

[Riesgo Anal](#) . 2020 mayo; 40 (5): 902–907.

Publicado en línea el 1 de mayo de 2020. Doi: [10.1111 / risa.13500](https://doi.org/10.1111/risa.13500)

PMCID: PMC7267124

PMID: [32356927](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32356927/)

Consideración de la transmisión de aerosoles para COVID-19 y salud pública

[Elizabeth L. Anderson](#) , ¹ [Paul Turnham](#) , ¹ [John R. Griffin](#) , ¹ y [Chester C. Clarke](#) ²✉

[Información del autor](#) [Notas del artículo](#) [Información sobre derechos de autor y](#)

[licencia](#) [Renuncia de responsabilidad](#)

Este artículo ha sido [citado por](#) otros artículos en PMC.

Abstracto

[Ir:](#)
[Ir:](#)

1. INTRODUCCIÓN

Los enfoques de evaluación y gestión de riesgos se adoptaron por primera vez en 1976 para abordar la necesidad de tomar decisiones sobre políticas de protección de la salud pública frente a la incertidumbre científica (Albert, Train y Anderson, [1977](#) ; Anderson, [1983](#) ; Interagency Regulatory Liaison Group, [1980](#) ; National Consejo de Investigación, [1983](#)). Aunque inicialmente se aplicaron a carcinógenos sospechosos, estos enfoques ahora se han adoptado en todo el mundo para abordar problemas globales de preocupación para la salud pública. Este artículo utiliza este marco para contribuir a la atención global centrada en la transmisión y mitigación del coronavirus 2019, SARS - CoV - 2, y la enfermedad pandémica resultante, COVID - 19. Los elementos de la consideración del riesgo se basan en la evidencia actualmente disponible para evaluar el peligro, la respuesta a la dosis, la evaluación de la exposición y el riesgo general. Luego se identifican las lagunas en el conocimiento que apuntan a la investigación necesaria para afirmar o apoyar el siguiente nivel de protección de la salud pública. Para COVID-19, se conoce la certeza del peligro, se desconoce la respuesta a la dosis y se están explorando las vías de exposición.

Este artículo se centra en la evidencia limitada disponible para abordar la transmisión por aerosoles del SARS - CoV - 2 en el aire. La dicotomía entre gotas pequeñas y grandes en la transmisión de enfermedades infecciosas, desarrollada originalmente en la década de 1930 por William F. Wells, se refleja en la guía actual de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) y otra literatura publicada que utiliza un corte

de 5 μm o 5–10 μm de diámetro aerodinámico de gota para definir el extremo superior del tamaño de las gotas pequeñas (Tellier, Li, Cowling y Tang, [2019](#) ; US CDC, [2007](#) ; Organización Mundial de la Salud, [2014](#)). De acuerdo con la OMS, los CDC y la literatura, en este artículo usamos el término *aerosoles* decir, las pequeñas partículas respirables <5–10 μm que pueden permanecer en el aire y son capaces de ser transportadas a distancias cortas y largas. Las gotas más grandes > 20 μm se depositan bajo la influencia de la gravedad y son demasiado grandes para seguir las líneas de flujo del aire de inhalación; el rango intermedio de 10 a 20 μm puede asentarse o permanecer suspendido (Tellier et al., [2019](#)).

Hasta la fecha, la preocupación principal se ha centrado en la transmisión de campo cercano, en particular la protección contra la tos y los estornudos de las personas infectadas y el transporte de la mano a la cara desde las superficies. Estas posibles vías han generado orientación de salud pública para el distanciamiento social, el lavado de manos, la descontaminación de superficies, el “refugio en el lugar” y algunas orientaciones para fomentar la protección respiratoria. Aunque se mencionan, otras vías no han recibido tanta atención ni han impulsado pautas específicas de salud pública para interceptar, frenar o prevenir la propagación continua del virus. Una de estas vías de transmisión potencialmente importante es la vía de inhalación de aerosoles.

