

## Carta al editor

### El COVID-19 está en el aire: ¿por qué seguimos ignorando la importancia de la ventilación?

#### Resumen

El principal mecanismo de transmisión del virus SARS-CoV-2 es por vía aérea, particularmente en ambientes interiores mal ventilados. Reconocer la importancia de este mecanismo ha tomado mucho tiempo, a pesar de la evidencia generada por científicos de aerosoles desde una etapa temprana de la pandemia. Por lo tanto, las medidas aplicadas con mayor rigor por la población se han centrado en la desinfección de las superficies, muchas veces de manera exagerada, mientras que las medidas centradas en reducir la concentración de aerosoles en ambientes interiores, tales como una adecuada ventilación y la filtración de aire, han sido promovidas muy tímidamente. Además de los avances en el Plan Nacional de Vacunación, es necesario intensificar las medidas de prevención del contagio para una reapertura de la economía más segura. Es urgente, por lo tanto, educar y generar lineamientos claros para la evaluación y el mejoramiento de la ventilación en espacios interiores.

**Palabras clave:** SARS-CoV-2, COVID-19, transmisión, pandemia, ventilación

Estimado editor,

La pandemia del COVID-19 es la primera causada por un coronavirus que infecta a los humanos, el SARS-CoV-2, el cual inicia su transmisión a través de las células epiteliales del tracto respiratorio (Hu *et al.*, 2021). Desde los primeros informes de casos en Wuhan, China, en enero de 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) confirmó la transmisión persona a persona y declaró la pandemia en marzo (OMS, 2020a). Desde el inicio de la pandemia, la OMS afirmó que los principales mecanismos de transmisión son gotículas respiratorias producidas al toser o estornudar, así como los fómites, cuando hay contacto con superficies contaminadas (OMS 2020b). De esta manera, las recomendaciones para reducir la transmisión del virus estuvieron enfocadas en la detección y aislamiento de personas con síntomas, el lavado de manos y el distanciamiento social o físico. El posible contagio por superficies contaminadas motivó a la población y las autoridades sanitarias a promover y aplicar medidas exageradas de limpieza y desinfección (Ives, 2021).

En julio de 2020, un grupo de 239 científicos señaló que, durante los primeros seis meses de pandemia, ya había evidencia del papel crucial de un tercer mecanismo de transmisión: los aerosoles. Estos científicos hicieron un llamado a la comunidad médica, así como a las agencias y

## Letter to Editor

### COVID-19 Is in the Air: Why Are We Still Ignoring the Importance of Ventilation?

#### Abstract

The main transmission mechanism of the SARS-CoV-2 virus is airborne, particularly in poorly ventilated indoor environments. Recognizing the importance of this mechanism has taken a long time, despite the evidence generated by aerosol scientists from an early stage of the pandemic. Hence, measures applied more widely by the population have focused on the disinfection of surfaces, often in an exaggerated way, while measures focused on reducing the concentration of aerosols in indoor environments, such as adequate ventilation and air filtration, have been timidly promoted. In addition to the progress of the National Vaccination Plan, it is necessary to intensify transmission prevention measures for a safer reopening of the economy. It is therefore urgent, to educate and generate clear guidelines for the evaluation and improvement of ventilation in indoor spaces.

**Keywords:** SARS-CoV-2, COVID-19, transmission, pandemic, ventilation

Dear Editor,

The COVID-19 pandemic is the first one caused by a human-infecting coronavirus, SARS-CoV-2, which begins its transmission through the epithelial cells of the respiratory tract (Hu *et al.*, 2021). Since the first case reports in Wuhan, China, in January 2020, the World Health Organization (WHO) confirmed person-to-person transmission and declared a pandemic in March (WHO, 2020a). Since the beginning of the pandemic, the WHO stated that the main transmission mechanisms are respiratory droplets produced by coughing or sneezing, as well as fomites, when there is contact with contaminated surfaces (WHO, 2020b). Thus, the recommendations to reduce the transmission of the virus were focused on the detection and isolation of symptomatic people, hand washing, and social or physical distancing. Potential infection from contaminated surfaces motivated the population and health authorities to promote and apply exaggerated cleaning and disinfection measures (Ives, 2021).

