

05

Fecha de presentación: Septiembre, 2021

Fecha de aceptación: Noviembre, 2021

Fecha de publicación: Diciembre, 2021

MÉTODOS

PARA LA DESCONTAMINACIÓN Y REUTILIZACIÓN DEL RESPIRADOR N95 DURANTE LA PANDEMIA POR SARS-COV-2

METHODS FOR N95 RESPIRATOR DECONTAMINATION AND REUSE DURING THE SARS-COV-2 PANDEMIC

Verónica Alejandra Salame Ortiz¹

E-mail: ua.veronicasalame@uniandes.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7103-5804>

Karla Valeria Bautista Jiménez¹

E-mail: oa.karlavbj31@uniandes.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6514-4414>

¹ Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Salame Ortiz, V. A., & Bautista Jiménez, K. V. (2021). Métodos para la descontaminación y reutilización del respirador N95 durante la pandemia por Sars-Cov-2. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(S3), 35-41.

RESUMEN

La pandemia por SARS-CoV-2 amenaza la salud pública en todo el mundo, y los profesionales sanitarios corren un mayor riesgo debido a su estrecho contacto con pacientes. Los respiradores N95 certificados por NIOSH, filtran el 95% de las partículas en el aire por tanto son recomendados actualmente por el Centro de Control de Enfermedades para ser usados por los profesionales de la salud ante la pandemia. La escasez de equipos de protección, entre estos los respirados N95 ha generado la necesidad del racionamiento de este recurso. El objetivo de esta revisión sistémica es identificar métodos eficaces para la descontaminación del respirador N95, que mantengan sus propiedades de filtración y ajuste para poder reutilizarlas. Se realizó una búsqueda de recursos digitales en bases de datos: Pubmed, medRxiv, IJOS, Scielo, Elsevier; se receptó análisis sistémicos, metaanálisis, ensayos clínicos. Con base en los resultados obtenidos se puede determinar que el peróxido de hidrógeno vaporizado e irradiación germicida ultravioleta son los métodos más recomendados, por su eficacia germicida, además mantienen la capacidad de filtración y ajuste del respirador. Hace falta mayor investigación para generar protocolos que permitan la reutilización segura este recurso.

Palabras clave: Respirador N95, desinfección, descontaminación, reutilización, SARS-CoV-2, equipo básico de protección, COVID-19.

ABSTRACT

The SARS-CoV-2 pandemic threatens public health worldwide, and healthcare professionals are at increased risk due to their close contact with patients. NIOSH-certified N95 respirators filter 95% of airborne particles and are therefore currently recommended by the Center for Disease Control for use by healthcare professionals in the face of the pandemic. The shortage of protective equipment, including N95 respirators, has generated the need for the rationing of this resource. The objective of this systemic review is to identify effective methods for decontamination of N95 respirators that maintain their filtration and fit properties for reuse. A search of digital resources was performed in databases: Pubmed, medRxiv, IJOS, Scielo, Elsevier; systemic analysis, meta-analysis, clinical trials were received. Based on the results obtained, it can be determined that vaporized hydrogen peroxide and ultraviolet germicidal irradiation are the most recommended methods, due to their germicidal efficacy, in addition to maintaining the filtration and adjustment capacity of the respirator. Further research is needed to generate protocols that allow the safe reuse of this resource.

Keywords: N95 respirator, disinfection, decontamination, reuse, SARS-CoV-2, basic protective equipment, COVID-19.

INTRODUCCIÓN

La población mundial está siendo afectada por una nueva cepa de virus catalogada como coronavirus mismo que fue denominada por Comité Internacional de Taxonomía de Virus como SARS-CoV-2. Su origen data como un brote de neumonía emergente que inició en la ciudad de Wuhan, a finales de diciembre de 2019. La infección por neumonía se había desarrollado rápidamente, se extendió desde Wuhan a la mayoría de las otras provincias y otros 24 países. La Organización Mundial de la Salud declaró la emergencia de salud pública internacional por un brote global, el 30 de enero del 2020 y la clasificó como una nueva pandemia que hasta la fecha ha cobrado millones de muertes día tras día (Peng et al., 2020).