A continuación presentamos tres líneas de evidencia que, consideradas en conjunto, proporcionan un peso sustancial de evidencia de que los aerosoles pueden ser una vía importante de transmisión. Si es así, un segundo nivel de orientación de salud pública que vaya más allá de las recomendaciones actuales puede brindar un alivio más específico en el futuro. A continuación, analizamos la investigación específica para abordar rápidamente las incertidumbres científicas y la importancia potencial de la transmisión por aerosol del SARS - CoV - 2.

[lr:](#)
[lr:](#)

2. INFORMES DE CASOS DE PERSONAS ASINTOMÁTICAS QUE TRANSMITIRÁN SARS-CoV-2 A OTRAS PERSONAS

Hay muchos relatos de propagación del SARS-CoV-2 por proximidad con personas asintomáticas que no saben que están infectadas; presumiblemente, estos individuos no están tosiendo ni estornudando. Casi a diario, los científicos de los CDC y los Institutos Nacionales de Salud (NIH) discuten la importancia de frenar la transmisión de personas asintomáticas. Aquí presentamos algunos de estos relatos con fines ilustrativos; no se ha intentado una lista exhaustiva.

Al principio, cuando las principales regiones geográficas con casos de COVID-19 estaban en China, hubo informes en la prensa sobre la transmisión asintomática. Este informe sugiere que toser y estornudar podrían no ser los únicos medios importantes de propagación del virus activo, lo que lleva a vías hipotéticas como tocar superficies y desprendimiento de partículas en el proceso de la respiración normal.

Investigadores en China indicaron desde el principio que la transmisión asintomática era una posibilidad después de estudiar a cinco miembros de la familia que se volvieron sintomáticos después del contacto con un miembro de la familia

asintomático que estaba de visita desde Wuhan (Bai et al., [2020](#)). Otros investigadores identificaron cargas virales en un sujeto asintomático, con tomografías computarizadas sin complicaciones, que eran similares a las de los sujetos sintomáticos (Zou et al., [2020](#)).

Wei y col. ([2020](#)) investigaron los 243 casos de COVID-19 notificados en Singapur entre el 23 de enero y el 16 de marzo. Los investigadores pudieron identificar la transmisión presintomática como la explicación más probable en siete grupos de casos. Además, los investigadores han estimado que en China una gran proporción de los casos de transmisión, el 79%, provenían de individuos que no habían sido evaluados, presumiblemente una gran fracción de estos eran asintomáticos (Li et al., [2020](#)).

Un estudio adicional en un hospital de Wuhan midió la superficie y la distribución de aerosoles del SARS - CoV - 2 en varios lugares de la UCI y las secciones generales de la sala del hospital. Los autores afirman que sus hallazgos “confirman que la exposición al aerosol del SARS - CoV - 2 presenta riesgos” (Guo et al., [2020](#)). Los autores sugieren que la distancia de transmisión puede ser de 4 metros (13 pies) y señalan que la "distancia de transmisión no puede determinarse estrictamente" debido a limitaciones en la cuantificación de virus viables en sus muestras y la dosis infecciosa.

Quizás el informe de prensa que llamó más la atención en los Estados Unidos sobre la posibilidad de transmisión asintomática y la probabilidad de una forma de aerosol activo del SARS - CoV - 2 en el aire fue el ensayo de Skagit Valley Chorale en Mount Vernon, Washington, que tuvo lugar el 10 de marzo. Según entrevistas con los miembros presentes, los asistentes no presentaron síntomas, limitaron su contacto físico y mantuvieron la distancia entre ellos. *Los Angeles Times* (LA Times) informó que después de la sesión de práctica de dos horas y media, 45 de los 60 miembros presentes dieron positivo para el SARS - CoV - 2 o tenían síntomas de COVID - 19; tres de ellos habían sido hospitalizados y dos habían muerto (Read, [2020](#)).