In July 2020, a group of 239 scientists pointed out that, within the first six months of the pandemic, there was already evidence of the crucial role of a third transmission mechanism of the virus: aerosols. They called on the medical community, as well as national and international agencies and authorities, including the WHO, to take preventive measures to reduce airborne transmission (Morawska *et al.*, 2020). Despite the evidence provided by the scientific community, the WHO (2021) recognized the transmission by aerosols only until April 2021. There is still a lack of clarity in the communications of the WHO and health authorities around the world about

autoridades nacionales e internacionales, incluida la OMS, a tomar medidas preventivas para reducir la transmisión aérea (Morawska *et al.*, 2020). A pesar de la evidencia aportada por la comunidad científica, la OMS (2021) reconoció la transmisión por aerosoles solo hasta abril de 2021. Aún falta claridad en las comunicaciones de la OMS y las autoridades sanitarias en todo el mundo sobre la importancia de las medidas que pueden ser más efectivas para reducir el riesgo de transmisión por aerosoles, particularmente en la evaluación y mejora de la ventilación y la filtración de aire en interiores.

Los aerosoles y las gotículas tienen características distintas. Las gotículas tienen un tamaño mayor a 100  $\mu\text{m}$  y, debido a esto, caen rápidamente al suelo con una distancia promedio de 2 m en segundos o unos pocos minutos después de ser exhaladas (al hablar, gritar, cantar, estornudar o toser). Por otro lado, los aerosoles miden menos de 100  $\mu\text{m}$  y también son emitidos al respirar o hablar normalmente. A diferencia de las gotículas, los aerosoles se quedan flotando en el aire, tal como el humo de cigarrillo, pueden permanecer allí por horas, y se acumulan en espacios interiores con mala ventilación (van Doremalen *et al.*, 2020). Entender estas características y aceptar que esta es la ruta predominante de transmisión del SARS-CoV-2 es esencial para controlar la pandemia.

El tímido y tardío reconocimiento de la transmisión por aerosol por parte de la OMS también se reflejó en el reconocimiento tardío por parte de los gobiernos de que los aerosoles son la vía principal de transmisión. Diferentes organizaciones académicas y no gubernamentales han hecho un llamado a los gobiernos para que reconozcan esto y actúen en consecuencia. Grupos académicos de Australia (Health Care Workers, 2021), Inglaterra (Royal College of Nursing, 2021), España (Aireamos, 2021), Canadá y los Estados Unidos, entre otros, han dirigido cartas abiertas a los gobiernos de sus países, abogando por el reconocimiento de la transmisión por aerosol y la implementación de medidas preventivas con énfasis en el uso de tapabocas de alta eficiencia en las poblaciones más expuestas, tales como los trabajadores de la salud, y la evaluación y monitoreo de las condiciones de ventilación en interiores.

En Colombia, un grupo de académicos del Nodo de Salud Ocupacional y Ambiental de Colombia (Nodo SAO Colombia), en una carta abierta al Ministro de Salud y Protección Social con fecha de febrero del 2021, solicitaron considerar esta evidencia y actualizar la Resolución 666 de 2020, que establecía protocolos generales sin hacer mención de la ventilación (Nodo SAO Colombia, 2021). Posteriormente, el Ministerio expidió la Resolución 223 de 2021, que incluía la ventilación como una de las cuatro medidas generales de bioseguridad con más evidencia de contención de la transmisión. Las dos resoluciones anteriores fueron derogadas por la Resolución 777 de 2021, mediante la cual se adoptó el protocolo general de bioseguridad para el desarrollo de actividades económicas, sociales y de Estado, donde se menciona la ventilación como una de las estrategias de control de la transmisión. Esto, sin embargo, fue abordado de una manera muy general, indicando la importancia

the importance of the measures that can be more effective in reducing the risk of aerosol transmission, particularly in the evaluation and improvement of ventilation and indoor air filtration.