El agente infeccioso de esta neumonía viral fue finalmente identificado como un tipo de coronavirus (2019-nCoV), el séptimo miembro de la familia de coronavirus que infectan a los humanos. El 11 de febrero del 2020, la OMS nombró la nueva neumonía viral como: "Enfermedad del Corona Virus" (COVID-19) (Ather et al., 2020).

Este virus es un ARN monocatenario positivo, su envoltura contiene una familia beta de coronavirus los cuales son caracterizados porque sus proteínas sobresalen a la superficie de su estructura simulando una corona, de ahí su nombre. Principalmente se encuentra en todos los mamíferos, aves y reptiles esta cepa no ha sido identificada en humanos (Cayo-Rojas & Cervantes-Ganoza, 2020), (Mar Cornelio et al., 2020).

Los estudios han revelado que el contagio se transmite por gotitas respiratorias producidas por las personas que son portadoras de la infección, por ejemplo, cuando estornudan o tosen estas partículas se depositan en las superficies que posteriormente pueden ser tocadas por otra persona, también se transmite a través del contacto físico con la persona infectada. Además el SARS-CoV-2 se ha detectado en el tracto gastrointestinal, orina, saliva y vías respiratorias. Su sintomatología es parecida a la neumonía añadiéndole diarrea continua y malestar en general. También existen pacientes asintomáticos esto quiere decir que no presentan ningún síntoma, (Mar Cornelio et al., 2020).

El contagio en el campo de la Odontología puede darse principalmente por los aerosoles generados en los procedimientos clínicos. La OMS recomienda que la atención a los pacientes se realice solo es en caso de emergencia y urgencia odontológica, bajo cita previa y con el estricto seguimiento de los protocolos de Bioseguridad estándares y adicionales para el SARS-CoV-2; para de esta manera minimizar el riesgo de contagio y la contaminación cruzada (Sabino-Silva et al., 2020), (Arias et al., 2021). En

este contexto los trabajadores sanitarios, como odontólogos sin saberlo, pueden estar brindando atención directa a personas infectadas, pero aún no diagnosticadas con COVID-19, o aquellos considerados como casos sospechosos y que necesiten vigilancia, lo que representa un riesgo para el profesional.

Por lo tanto la modificación y el empleo de métodos más adecuados para su equipo de protección básica son de suma importancia, entre estos tenemos, el uso de respiradores como el N95 mismo que pueden filtrar hasta 0.3 um de gotitas saliva, mientras que las mascarillas de uso común solo filtran hasta 5 um, el material activo de las máscaras 3M N95 está fundido al vacío, tiene microfibras de polipropileno que contienen cargas estáticas incrustadas (Tan et al., 2020); a esto se debe su eficacia de filtración de las partículas del entorno, que es del 95% (Kim et al., 2007), (Guerra et al., 2021), lo que quiere decir que el respirador N95 posee las características ideales para la protección de las vías aéreas superiores reduciendo el riesgo de contagio.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha advertido la creciente escasez de EPP, causado por el alto consumo por parte de los trabajadores de salud como también de la población en general, con el fin de evitar el contagio por SARS-CoV-2. Según estimaciones de la OMS durante la pandemia el personal de salud utiliza 89 millones de mascarillas 76 millones de guantes y alrededor de 1,6 millones de gafas de seguridad.

A razón de lo anterior, se hace necesario buscar alternativas que permitan mitigar la insuficiente cantidad de EPP, y colaboradores en su investigación: Métodos de descontaminación para reutilizar los respiradores clasifica dichos métodos en químicos, radiación, ozono, calor seco o calor húmedo. Estos métodos tienen el deber de cumplir ciertos criterios; primero la eliminación de patógeno sin que exista ningún daño en la estructura de la mascarilla, su capacidad de filtración debe permanecer y los residuos deben desaparecer en la desinfección (Gilder et al., 2018), (Carralero et al., 2020).