Un coautor de un estudio reciente que analizó el tiempo de supervivencia del virus en aerosoles (van Doremalen et al., [2020](#)) sugirió en el artículo de LA Times que la acción respiratoria enérgica del canto puede haber aumentado la dispersión del virus en la iglesia. (Leer, [2020](#)). Muchos otros ejemplos notables se mencionan a menudo en la prensa, por ejemplo, el de un grupo de esquí en Ketchum, Idaho, donde un grupo de unas 700 personas aparentemente sanas se reunieron para esquiar. Según se informa, en una semana, 126 del grupo mostraron síntomas de COVID-19, 20 dieron positivo, ocho fueron hospitalizados y dos murieron desde entonces (Ames, [2020](#)).

En ausencia de síntomas evidentes, como toser y estornudar, estas observaciones plantean la cuestión de cómo se está produciendo la transmisión infecciosa. Una amplia literatura informa que predominan las gotitas de aerosol $<5 \mu\text{m}$ asociadas con la respiración y el habla normales y la tos ocasional de individuos sanos (Fabian, Brain, Houseman, Gern y Milton, [2011](#); Johnson et al., [2011](#); Johnson y Morawska, [2009](#); Morawska et al., [2009](#)). Además, existe un buen acuerdo entre los estudios de que la respiración y el habla normales dan como resultado distribuciones de tamaño de las gotas con la mayoría, 80-90%, en el rango $<1 \mu\text{m}$

(Morawska et al., [2009](#)). En resumen, a partir de estas y otras observaciones similares, ha habido una creciente aceptación en la prensa pública diaria y las discusiones entre los expertos en salud de que la transmisión que ocurre de personas asintomáticas es una vía importante (Asadi, Bouvier, Wexler y Ristenpart, [2020](#) ; Lewis, [2020](#) ; Meselson, [2020](#) ; Morawska y Cao, [2020](#)).

2.1. Evidencia de respaldo de muestras analíticas de SARS - COV - 2 y SARS - COV - 1 en forma de aerosol

La literatura disponible reporta información limitada que aborda directamente el transporte en aerosol del SARS - CoV - 2. Los resultados de muestreo limitados en entornos médicos y de laboratorio han identificado el SARS - CoV - 2 y el SARS - COV - 1 en forma de aerosol que permanece en el aire y se ha informado que viaja dentro del edificio y a grandes distancias de las fuentes.

En un entorno hospitalario, se ha detectado ARN viral en el aire dentro de las habitaciones de los pacientes donde los pacientes con SARS - CoV - 2 estaban recibiendo atención y en los pasillos cercanos (Santarpia et al., [2020](#)). Los autores señalan que “los datos sugieren que las partículas de aerosol virales son producidas por individuos que tienen la enfermedad COVID-19, incluso en ausencia de tos” y “la literatura reciente que investiga el aerosol expirado en humanos indica que una fracción significativa del aerosol expirado en humanos es menor de 10 μm de diámetro en todos los tipos de actividad (por ejemplo, respirar, hablar y toser) ”.

Otro estudio hospitalario plantea preocupaciones sobre el transporte del SARS - CoV - 2 en forma de aerosoles desde superficies contaminadas con gotas. Esta preocupación se basó en datos de medición asociados con la eliminación del equipo de protección personal, la limpieza de pisos y el traslado de personal (Liu et al., [2020](#)). El estudio también encontró SARS - CoV - 2 en el aire en áreas al aire libre en la entrada del hospital y frente a una tienda departamental; los autores concluyen que es posible que individuos asintomáticos en estas áreas hayan contribuido a estos resultados.

Durante el brote de SARS de 2003, un mayor riesgo de infección por SARS - CoV - 1 para los residentes en los pisos superiores de un edificio se asoció con el transporte de aerosoles de una persona infectada que vivía en un piso inferior (Yu et al., [2004](#)), lo que generó preocupaciones sobre el transporte dentro del edificio y la infiltración de aerosoles inhalables que contienen el agente infeccioso.

Estos tres estudios se mencionan en la carta del comité de enfermedades infecciosas emergentes y amenazas a la salud del siglo XXI del 1 de abril de 2020 de la Academia Nacional de Ciencias (NAS), como la base principal para su conclusión de que “Si bien la investigación específica sobre el SARS - Cov - 2 actual es limitado, los resultados de los estudios disponibles son consistentes con la aerosolización del virus de la respiración normal ”(Academia Nacional de Ciencias, [2020](#)). La carta respondía a una pregunta de la Oficina de Política Científica y Tecnológica "sobre la posibilidad de que el virus SAR-CoV-2 se propague por conversación, además de las gotitas inducidas por el estornudo / tos". No hemos encontrado más estudios sobre este tema por parte de este comité de NAS.