Aerosols and droplets have different characteristics. Droplets are larger than 100  $\mu\text{m}$  and, due to their size, they rapidly fall to the floor with an average distance of 2 m in seconds or a few minutes after they are exhaled (when speaking, screaming, singing, sneezing, or coughing). On the other hand, aerosols are less than 100  $\mu\text{m}$  in size and are also emitted when breathing or speaking normally. Unlike droplets, aerosols stay floating in the air, as does cigarette smoke, can linger for hours, and accumulate in indoor spaces with poor ventilation (van Doremalen *et al.*, 2020). Understanding these characteristics and accepting that this is the predominant route of SARS-CoV-2 transmission is essential to controlling the pandemic.

The timid and late recognition of aerosol transmission by the WHO was also reflected in the late recognition by governments that aerosols are the main transmission route. Different academic organizations and non-governmental organizations have called upon governments to acknowledge this and act accordingly. Academic groups from Australia (Health Care Workers Australia, 2021), England (Royal College of Nursing, 2021), Spain (Aireamos, 2021), Canada, and the United States, among others, have addressed open letters to the governments of their countries, advocating for the recognition of aerosol transmission and the implementation of preventive measures with an emphasis on the use of high-efficiency face masks in more exposed populations, such as healthcare workers, and the evaluation and monitoring of indoor ventilation conditions.

In Colombia, a group of scholars from the Global Environmental and Occupational Health Hub (Nodo SAO Colombia), in an open letter to the Minister of Health and Social Protection, dated February 2021, requested to take this evidence into account and update Resolution 666 of 2020, which established general protocols without mention of ventilation (Nodo SAO Colombia, 2021). Subsequently, the Ministry issued Resolution 223 of 2021, which included ventilation as one of the four general biosafety measures with the greatest evidence for the containment of transmission. The two previous resolutions were repealed by Resolution 777 of 2021, through which the general biosafety protocol was adopted for the development of economic, social, and State activities, where ventilation is mentioned as one of the transmission control strategies. This, however, was approached in a very general way, indicating the importance of natural and cross ventilation, but without specific guidelines regarding the need to characterize indoor spaces, measure their capacity for air exchange or renewal, and monitor ventilation. Although the measurement of carbon dioxide ( $\text{CO}_2$ ) is currently the best indirect measurement of the quality of indoor ventilation that we have (Peng and Jimenez, 2021), it is not mentioned in the Resolution.

de la ventilación natural y cruzada, pero sin lineamientos específicos en cuanto a la necesidad de caracterizar espacios interiores, de medir su capacidad para el intercambio o renovación de aire y de monitorear la ventilación. Aunque la medición del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es actualmente la mejor medida indirecta de la calidad de ventilación en interiores que tenemos (Peng y Jiménez, 2021), esta se menciona en la Resolución.

En un comentario publicado en abril de 2021 en la revista *The Lancet*, un grupo de investigadores destacados dieron al menos diez razones científicas por las cuales los aerosoles son el mecanismo principal de transmisión del SARS-CoV-2 (Greenhalgh *et al.*, 2021). Entre otras cosas, la evidencia muestra eventos de contagio masivo en espacios cerrados en los cuales se mantuvo el distanciamiento físico y no hubo contacto físico entre personas o con superficies. La evidencia de la transmisión del SARS-CoV-2 por aerosoles ya está disponible y, después de 18 meses de pandemia, no hay dudas de que el virus es aerotransportado (Tang *et al.*, 2021). Entonces, ¿por qué seguimos ignorando la importancia de la ventilación y dudamos ante la evidencia?

Actuar de manera coherente con el hecho de que el SARS-CoV-2 se transmite por el aire implica reconocer y actuar sobre la importancia del uso consistente y apropiado de tapabocas y de garantizar buenas condiciones de ventilación en interiores, donde el aire es compartido por varias personas. También implica informar y educar sobre la importancia de una ventilación adecuada y la manera en que podemos evaluarla y lograrla (Allen e Ibrahim, 2021). Adicionalmente, en el ámbito de los espacios públicos, se deben reforzar las acciones informativas y educativas con lineamientos claros sobre cómo evaluar la calidad de la ventilación y garantizar condiciones mínimas que incluyan el monitoreo de CO<sub>2</sub>. Mientras estas recomendaciones no se conviertan en lineamientos, es muy difícil que sean adoptadas voluntariamente por establecimientos, instituciones y empresas, a pesar del evidente costo-beneficio de su implementación en el país. Ante esta situación, algunos países europeos como Bélgica y gobiernos locales españoles han comenzado a incluir en sus directrices nacionales la obligación de monitorear el CO<sub>2</sub> en establecimientos públicos y de hacerlo visible a sus ocupantes junto con indicadores de límites máximos permisibles (The Irish Times, 2021).