(Santos-López et al., 2020) en su artículo hablan de la utilización de diversos métodos de descontaminación algunos de estos son Peróxido de hidrógeno vaporizado (VHP), auto clave a 70°C, luz ultravioleta (UV) y etanol al 70%, se han descrito y pueden inactivar el SARS-CoV-2. Aunque el método VHP ha sido aprobada por la FDA, para este método el personal debe saber utilizar esta sustancia de manera adecuada de no ser así traería consigo toxicidad.

El Odontólogo por su campo de trabajo no puede guardar distancia con el paciente además está en contacto directo

con fluidos como la sangre y saliva. La distancia requerida para realizar un tratamiento es de 30cm o menos por lo que el equipo básico de protección personal es de vital importancia (EPP). Existen estudios en donde se determina que la saliva tiene enzimas que facilitan la unión de las proteínas M y S del coronavirus, estas pueden unirse a los receptores del huésped y facilitar su entrada a las células diana como consecuencia unirse a la Angiotensina humana; enzima convertidora de angiotensina 2 (ACE2), por tanto, se podría decir que el profesional en odontología es susceptible a contraer este virus por las características únicas de su trabajo (Price et al., 2020).

DESARROLLO

La presente investigación está basada en la revisión analítica y descriptiva de artículos científicos acerca de los métodos de desinfección de los respiradores N95 durante la pandemia del SARS CoV2, como una alternativa para la reutilización de manera segura para el profesional. Se realizará utilizando palabras claves para la búsqueda en artículos de diferentes revistas de importancia científica obteniendo una recopilación de datos para posteriormente llegar a un resultado confiable. Se realizará una búsqueda bibliográfica de recursos digitales, dentro los cuales se aceptará análisis sistémicos, metaanálisis, ensayos clínicos. La búsqueda se la realizará en bases de datos como: Pubmed, medRxiv, IJOS, Scielo, Elsevier. Se aplicará filtros en la búsqueda a manera de criterios de inclusión y exclusión que se detallan a continuación:

Criterios de Inclusión

- Revisiones sistémicas, metaanálisis y estudios experimentales, en los que se describan los métodos utilizados para la desinfección y reutilización de los respiradores N95.
- Revisiones sistémicas, metaanálisis y estudios experimentales, en los que se describa la capacidad de filtración de los respiradores N95 y como contribuyen en la protección del sistema inmunológico del ser humano, siendo parte del equipo de protección básica de los Odontólogos.
- Revisiones sistémicas, metaanálisis y estudios experimentales, en inglés y español.

Criterios de Exclusión

- Artículos donde el autor haga una comparación de los respirados N95 con otros.
- Artículos de revistas que carezcan de relevancia científica.
- Artículos científicos en los que se comprometa el manejo de variables.

- Información de casas comerciales orientadas a la compra masiva sin fundamento científico.

RESULTADOS

Se identificaron 80 artículos científicos a través de la búsqueda inicial en las distintas bases de datos, lo que resultó en 40 registros que cumplieron con los criterios de inclusión, distribuidos en 20 ensayos clínicos randomizados, 18 revisiones sistémicas y 2 metaanálisis.

Se excluyeron 40 de los registros por no cumplir con los criterios de inclusión, entre los cuales se identificaron 5 estudios duplicados, 1 revisión bibliográfica y 3 informes distintos de los mismos estudios.

En los 40 artículos científicos elegidos se hace énfasis en la escasez crítica de respiradores N95 debido a la pandemia de COVID-19 y con esto la búsqueda intensiva para encontrar métodos fiables para alargar la vida útil de estas unidades normalmente desechables.

Experimentos recientes evalúan la capacidad de filtración y condiciones de ajuste después de la desinfección. En la mayoría de los estudios la capacidad germicida se valoró usando cepas de pseudomona aureoginosa que se considera más difícil de eliminar que varios virus, incluido el SARS-CoV-2, E. coli, Salmonella Typhimurium, bacterias bacillus subtilis, virus del H1N1, SARS- Cov-2 y otros coronavirus. La evidencia propone distintos métodos de descontaminación, que se analizan a continuación:

Cámara de Ozono 400 ppm

En los estudios donde se probó este método, los resultados indican 0 CFU/ML después de la desinfección en la cámara de ozono, sin cambios importantes en la efectividad de filtración; en promedio las variaciones no significativas que se muestran en los estudios son de un 0,2 % en las fibras externas y 5 % en las fibras internas. No existe evidencia suficiente para determinar si el ajuste del respirador se ve afectado o permanece sin cambios.