El reciente estudio de laboratorio (van Doremalen et al., [2020](#)) de la capacidad de supervivencia del SARS - CoV - 2 en varias superficies incluyó datos sobre la forma de aerosol. Llegó a la conclusión de que "el virus puede permanecer viable e infeccioso en aerosoles durante horas y en superficies hasta días (según el inóculo vertido)". La correspondencia indica que el SARS - CoV - 2 en aerosol permaneció "viable en aerosoles durante la duración de nuestro experimento (tres horas)", y el título infeccioso se atenuó aproximadamente 6 veces durante ese período de tiempo. van Doremalen et al., [2020](#) también señala que los resultados son similares a los de SARs - CoV - 1: "[1] as vidas medias de SARS - CoV - 2 y SARS - CoV - 1 fueron similares en aerosoles, con estimaciones medias de aproximadamente 1,1 a 1,2 horas y Intervalos creíbles del 95% de 0,64 a 2,64 para el SARS - CoV - 2 y de 0,78 a 2,43 para el SARS - CoV - 1".

2.2. Publicaciones científicas que registran la importancia del transporte de aerosoles para virus similares

Dado que los datos para el SARS - CoV - 2 son limitados, se revisó la bibliografía para informar más sobre el peso de la evidencia para abordar el transporte en aerosol del SARS - CoV - 2. Si bien ningún virus puede compararse directamente con otro, es útil considerar esta información a la luz de la rápida propagación del SARS - CoV - 2 y su impacto mortal en algunas de sus víctimas. A menudo se puede esperar que las infecciones que se sabe que se manifiestan en el tracto respiratorio generen aerosoles al respirar, hablar, cantar, toser y estornudar. Es probable que estos aerosoles creen un transporte de mayor alcance y una posible infección por los patógenos.

En un artículo de revisión de 2006 (Tang, Li, Eames, Chan y Ridgway, [2006](#)), los autores encontraron para el SARS - CoV - 1 que "las partículas de diámetros de 1 a 3 μm permanecieron suspendidas casi indefinidamente, 10 μm tardaron 17 minutos, 20 μm tardaron 4 minutos y 100 μm tardaron 10 segundos en caer al suelo" (Tang et al., [2006](#)). Este artículo señala que la transmisión por aerosoles es una vía de exposición importante y bien conocida para agentes infecciosos como la influenza y otros virus, incluidos los coronavirus. Como se discutió en este artículo, el ARN viral del SARS - CoV - 1 se encontró en muestras de aire, y en varios estudios se implicó el transporte de aerosoles de largo alcance como la causa de la propagación de la enfermedad. Los autores observaron informes que indican que virus como la influenza pueden transmitirse por el aire en situaciones de pandemia y que algunos agentes pueden transmitirse a distancias atípicamente grandes debido a la formación de aerosoles. También señalan que el potencial de infección depende de la dosis y de la respuesta inmunitaria del individuo. El artículo también analiza la importancia de la humedad relativa, la temperatura y otros factores ambientales para la supervivencia de los virus en el aire. Por ejemplo, se observó que un virus envuelto en lípidos (como el SARS - CoV - 2) tenía una vida media de aproximadamente 3 horas al 80% de humedad relativa, 67 horas al 50% y 27 horas al 30%; los autores concluyen que los virus envueltos en lípidos tienen una mejor supervivencia a una humedad relativa baja (<50%).

Un estudio reciente relacionado se centra en la emisión y el transporte de patógenos respiratorios en nubes de gas turbulentas (Bourouiba, [2020](#)). En este artículo, se

informa que las gotas portadoras de patógenos viajan hasta 23 a 27 pies, siendo el tamaño de la gota, la turbulencia, la velocidad de la nube de gas, la humedad y la temperatura factores importantes para la distancia recorrida. El artículo establece con respecto a la guía actual para la separación, "estas distancias se basan en estimaciones de rango que no han considerado la posible presencia de una nube de alto impulso que lleve las gotas a largas distancias". Estos datos sugieren la necesidad de una evaluación adicional del comportamiento de dispersión.