En el regreso a las actividades de trabajo y escuela, que ocurren principalmente en lugares cerrados, donde la gente pasa una cantidad importante de su tiempo, el control de la transmisión del SARS-CoV-2 por medio de una ventilación adecuada adquiere especial importancia (di Gilio *et al.*, 2021).

Hasta el 16 julio de 2021, más de 4,6 millones de casos confirmados y más de 115 333 muertes han sido registradas en Colombia. En marzo de 2021 inició el llamado tercer pico de la epidemia, que ha sido el más largo y severo en cuanto a número de casos, muertes, colapso de servicios hospitalarios, y que se ha producido en medio del descontento social y la introducción de nuevas variantes del SARS-CoV-2. Actualmente, el gobierno está enfocado en el Plan Nacional

In a commentary published in April 2021 in *The Lancet* journal, a group of leading researchers provided at least ten scientific reasons for which aerosols the predominant transmission mechanism of SARS-CoV-2 (Greenhalgh *et al.*, 2021). Among others, the evidence shows superspreading events in closed spaces in which physical distancing was maintained and there was no physical contact between people or with surfaces. Evidence for the transmission of SARS-CoV-2 by aerosols is already available, and, after 18 months of pandemic, there is no doubt that the virus is airborne (Tang *et al.*, 2021), so why continue to ignore the importance of ventilation and hesitate in the face of the evidence?

Acting consistently with the fact that SARS-CoV-2 is transmitted through the air implies recognizing and acting on the importance of consistent and appropriate use of face masks and guaranteeing good ventilation conditions in indoor spaces, where air is shared by several people. It also implies informing and educating about the importance of adequate ventilation and how we can evaluate and achieve it (Allen and Ibrahim, 2021). Additionally, in the field of public spaces, informational and educational actions need to be reinforced with clear guidelines on how to evaluate the quality of ventilation and guarantee minimum ventilation conditions that include CO<sub>2</sub> monitoring. As long as these recommendations do not become guidelines, it is very difficult for them to be voluntarily adopted by establishments, institutions, and companies, despite the evident cost-benefit of their implementation in the country. Faced with this situation, some European countries such as Belgium and local governments in Spain have begun to include, within their national guidelines, the obligation to monitor CO<sub>2</sub> in public establishments and make it visible to their occupants with indications of maximum permissible limits (The Irish Times, 2021).

In the return to work and school activities, which mainly occur in closed places, where people spend a significant amount of their time, the control of the transmission of SARS-CoV-2 through adequate ventilation takes on special importance (di Gilio *et al.*, 2021).

Until July 16, 2021, more than 4,6 million confirmed cases and more than 115 333 deaths have been recorded in Colombia. In March 2021, the so-called third epidemic peak in the country began, which has been the longest and most severe in terms of the number of cases, deaths, collapse of hospital services, and which has occurred in the midst social unrest and the introduction of new SARS-CoV-2 variants. The government is currently focused on the National Vaccination Plan, which it is undoubtedly a necessary strategy that needs to advance much more quickly in order to protect a larger portion of the population. However, the government should not lose sight of the fact that the protection provided by vaccines mainly avoids severe cases and deaths, but, although the evidence indicates that vaccines can reduce transmission, they do not eliminate it.

Given the amount of people that are still susceptible to infection and the introduction of the ever-increasing SARS-CoV-2 variants in the country, the purpose of the strategies

de Vacunación, que es sin duda una estrategia necesaria que necesita avanzar mucho más rápido para proteger a una mayor parte de la población. Sin embargo, el gobierno no debe perder de vista del hecho de que la protección que ofrecen las vacunas principalmente evita casos graves y muertes, pero, aunque la evidencia indica que las vacunas pueden reducir la transmisión, estas no la eliminan.

Dada la cantidad de gente que aún es susceptible al contagio y la introducción de las variantes cada vez mayores del SARS-CoV-2 en el país, el propósito de las estrategias debe aspirar a reducir la transmisión y no solo a identificar y tratar casos. Para todas las variantes conocidas, el mecanismo principal de transmisión sigue siendo a través del aire y, por lo tanto, las medidas de prevención son similares y deben basarse en el uso consistente y apropiado de tapabocas, así como en la evaluación, el seguimiento y el mejoramiento de la ventilación en espacios cerrados. Por esta razón, hacemos un llamado a la ciudadanía, sindicatos e instituciones a asumir la importancia de una ventilación adecuada. Solicitamos al gobierno nacional que tome acciones para informar y educar sobre la importancia de la ventilación y definir pautas claras para evaluar, garantizar y monitorear la adecuada ventilación en espacios interiores abiertos al público.

## Referencias

- Aireamos (2021). *Carta a los gobiernos sobre prevención de COVID*. <https://www.aireamos.org/carta-a-los-gobiernos-sobre-prevencion-de-covid/>
- Allen, J. G. e Ibrahim, A. M. (2021) Indoor Air Changes and Potential Implications for SARS-CoV-2 Transmission. *JAMA Insights*, 325(20), 2112-2113. 10.1001/jama.2021.5053
- van Doremalen N., Morris, D. H., Holbrook, M. G., Gamble, A., Williamson, B. N., Tamin, A., Harcourt, J. L., Thornburg, N. J., Gerber, S. I., Lloyd-Smith, J. O., de Wit, E., and Munster, V. J. (2020). Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *New England Journal of Medicine*, 382(16), 1564-1567. /10.1056/NEJMc2004973
- Greenhalgh, T., Jimenez, J. L., Prather, K. A., Tufekci, Z., Fisman, D., y Schooley, R. (2021). Ten scientific reasons in support of airborne transmission of SARS-CoV-2. *The Lancet*, 397(10285), 1603-1605. 10.1016/S0140-6736(21)00869-2
- di Gilio, A., Palmisano, J., Pulimeno, M., Cerino, F., Cacace, M., Miani, A. y de Gennaro, G. (2021). CO<sub>2</sub> concentration monitoring inside educational buildings as a strategic tool to reduce the risk of SARS-CoV-2 airborne transmission, *Environmental Research*, 202111560. 10.1016/j.envres.2021.111560
- Health Care Workers Australia (2021). *National action on aerosol transmission of COVID-19*. <https://healthcareworkersaustralia.com/national-action-on-aerosol-transmission-of-covid-19/>
- Hu, B., Guo, H., Zhou, P., and Shi, Z. L. (2021). Characteristics of SARS-CoV-2 and COVID-19. *Nature Reviews Microbiology*, 19, 141-154. 10.1038/s41579-020-00459-7
- Aireamos (2021). *Carta a los gobiernos sobre prevención de COVID*. <https://www.aireamos.org/carta-a-los-gobiernos-sobre-prevencion-de-covid/>
- Allen, J. G. and Ibrahim, A. M. (2021) Indoor Air Changes and Potential Implications for SARS-CoV-2 Transmission. *JAMA Insights*, 325(20), 2112-2113. 10.1001/jama.2021.5053
- van Doremalen N., Morris, D. H., Holbrook, M. G., Gamble, A., Williamson, B. N., Tamin, A., Harcourt, J. L., Thornburg, N. J., Gerber, S. I., Lloyd-Smith, J. O., de Wit, E., and Munster, V. J. (2020). Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *New England Journal of Medicine*, 382(16), 1564-1567. 10.1056/NEJMc2004973
- Greenhalgh, T., Jimenez, J. L., Prather, K. A., Tufekci, Z., Fisman, D., and Schooley, R. (2021). Ten scientific reasons in support of airborne transmission of SARS-CoV-2. *The Lancet*, 397(10285), 1603-1605. 10.1016/S0140-6736(21)00869-2
- di Gilio, A., Palmisano, J., Pulimeno, M., Cerino, F., Cacace, M., Miani, A., and de Gennaro, G. (2021). CO<sub>2</sub> concentration monitoring inside educational buildings as a strategic tool to reduce the risk of SARS-CoV-2 airborne transmission, *Environmental Research*, 202111560. 10.1016/j.envres.2021.111560
- Health Care Workers Australia (2021). *National action on aerosol transmission of COVID-19*. <https://healthcareworkersaustralia.com/national-action-on-aerosol-transmission-of-covid-19/>
- Hu, B., Guo, H., Zhou, P., and Shi, Z. L. (2021). Characteristics of SARS-CoV-2 and COVID-19. *Nature Reviews Microbiology*, 19, 141-154. 10.1038/s41579-020-00459-7

should aim to reduce transmission and not only to identify and treat cases. For all known variants, the main transmission mechanism continues to be through the air, and, therefore, prevention measures are similar and should be based on the consistent and appropriate use of face masks, as well as the evaluation, monitoring, and improvement of ventilation in indoor spaces. For this reason, we call upon citizens, unions, and institutions to assume the importance of adequate ventilation. We ask the national government to take action to inform and educate on the importance of ventilation, and to define clear guidelines to evaluate, guarantee, and monitor the adequate ventilation in interior spaces open to the public.

## References

- Aireamos (2021). *Carta a los gobiernos sobre prevención de COVID*. <https://www.aireamos.org/carta-a-los-gobiernos-sobre-prevencion-de-covid/>
- Allen, J. G. and Ibrahim, A. M. (2021) Indoor Air Changes and Potential Implications for SARS-CoV-2 Transmission. *JAMA Insights*, 325(20), 2112-2113. 10.1001/jama.2021.5053
- van Doremalen N., Morris, D. H., Holbrook, M. G., Gamble, A., Williamson, B. N., Tamin, A., Harcourt, J. L., Thornburg, N. J., Gerber, S. I., Lloyd-Smith, J. O., de Wit, E., and Munster, V. J. (2020). Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *New England Journal of Medicine*, 382(16), 1564-1567. 10.1056/NEJMc2004973
- Greenhalgh, T., Jimenez, J. L., Prather, K. A., Tufekci, Z., Fisman, D., and Schooley, R. (2021). Ten scientific reasons in support of airborne transmission of SARS-CoV-2. *The Lancet*, 397(10285), 1603-1605. 10.1016/S0140-6736(21)00869-2
- di Gilio, A., Palmisano, J., Pulimeno, M., Cerino, F., Cacace, M., Miani, A., and de Gennaro, G. (2021). CO<sub>2</sub> concentration monitoring inside educational buildings as a strategic tool to reduce the risk of SARS-CoV-2 airborne transmission, *Environmental Research*, 202111560. 10.1016/j.envres.2021.111560
- Health Care Workers Australia (2021). *National action on aerosol transmission of COVID-19*. <https://healthcareworkersaustralia.com/national-action-on-aerosol-transmission-of-covid-19/>
- Hu, B., Guo, H., Zhou, P., and Shi, Z. L. (2021). Characteristics of SARS-CoV-2 and COVID-19. *Nature Reviews Microbiology*, 19, 141-154. 10.1038/s41579-020-00459-7
- Ives M, Mandavilli A. (2020). Si el coronavirus está en el aire, ¿por qué seguimos limpiando superficies interiores?. *New York Times*. <https://www.nytimes.com/es/2020/11/23/espanol/coronavirus-desinfectante.html>
- Morawska, L. and Milton, D. K. (2020). It Is Time to Address Airborne Transmission of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Clinical Infectious Diseases*, 71(9), 2311-2313. 10.1093/cid/ciaa939

- Ives M, Mandavilli A. (2020). Si el coronavirus está en el aire, ¿por qué seguimos limpiando superficies interiores?. *New York Times*. <https://www.nytimes.com/es/2020/11/23/espanol/coronavirus-desinfectante.html>
- Morawska, L. y Milton, D. K. (2020). It Is Time to Address Airborne Transmission of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Clinical Infectious Diseases*, 71(9), 2311-2313. 10.1093/cid/ciaa939
- Nodo de Salud Ocupacional y Ambiental de Colombia (Nodo SAO Colombia) (2021). *Carta abierta al Ministro de Salud y Protección Social sobre la actualización de la Resolución 666 de 2020*. <https://nodosacolombia.com/wp-content/uploads/2021/03/2021-COVID-19-Carta-abierta-a-Minsalud-actualizacion-Res-666.pdf>
- Organización Mundial de la Salud (2020a). *WHO Timeline COVID-19*. <https://www.who.int/news/item/27-04-2020-who-timeline---covid-19>
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (2020b). *Modes of transmission of virus causing COVID-19: implications for IPC precaution recommendations: scientific brief*. <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/modes-of-transmission-of-virus-causing-covid-19-implications-for-ipc-precaution-recommendations>
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (2021). *Coronavirus disease (COVID-19): How is it transmitted?* <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19-how-is-it-transmitted>
- O'Leary N. (2021) *Belgium imposes ventilation rules for businesses to combat new Covid surge*. The Irish Times. <https://www.irishtimes.com/news/world/europe/belgium-imposes-ventilation-rules-for-businesses-to-combat-new-covid-surge-1.4612101>
- Peng, Z. y Jiménez, J. L. (2021) Exhaled CO<sub>2</sub> as a COVID-19 Infection Risk Proxy for Different Indoor Environments and Activities. *Environmental Science & Technology Letters*, 8(5), 392-397. 10.1021/acs.estlett.1c00183
- Royal College of Nursing (2021). *Letter to the Prime Minister on protecting health care workers*. <https://www.rcn.org.uk/about-us/our-influencing-work/open-letters/letter-to-the-prime-minister-on-protecting-health-care-workers-190221>
- Tang, J. W., Marr, L. C., Li, Y. y Dancer, S. J. (2021). Covid-19 has redefined airborne transmission. *British Medical Journal*, 373, 913.
- Nodo de Salud Ocupacional y Ambiental de Colombia (Nodo SAO Colombia) (2021). *Carta abierta al Ministro de Salud y Protección Social sobre la actualización de la Resolución 666 de 2020*. <https://nodosacolombia.com/wp-content/uploads/2021/03/2021-COVID-19-Carta-abierta-a-Minsalud-actualizacion-Res-666.pdf>
- Peng, Z. and Jimenez, J. L. (2021) Exhaled CO<sub>2</sub> as a COVID-19 Infection Risk Proxy for Different Indoor Environments and Activities. *Environmental Science & Technology Letters*, 8(5), 392-397. <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.1c00183>
- Royal College of Nursing (2021). *Letter to the Prime Minister on protecting health care workers*. <https://www.rcn.org.uk/about-us/our-influencing-work/open-letters/letter-to-the-prime-minister-on-protecting-health-care-workers-190221>
- Tang, J. W., Marr, L. C., Li, Y., and Dancer, S. J. (2021). Covid-19 has redefined airborne transmission. *British Medical Journal*, 373, 913.
- O'Leary N. (2021) *Belgium imposes ventilation rules for businesses to combat new Covid surge*. The Irish Times. <https://www.irishtimes.com/news/world/europe/belgium-imposes-ventilation-rules-for-businesses-to-combat-new-covid-surge-1.4612101>
- World Health Organization (WHO) (2020a). *WHO Timeline COVID-19*. <https://www.who.int/news/item/27-04-2020-who-timeline---covid-19>
- World Health Organization (WHO) (2020b). *Modes of transmission of virus causing COVID-19: implications for IPC precaution recommendations: scientific brief*. <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/modes-of-transmission-of-virus-causing-covid-19-implications-for-ipc-precaution-recommendations>
- World Health Organization (WHO) (2021). *Coronavirus disease (COVID-19): How is it transmitted?* <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19-how-is-it-transmitted>

**Dr. Néstor Y. Rojas**

Profesor Asociado  
Departamento de Ingeniería Química y Ambiental  
Universidad Nacional de Colombia  
<https://orcid.org/0000-0001-7804-0449>

**Dra. Laura A. Rodríguez-Villamizar**

Profesora Asociada  
Departamento de Salud Pública  
Universidad Industrial de Santander  
<https://orcid.org/0000-0002-5551-2586>

**Dr. Néstor Y. Rojas**

Associate Professor  
Department of Chemical and Environmental Engineering  
Universidad Nacional de Colombia  
<https://orcid.org/0000-0001-7804-0449>

**Dra. Laura A. Rodríguez-Villamizar**

Associate Professor  
Department of Public Health  
Universidad Industrial de Santander  
<https://orcid.org/0000-0002-5551-2586>