Vapores de peróxido de hidrógeno

El método se lleva a cabo mediante ciclos de vaporizaciones de peróxido de hidrógeno en distintas concentraciones siendo la más usada al 50%, en algunos estudios también se agregaron permanganato de potasio, oxalato de sodio y ácido sulfúrico para potenciar el poder de oxidación de radicales. En la revisión realizada el peróxido de hidrógeno por sí solo, resultó ser un método efectivo en la eliminación de virus y bacterias hasta en un 99%. La capacidad de filtración se mantiene hasta aproximadamente los 30 ciclos, después de esto se observó degradación de fibras. En la mayoría de los estudios no se

valoró el ajuste por tanto no hay evidencia suficiente para esta importante variable a considerar en la reutilización del respirador.

En los ensayos en donde se probó el peróxido de hidrógeno al 50% más permanganato de potasio, oxalato de sodio y ácido sulfúrico se encontró una efectiva eliminación de virus incluso hasta los 20 ciclos, lo que indica que el método con vaporizaciones con peróxido de hidrógeno sin agregados se podría utilizar durante un mayor número de ciclos.

El peróxido de hidrógeno líquido también puede considerarse como un método efectivo en cuanto a la capacidad germicida y aunque no existe un cambio significativo en la capacidad de filtración con un porcentaje del 95% es decir dentro de los parámetros de confianza, esta llega a ser menor que en las vaporizaciones en donde se mantiene la capacidad de filtración en un 97%. En la mayoría de los estudios los resultados de las pruebas de ajuste indican que no existe variación significativa, por lo que este podría ser un método de desinfección efectivo que permita la reutilización del respirador N95.

Luz ultravioleta (UVGI)

La UVGI es un método que utiliza rayos UV de tipo C, que dañan el ADN y ARN impidiendo la replicación del patógeno, tiene alta efectividad en la eliminación de virus entre estos H1N1, H3N2 y distintos tipos de coronavirus por lo que ha sido ampliamente estudiado, utilizando distintos J/m² de exposición, entre los rangos de exposición probados están: UVGI en 20.000 J/m² los resultados de los estudios indican una reducción en la carga viral hasta el 0,4 %. Para UVGI en 40000 J/m² los resultados de ensayos y revisiones sistémicas indican una reducción en la carga viral hasta el 0,2 %, pero encontrándose afectación en el ajuste del respirador, por lo que no sería recomendable su reutilización. Con un ajuste de la exposición a 32.400 J/m² los resultados indican una reducción en la carga viral al 0 % en un solo ciclo; sin evidencia de afectación en el ajuste y manteniendo la capacidad de filtración. Considerando esta efectividad la UVGI se podría considerar como un método seguro para reutilizar los respiradores N95.

Autoclave 70% - 50 % humedad

La forma en que este tipo de tratamiento térmico produce la desnaturalización de proteínas para la inactivación de patógenos, manteniendo las propiedades del instrumental ha hecho que se tome en cuenta como un método que podría resultar efectivo para realizar la desinfección de los respiradores y además accesible a nivel hospitalario, se ha propuesto la modificación de temperatura y humedad

con el objetivo de mantener las características del respirador N95; así se describen los siguientes resultados:

Los registros indican que a una temperatura de 70°C con una humedad promedió 50 %- 70% durante 20 a 30 minutos, se mantiene la capacidad de filtración al 97%, efectiva actividad germicida con inactivación de SARS-CoV-2 y E. coli, los cambios en el ajuste no son significativos. Mantiene la eficiencia de filtración al 95% hasta los 5 ciclos. Si aumentan los grados y los ciclos baja la efectividad general al 90%.

A una temperatura de 65°C con una humedad relativa de 85 % durante 30 minutos, los ensayos clínicos coinciden en que se produce una efectiva eliminación de hasta el 99,9 % de los virus presentes en la superficie de los respiradores, incluyendo el H1N1.

Calor seco a 70° C sin manejo de humedad

Los ensayos clínicos y revisiones sistémicas coinciden en que en el calor seco con humedad del 0% a los 5 minutos, mantiene un diámetro aceptable de las fibras, se considera efectivo en la eliminación de virus y bacterias, pero altera el ajuste y en una mayor cantidad de tiempo y ciclos disminuye la capacidad de filtración del respirador.

Calor seco 70° C en una hora con un virucida

La evidencia indica que se compromete la integridad de las fibras, el análisis de los resultados en distintos estudios lo atribuyen al tratamiento previo con el virucida, además indican que el calor seco podría recomendarse, pero hacen falta más pruebas del método con modificación de tiempo y temperatura.

Etanol al 70%

Los aerosoles con etanol al 70% mostraron una efectiva eliminación de virus y una capacidad reducida en la eliminación de bacterias especialmente bacillus subtilis. Los registros indican una degradación de la capacidad de filtración del 40% por humedad en las fibras. Se encontró reportes de alteración en el ajuste.

Etanol al 70% más cámara de secado

Resultados en ensayos clínicos y metaanálisis muestran efectividad en la actividad germicida, en relación con el uso único del etanol, este método mejora el mantenimiento de la capacidad de filtración, algunos resultados indican un porcentaje de hasta el 99%. Es importante mencionar que los procedimientos descritos para regenerar la eficiencia de filtrado de la máscara no han sido aprobados por la FDA o NIOSH.

Hipoclorito de sodio

Los aerosoles con hipoclorito de sodio muestran una efectiva eliminación de virus y bacterias además la capacidad de filtración se mantiene, no se realizaron pruebas de ajuste. No existe evidencia suficiente para recomendar este método.

DISCUSIÓN

Los distintos estudios analizados presentan una serie de métodos que podrían utilizarse y sobre todo validarse para ser implementados con seguridad en entornos donde los recursos estén limitados por motivo de la pandemia.

(Vora et al., 2020) indican que la clave es seleccionar métodos de estudio con eficacia virucida probada, que no produzcan degradación de las fibras del respirador y mantengan su eficacia de filtración, preservación de la integridad estructural y ajuste facial, falta de químicos residuales y muy importante facilidad de implementación logística en un entorno hospitalario. Esas son las características que se tomaron en cuenta para la síntesis de resultados de esta revisión, así se encontró que el método químico de vaporizaciones con peróxido de hidrógeno resultó ser altamente efectivo no solo en la descontaminación, sino que además no hubo cambios significativos en la capacidad de filtración y ajuste.

(Dave et al., 2020) sostienen que la esterilización de respiradores N95 con un sistema de vaporización con peróxido de hidrógeno (VHP) representa un logro consecuente, el impacto se mitigaría si la integridad del respirador fuera comprometida. En su estudio concluyen que los respiradores N95 tratados con 20 ciclos de exposición de 60 minutos, se mantuvieron por encima de la filtración mínima requerida con una eficiencia del 95%, lo que indica que el proceso de tratamiento VHP no plantea un riesgo significativo para la eficiencia de la filtración en las concentraciones, tiempo y número de ciclos recomendados.

Los métodos físicos como la aplicación de calor húmedo, calor seco e irradiación han sido tradicionalmente los métodos más utilizados para la esterilización de artículos sanitarios. La desinfección con luz ultravioleta (UVGI) ha demostrado que no causa daño en el ajuste, además de preservar la eficiencia del filtro, incluso después de someterse a múltiples ciclos de descontaminación y sin ningún residuo tóxico tras la exposición.

(Paul et al., 2020) determinan que lo más difícil de controlar en el método con UVGI es la dosis de irradiación, ya que de esto depende la eficacia microbicida, que, a su

vez, está determinada por la duración de exposición. Las dosis totales de alrededor de 1-2 J / cm² han demostrado proporcionar una reducción eficaz de virus inoculados en los respiradores y alrededor de 5-6 J / cm² contra esporas bacterianas; en su estudio concluyen en general, que UVGI puede ser una opción adecuada para la reutilización de los respiradores, sin embargo, está limitado por las variables de exposición de la dosis de UV utilizadas en múltiples estudios.

(Vora et al., 2020) sostienen que la implementación de métodos de UV-C tiene varias dificultades como la eliminación de sombras, para proporcionar una iluminación uniforme de suficiente intensidad y lo más importante, la disponibilidad de lámparas germicidas de UV-C. Indican además que sistemas de vapor de peróxido de hidrógeno no estaban disponibles en el momento más crítico de la pandemia en India, este es un escenario que podría presentarse en cualquier parte del mundo. Por lo que consideraron que los métodos de descontaminación basados en calor eran los más adecuados debido a su fácil aplicabilidad, disponibilidad y accesibilidad.

(Campos et al., 2020) realizaron un estudio probando varias alternativas para el uso de calor seco como método de descontaminación del respirador N95 y concluyen que la desinfección térmica durante 60 min a 70° C utiliza equipos ampliamente disponibles para permitir la reutilización segura de respiradores N95 sin afectar sus propiedades, además realizan la importante recomendación de aplicar 50% de humedad durante la desinfección térmica, ya que el calor seco con un 0% de humedad, puede dañar las fibras del respirador, estos son resultados consistentes con la revisión realizada.

Hay que tomar en cuenta que en regiones de bajos ingresos puede resultar complicado controlar la humedad por lo que (Daeschler et al., 2020) consideran que la descontaminación de respiradores con calor seco en hornos mecánicos puede proporcionar un método de bajo costo eficaz y rápidamente escalable para eliminar el SARS-CoV-2 siempre y cuando no sobrepase un ciclo de 70° C y 5min. Con esto brinda una alternativa para los trabajadores de primera línea.

Los métodos de desinfección química se consideraron riesgosos debido a residuos o impacto incierto sobre la eficiencia de la filtración. Procedimientos simples como el tratamiento con lejía diluida o a base de alcohol no serían aceptables ya que eliminan la carga electrostática en el filtro de la máscara N95 afectando la eficiencia de filtración.

Los datos obtenidos en la revisión indican que los aerosoles con ethanol al 70% mostraron una efectiva eliminación

de virus, aunque con una degradación de la capacidad de filtración del 40% por humedad en las fibras y afectando también el ajuste; para compensar esta limitación del método.

(Nazeeri et al., 2020) incorporaron en su estudio una cámara de secado al vacío para eliminar las capas de humedad mejorando los resultados en cuanto al mantenimiento de la capacidad de filtrado del respirador, sin embargo, este método no ha sido validado por ningún organismo de control importante.

Es primordial mencionar dentro de las restricciones del estudio que debido a la escasez mundial de respiradores N95, el tamaño de la muestra en varios ensayos experimentales fue limitado. El diseño que compara las máscaras sometidas a procesos de descontaminación, con las no procesadas requieren grandes tamaños de muestra para reducir el margen de error. Por esto las investigaciones incluyeron en su metodología los criterios de OSHA y NIOSH para la aprobación del respirador N95 y así determinar su seguridad después de la descontaminación.

Hay que tomar en cuenta, además, que en un entorno real los respiradores N95 pueden estar contaminados con fluidos corporales que contienen virus, como sangre o saliva, lo que potencialmente necesita una exposición al calor más prolongada para la inactivación del virus; debido a esto en las investigaciones se hicieron varias simulaciones con variaciones de ciclos y temperaturas, para acercarse a un escenario real.

Resulta fundamental que los estudios futuros sobre descontaminación empleen respiradores N95 aprobados y técnicas de prueba bajo las normas de NIOSH para la penetración de aerosoles y el flujo de aire, esto es relevante al evaluar los efectos germicidas, donde se observó heterogeneidad en la selección de patógenos.

La escasez es característica de toda crisis de salud pública y esta pandemia no es la excepción, por lo que la investigación se convierte en un pilar fundamental para brindar opciones que le permitan al personal de salud sentirse protegido en sus labores diarias, sin tener la necesidad de recurrir a equipos de protección que no sean los recomendados exponiendo irremediablemente su salud o incluso su vida.

CONCLUSIONES

Los métodos de descontaminación que demostraron mayor eficacia cumpliendo con los criterios para la reutilización del respirador N95 son la irradiación con luz ultravioleta y las vaporizaciones con peróxido de hidrógeno, sin embargo son alternativas que requieren de un riguroso manejo técnico y podrían ser de difícil acceso para

algunos entornos; en este caso otra opción recomendada es el tratamiento térmico con control de humedad al 50 o 70%, método que mostró una gran eficacia germicida manteniendo la capacidad de filtración y sin cambio significativo en el ajuste. Los aerosoles con etanol al 70% tienen una eficacia reducida por lo que no se recomienda. La evidencia científica no es suficiente, hace falta mayor investigación para recomendar un método que permita una reutilización segura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, E. B. N., Nuñez, B. M. G., Fernández, L. N., & Pupo, J. M. R. (2021). CRISP-DM y K-means neutrosófica en el análisis de factores de riesgo de pérdida de audición en niños. *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas*, (16), 73-81. <http://fs.unm.edu/NCML2/index.php/112/article/download/151/487>
- Ather, A., Patel, B., Ruparel, N. B., Diogenes, A., & Hargreaves, K. M. (2020). Coronavirus disease 19 (COVID-19): implications for clinical dental care. *Journal of Endodontics*, 46(5), 584-595. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmc7270628/>
- Campos, R. K., Jin, J., Rafael, G. H., Zhao, M., Liao, L., Simmons, G., Chu, S., Weaver, S. C., Chiu, W., & Cui, Y. (2020). Decontamination of SARS-CoV-2 and other RNA viruses from N95 level meltblown polypropylene fabric using heat under different humidities. *ACS nano*, 14(10), 14017-14025. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acsnano.0c06565>
- Carralero, A. C. Y., Guerra, D. M. R., & Iribar, G. P. (2020). System of physical exercise recommendations for the rehabilitation of mastectomized breast cancer patients. *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas*, 13, 27-36. <http://fs.unm.edu/NCML2/index.php/112/article/download/99/215>
- Cayo-Rojas, C. F., & Cervantes-Ganoza, L. A. (2020). COVID-19 and the importance for the dental surgeon to wear the particle-filtering mask. *Revista Cubana de Estomatología*, 57(3). <https://covid19.elsevierpure.com/en/publications/covid-19-and-the-importance-for-the-dental-surgeon-to-wear-the-pa>
- Daeschler, S. C., Manson, N., Joachim, K., Chin, A. W., Chan, K., Chen, P. Z., Tajdaran, K., Mirmoeini, K., Zhang, J. J., & Maynes, J. T. (2020). Effect of moist heat reprocessing of N95 respirators on SARS-CoV-2 inactivation and respirator function. *Cmaj*, 192(41), E1189-E1197. <https://www.cmaj.ca/content/cmaj/192/41/E1189.full.pdf>