Además, en un comentario reciente sobre la transmisión por aerosoles de agentes infecciosos (Tellier et al., [2019](#)), los autores asocian el término "transmisión por aerosol" con agentes infecciosos que se sabe que son transmisibles a través de la ruta del aerosol en el aire en comparación con la transmisión relacionada con el huésped de una persona infectada a otra. Además de discutir la importancia de las gotas pequeñas de menos de 5 a 10 μm para el transporte de aerosoles, los autores discuten la importancia de la distribución del tamaño y la penetración de las vías respiratorias en la causa de la enfermedad. Señalan que pequeñas gotitas en el rango de $<5 \mu\text{m}$ pueden penetrar las vías respiratorias hasta el espacio alveolar donde son más capaces de replicarse y de infecciones potencialmente más graves; las partículas $<10 \mu\text{m}$ pueden penetrar más allá de la glotis; mientras que las gotas grandes de diámetros de $> 20 \mu\text{m}$ se describen como siguiendo "una trayectoria más balística (es decir, caen principalmente bajo la influencia de la gravedad), donde las gotas son demasiado grandes para seguir las líneas de flujo del aire de inhalación ". Además, la varicela y el sarampión se describen en este artículo como ejemplos de virus envueltos en lípidos que tienen una fuerte evidencia de la transmisibilidad a través de las rutas aéreas. Estas rutas pueden incluir, por ejemplo, flujos de aire a través de ventanas abiertas, pasillos, escaleras y conductos.

[lr:](#)
[lr:](#)

3. CONCLUSIÓN

Nuestro estado actual de conocimiento sobre el papel de los aerosoles en la transmisión del SARS CoV - 2 merece atención urgente.

Tres líneas de razonamiento proporcionan un peso de evidencia de que la transmisión por aerosoles es una vía importante de comunicación de enfermedades y puede ser importante para la transmisión y el control del SARS - CoV - 2:

- Informes de casos de individuos asintomáticos que transmiten SAR - CoV - 2 para infectar a otros en asociación con estudios que muestran que la respiración normal, el habla, etc. producen pequeñas gotas en el rango de tamaño predominantemente $<1 \mu\text{m}$ que están sujetas al transporte de aerosoles.
- Datos empíricos limitados que han registrado partículas de SARS - CoV - 2 y SARS - CoV - 1 en aerosol que permanecen suspendidas en el aire durante horas y, como tales, están sujetas a transporte a largas distancias, incluso fuera de las habitaciones y dentro del edificio.

- Respaldo de la literatura más amplia que informa sobre la importancia de la transmisión de enfermedades infecciosas por aerosoles y explora el tiempo y las distancias de supervivencia, las concentraciones de agentes infecciosos, los efectos de la temperatura y la humedad y las implicaciones de la administración de dosis de diversos tamaños de partículas al tracto respiratorio.

Hasta la fecha, la orientación y la información de salud pública no se han centrado específicamente en los aerosoles como una vía de transmisión potencialmente significativa. La ausencia del síntoma predominante de tos y estornudos en individuos asintomáticos hace que la atención se centre en la transmisión por aerosoles, predominantemente asociada con la respiración y el habla, donde el papel del transporte de aerosoles pequeños puede ser más predominante.

Con el fin de frenar la propagación de COVID - 19, la evidencia actualmente disponible sugiere firmemente la necesidad inmediata de abordar la importancia de la transmisión por aerosol del SARS - CoV - 2. El peso de la evidencia sugiere que una protección suficiente contra la inhalación podría ser importante para frenar el COVID - 19 y refinar la guía.

[lr:](#)
[lr:](#)

4. RECOMENDACIONES

- Recopile datos para explorar la concentración, la duración de la supervivencia y las distancias de transporte del SARS - CoV - 2 en forma de aerosol en diferentes condiciones de temperatura y humedad. Este trabajo debe ser de bajo costo y los resultados deben estar disponibles en un tiempo relativamente corto.
- Si se confirma que los aerosoles son una vía de transmisión importante para el SARS - CoV - 2, explore más a fondo las concentraciones en el aire y la función de la dosis en varias partes del tracto respiratorio en la progresión y gravedad de la enfermedad. Esta información puede informar la política pública y las decisiones de tratamiento anteriores.
- Investigar el potencial de contaminación por aerosoles de edificios, habitaciones y superficies para proporcionar una base para la descontaminación y las decisiones y orientación relacionadas con la protección de la salud pública.
- Explore y registre datos para determinar el papel que juegan las actividades humanas en la generación potencial de aerosoles capaces de transmitir el SARS CoV-2 tanto en espacios cerrados como abiertos. La evidencia que apoya la hipótesis de que la transmisión de aerosoles puede estar ocurriendo en espacios cerrados no impide que el fenómeno ocurra en espacios cerrados más grandes (arenas, iglesias) o incluso espacios abiertos. Las tasas de incidencia del coro mencionado anteriormente pueden haberse visto afectadas por exposiciones más altas y posiblemente una alta exposición profunda en los pulmones debido a

tasas de inhalación más altas, a pesar de las concentraciones más bajas en aerosoles que podrían postularse para individuos asintomáticos. Lo mismo podría decirse de las personas que hacen ejercicio. Los flujos de aire más altos en espacios abiertos o más grandes tendrían un efecto de dilución dependiendo de factores importantes, como la velocidad del viento, la humedad y la temperatura.

- A la luz del peso actual de la evidencia de que los aerosoles pueden transportar SARS - CoV - 2, y a medida que surja nueva evidencia, explorar más a fondo las medidas apropiadas para frenar la exposición por inhalación a aerosoles pequeños, incluidos 5 µm o menos, dentro de edificios, habitaciones y superficies estos aerosoles pueden viajar y asentarse.

A medida que se disponga de información más detallada, se pueden desarrollar estrategias de protección a más largo plazo para frenar la transmisión del SARS - CoV - 2 y la incidencia de COVID - 19. El peso de la evidencia actualmente disponible merece una atención inmediata para abordar la importancia de los aerosoles con importantes implicaciones para la protección de la salud pública.

[lr:](#)
[lr:](#)

FONDOS

Este artículo ha sido investigado y escrito sin financiación y se está contribuyendo como un servicio público para abordar la urgencia de la actual crisis de salud pública.

[lr:](#)
[lr:](#)

REFERENCIAS

1. Albert, RE, Train, RE y Anderson, E. (1977). Justificación desarrollada por la agencia de protección ambiental para la evaluación de riesgos cancerígenos . Revista del Instituto Nacional del Cáncer , 58 (5), 1537-1541. [[PubMed](#)] [[Google Académico](#)]
2. Ames, M. (2020, 3 de abril). Por qué un destino de esquí de Idaho tiene una de las tasas de infección por COVID-19 más altas del país . El neoyorquino. Obtenido de <https://www.newyorker.com/news/news-desk/why-an-idaho-ski-destination-has-one-of-the-highest-covid-19-rates-in-the-nation> .
3. Anderson, EL (1983). Enfoques cuantitativos en uso para evaluar el riesgo de cáncer . Análisis de riesgo , 3 (4), 277–295. [[Google Académico](#)]
4. Asadi, S., Bouvier, N., Wexler, AS y Ristenpart, WD (2020). La pandemia del coronavirus y los aerosoles: ¿COVID-19 se transmite a través de partículas espiratorias? Ciencia y tecnología de

- aerosoles , 54 (6), 635–638. [[Artículo gratuito de PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
5. Bai, Y., Yao, L., Wei, T., Tian, F., Jin, DY, Chen, L. y Wang, M. (2020). Presunta transmisión asintomática por portador de COVID-19 . JAMA , 323 (14), 1406–1407. [[Artículo gratuito de PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 6. Bourouiba, L. (2020). