Neira<sup>1,†</sup>, Ximena Garzón<sup>2</sup>, Jaime Costales<sup>1</sup>, Juan Piedra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación para la Salud en América Latina (CISEAL), Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. <sup>2</sup>Facultad de Posgrados, Universidad de la América (UDLA), Quito, Ecuador.

<sup>†</sup>Autor correspondiente; correo electrónico: mvneira@puce.edu.ec

## 1. Consideraciones iniciales

El presente documento busca recopilar datos técnicos referentes a procesos potencialmente utilizables para la desinfección de mascarillas tipo N95, en el marco de la actual crisis sanitaria causada por la pandemia de COVID-19.

Debido al corto tiempo transcurrido desde la emergencia global del virus causante de COVID-19 (SARS-CoV-2), no existe un cuerpo de literatura especializada que haga referencia a mecanismos para su eliminación específica de equipos de protección personal. Sin embargo, existen publicaciones referentes a la eliminación de otros patógenos virales (algunos de los cuales comparten características con el SARS-CoV-2, como los virus de la influenza o el SARS-CoV-1), que consideramos pueden servir como puntos de referencia importantes para cualquier esfuerzo de desinfección de mascarillas N95. Son esas las publicaciones referenciadas en esta revisión.

Existe evidencia publicada de que, bajo ciertas circunstancias, es posible utilizar radiación ultravioleta para desinfectar mascarillas tipo N95 sin afectar su eficiencia durante una potencial re-utilización (Bergman et al., 2009; Fisher & Shaffer, 2011; Heimbuch et al., 2011; Lore, Heimbuch, Brown, Wander, & Hinrichs, 2012; Mills, Harnish, Lawrence, Sandoval-Powers, & Heimbuch, 2018; Viscusi, Bergman, Eimer, & Shaffer, 2009). A manera de ejemplo, se puede citar el estudio publicado por Lindsley y sus colaboradores (2015), quienes realizaron pruebas utilizando radiación UV en varias marcas de mascarillas. En este estudio, no se encontraron daños físicos en las mascarillas irradiadas con dosis compatibles con las utilizadas para la desinfección. Solamente encontró pequeños efectos deletéreos sobre el rendimiento de filtración cuando se alcanzaban dosis de radiación extremadamente altas (sobre los 950 J/cm<sup>2</sup>) (Lindsley et al., 2015). El mismo trabajo sugiere que sería posible diseñar un sistema de irradiación UV, con un ciclo de 60 segundos, para la desinfección rápida y fácil de los respiradores en ambientes hospitalarios.

Anderson (2020) ha realizado una muy completa revisión de la literatura relevante sobre este tema. A pesar de no estar publicada aún en una revista revisada por pares, hemos considerado a esa revisión como un recurso valioso y la hemos utilizado como guía para identificar los manuscritos y datos técnicos relevantes.

## 2. Descargo de Responsabilidad

Es crucial recalcar que este documento constituye exclusivamente una revisión técnica de literatura. El lector debe estar consciente de que, en condiciones normales, la re-utilización de material desechable (tal como las mascarillas tipo N95) no es recomendada. Sin embargo, considerando la escasez de equipo de

protección causada por la crisis sanitaria global, organismos como los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC, por sus siglas en inglés) y el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH, por sus siglas en inglés) de los EEUU, han emitido guías para la desinfección y re-utilización limitada de mascarillas tipo N95 (CDC, 2020; NIOSH, 2020).

En ese contexto, este reporte busca considerar medidas alternativas encaminadas a reducir parcialmente el potencial de contagio causado por la re-utilización de mascarillas desechables. Por lo tanto, en caso de aplicarse los métodos debajo descritos, el personal que utilizare el material post-desinfección debe estar consciente de que, si bien el tratamiento descrito en este documento sigue las recomendaciones relevantes existentes en la literatura científica, **las circunstancias actuales lastimosamente no permiten realizar un control de calidad de las mascarillas luego de ser sometidas al proceso de desinfección, por lo que no se puede garantizar la completa esterilidad e integridad de estas.**

Adicionalmente, si bien este tratamiento constituye un esfuerzo de buena fe encaminado a reducir el riesgo sanitario del personal de salud en una situación extrema, es imperativo recalcar que **la información presentada en este documento no puede, bajo ninguna circunstancia, constituir una justificación para no hacer el máximo esfuerzo posible para proveer al personal de salud con equipo de protección personal nuevo.**

### 3. Condiciones requeridas para desinfección

- 3.1. **Longitud de onda:** La desinfección debe realizarse utilizando radiación tipo UV-C, con una longitud de onda de 254nm (Fisher & Shaffer, 2011; Lore et al., 2012).
- 3.2. **Dosis para la reducción de carga viral:** Se ha reportado que la dosis mínima de radiación UV-C necesaria para alcanzar una disminución del 99.9% de la carga viral en mascarillas tipo N95 es de 1 J/cm<sup>2</sup> (Fisher & Shaffer, 2011; Mills et al., 2018). Lindsley y colaboradores recomiendan la utilización de 1.8 J/cm<sup>2</sup> (Lindsley et al., 2015).
- 3.3. **Efectos de contaminantes físicos:** Durante su uso, las mascarillas están expuestas no solamente a patógenos sino a contaminantes como polvo, saliva, secreciones sebáceas de la piel y otros fluidos corporales. Sin embargo, la dosis anteriormente mencionada para la eliminación de virus (1 J/cm<sup>2</sup>) parece ser eficiente aun en presencia de equivalentes artificiales de saliva y secreciones sebáceas (Mills et al., 2018).

Obviamente, la naturaleza del proceso de desinfección mediante radiación ultravioleta hace que este sea aplicable solamente a materiales con niveles relativamente bajos de contaminación con elementos como los anteriormente mencionados. Mascarillas con niveles evidentemente altos de contaminación con cualquier elemento (incluyendo sangre, esputo, lodo, etc.) que pudiera impedir la penetración de la radiación UV a las fibras de la mascarilla, NO deben someterse al proceso de desinfección. Se recomienda que mascarillas con altos niveles de contaminación visible sean desechadas.

### 4. Efectos en capacidad de filtración

Dado que la eficiencia de las mascarillas no depende únicamente de la porosidad del material sino también de sus características físicas y electrostáticas, es importante considerar el daño que cualquier método de desinfección pueda tener sobre la integridad y funcionalidad del material de la mascarilla.

En lo referente al uso de radiación UV-C, Bergman y colaboradores (Bergman et al., 2009) realizaron pruebas en varios modelos de mascarillas N95 utilizando dosis de hasta aproximadamente  $4.8 \text{ J/cm}^2$ , y encontraron que estas no alteraban significativamente su capacidad de filtración de aerosoles.

## 5. Infraestructura requerida

La elaboración de un sistema de desinfección antiviral para mascarillas debe basarse en la utilización de lámparas UV-C con capacidad de alcanzar dosis de por lo menos  $1 \text{ J/cm}^2$  en períodos de tiempo manejables desde un punto de vista operacional. En la Figura 1 se muestra un esquema sugerido por Heimbuch y colaboradores, que podría servir como modelo para instalaciones dentro de un ambiente hospitalario (Heimbuch et al., 2011).

Cabe resaltar que la creación de un sistema de desinfección en cualquier hospital o casa de salud, debería necesariamente ir de la mano con protocolos específicos de manejo que minimicen el riesgo de diseminación del patógeno durante el transporte y procesamiento de las mascarillas, además de evitar daños al personal por exposición a la radiación UV. Dichos protocolos no se cubren en este documento.

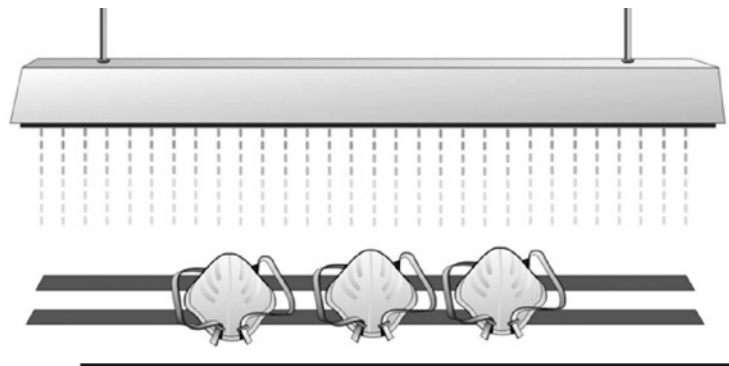


Figura 1. Esquema del sistema de desinfección mediante radiación UV-C propuesto por Heimbuch y colaboradores (Heimbuch et al., 2011). La lámpara (de 80 W de potencia y 120 cm de largo) se ubica a 25 cm de altura. La exposición durante 15 minutos genera una dosis promedio de  $18 \text{ kJ/m}^2$ . La dosis final podría modificarse variando la potencia de la lámpara y/o el tiempo de exposición. Figura tomada de Heimbuch et al. (2011).

## 6. Consideraciones prácticas

En base a lo anteriormente expuesto, nuestras sugerencias para el desarrollo de un sistema piloto de desinfección de mascarillas son las siguientes:

- Las mascarillas a desinfectarse deben ser expuestas a dosis de entre  $1$  y  $2 \text{ J/cm}^2$ . Esta dosis debería lograr una reducción del 99,9% de la carga viral presente en la mascarilla, sin alterar significativamente su eficiencia de filtración. Es importante recalcar que la exposición a dosis menores a  $1 \text{ J/cm}^2$  resultarían en niveles más bajos de desinfección.
- Las mascarillas deben irradiarse con la dosis anteriormente indicada tanto por su lado cóncavo como por su lado convexo. Para garantizar la eficacia del proceso, la luz ultravioleta debe irradiarse sobre toda la superficie de cada lado del respirador.

- c. Con el objetivo de eliminar la potencial diseminación de otros patógenos entre el personal hospitalario, las mascarillas deberían idealmente tratarse como propiedad individual. Es decir, la mascarilla inicialmente utilizada por una persona debería entregarse a la misma persona luego de su proceso de desinfección.
- d. El número de veces que una mascarilla es sometida al proceso de desinfección debe limitarse a no más de cinco (NIOSH, 2020). Luego de esto, se sugiere que la mascarilla sea desechada.

## 7. Literatura citada:

- Anderson, W. (2020). UV Disinfection of N95 Filtering Facepiece Respirators: A Brief Review. Revisión técnica no publicada. *Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/340133321>*. DOI: 10.13140/RG.2.2.22827.80160.
- Bergman, M. S., Viscusi, D. J., Heimbuch, B. K., Wander, J. D., Sambol, A. R., & Shaffer, R. E. (2009). Evaluation of Multiple ( 3-Cycle ) Decontamination Processing for Filtering Facepiece Respirators. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 5(4), 33–40.
- CDC (Centers for Disease Control and Prevention). 2020. Decontamination and Reuse of Filtering Facepiece Respirators. *Disponible en: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/ppe-strategy/decontamination-reuse-respirators.html>*. Página visitada el 5 de abril del 2020.
- Fisher, E. M., & Shaffer, R. E. (2011). A method to determine the available UV-C dose for the decontamination of filtering facepiece respirators. *Journal of Applied Microbiology*, 110(1), 287–295. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2010.04881.x>.
- Heimbuch, B. K., Wallace, W. H., Kinney, K., Lumley, A. E., Wu, C. Y., Woo, M. H., & Wander, J. D. (2011). A pandemic influenza preparedness study: Use of energetic methods to decontaminate filtering facepiece respirators contaminated with H1N1 aerosols and droplets. *American Journal of Infection Control*, 39(1), e1–e9. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2010.07.004>.
- Lindsley, W. G., Martin, S. B., Thewlis, R. E., Sarkisian, K., Nwoko, J. O., Mead, K. R., & Noti, J. D. (2015). Effects of Ultraviolet Germicidal Irradiation (UVGI) on N95 Respirator Filtration Performance and Structural Integrity. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 12(8), 509–517. <https://doi.org/10.1080/15459624.2015.1018518>.
- Lore, M. B., Heimbuch, B. K., Brown, T. L., Wander, J. D., & Hinrichs, S. H. (2012). Effectiveness of three decontamination treatments against influenza virus applied to filtering facepiece respirators. *The Annals of Occupational Hygiene*, 56(1), 92–101. <https://doi.org/10.1093/annhyg/mer054>.
- Mills, D., Harnish, D. A., Lawrence, C., Sandoval-Powers, M., & Heimbuch, B. K. (2018). Ultraviolet germicidal irradiation of influenza-contaminated N95 filtering facepiece respirators. *American Journal of Infection Control*, 46(7), e49–e55. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2018.02.018>.
- NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health). 2020. Recommended Guidance for Extended Use and Limited Reuse of N95 Filtering Facepiece Respirators in Healthcare Settings. *Disponible en: <https://www.cdc.gov/niosh/topics/hcwcontrols/recommendedguidanceextuse.html>* Página visitada el 5 de abril del 2020.
- Viscusi, D. J., Bergman, M. S., Eimer, B. C., & Shaffer, R. E. (2009). Evaluation of five decontamination methods for filtering facepiece respirators. *Annals of Occupational Hygiene*, 53(8), 815–827. <https://doi.org/10.1093/annhyg/mep070>.