- Dave, N., Pascavis, K. S., Patterson, J. M., Wallace, D. W., Chowdhury, A., Abbaszadegan, M., Alum, A., Herckes, P., Zhang, Z., & Kozicki, M. (2020). Characterization of a novel, low-cost, scalable vaporized hydrogen peroxide system for sterilization of N95 respirators and other COVID-19 related personal protective equipment. *MedRxiv*. <https://www.medrxiv.org/content/medrxiv/early/2020/06/26/2020.06.24.20139436.full.pdf>
- Gilder, S. A., Wack, M., Kaub, L., Roud, S. C., Petersen, N., Heinsen, H., Hillenbrand, P., Milz, S., & Schmitz, C. (2018). Distribution of magnetic remanence carriers in the human brain. *Scientific reports*, 8(1), 1-9. <https://www.nature.com/articles/s41598-018-29766-z>
- Guerra, D. M. R., Gómez, Y. M. G., Sánchez, J. L. M., & Castellanos, L. A. Z. (2021). Sistema de superación para profesionales que laboran en la cultura física profiláctica y terapéutica. *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas*, 15, 17-22. <http://fs.unm.edu/NCML2/index.php/112/article/download/125/422>
- Kim, J., Jasper, W., & Hinestroza, J. (2007). Direct probing of solvent-induced charge degradation in polypropylene electret fibres via electrostatic force microscopy. *Journal of Microscopy*, 225(1), 72-79. <https://www.academia.edu/download/48101451/j.1365-2818.2007.01716.x20160816-6263-heeavd.pdf>
- Mar Cornelio, O., Bron Fonseca, B., & Gulín González, J. (2020). Sistema de Laboratorios Remoto para el estudio de la Microbiología y Parasitología Médica. *Revista Cubana de Informática Médica*, 12(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18592020000200005
- Mar Cornelio, O., Gulín González, J., Bron Fonseca, B., & Garcés Espinosa, J. V. (2021). Sistema de apoyo al diagnóstico médico de COVID-19 mediante mapa cognitivo difuso. *Revista Cubana de Salud Pública*, 46, e2459. <https://www.scielosp.org/article/rcsp/2020.v46n4/e2459/es/>
- Nazeeri, A. I., Hilburn, I. A., Wu, D.-A., Mohammed, K. A., Badal, D. Y., Chan, M. H., & Kirschvink, J. L. (2020). Ethanol-drying regeneration of N95 respirators. <https://authors.library.caltech.edu/106742/3/2020.04.12.20059709v1.full.pdf>
- Paul, D., Gupta, A., & Maurya, A. K. (2020). Exploring options for reprocessing of N95 Filtering Facepiece Respirators (N95-FFRs) amidst COVID-19 pandemic: A systematic review. *PLoS One*, 15(11), e0242474. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0242474>
- Peng, X., Xu, X., Li, Y., Cheng, L., Zhou, X., & Ren, B. (2020). Transmission routes of 2019-nCoV and controls in dental practice. *International journal of oral science*, 12(1), 1-6. <https://www.nature.com/articles/s41368-020-0075-9?fbclid=IwAR2Qbw5mq7IWgS5CnTmL9a0vbk-VXBDplS7RopTYJL6XRqcUt4I0TtiY0PY>
- Price, A. D., Cui, Y., Liao, L., Xiao, W., Yu, X., Wang, H., Zhao, M., Wang, Q., Chu, S., & Chu, L. F. (2020). Is the fit of N95 facial masks effected by disinfection? A study of heat and UV disinfection methods using the OSHA protocol fit test. *MedRxiv*. <https://www.medrxiv.org/content/medrxiv/early/2020/04/17/2020.04.14.20062810.full.pdf>
- Sabino-Silva, R., Jardim, A. C. G., & Siqueira, W. L. (2020). Coronavirus COVID-19 impacts to dentistry and potential salivary diagnosis. *Clinical oral investigations*, 24(4), 1619-1621.
- Santos-López, M., Jaque-Ulloa, D., & Serrano-Aliste, S. (2020). Métodos de desinfección y reutilización de mascarillas con filtro respirador durante la pandemia de SARS-CoV-2. *International journal of odontostomatology*, 14(3), 310-315. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-381X2020000300310&script=sci_arttext&tlng=en
- Tan, G. S. E., Linn, K. Z., Soon, M. M. L., Vasoo, S., Chan, M., Poh, B. F., Ng, O.-T., Ang, B. S.-P., Leo, Y.-S., & Marimuthu, K. (2020). Effect of extended use N95 respirators and eye protection on personal protective equipment (PPE) utilization during SARS-CoV-2 outbreak in Singapore. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 9(1), 1-3. <https://aricjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13756-020-00753-2>
- Vora, T., Bhattacharya, A., Ghosh, S., Gowda, K., Dhanaki, N., Gala, R., Dubey, N., Raut, V., Laskar, S. G., & Sengar, M. (2020). Heat-based N95 mask decontamination and reuse in a large hospital setting. *MedRxiv*. <https://www.medrxiv.org/content/medrxiv/early/2020/09/29/2020.09.28.20203067.full.pdf>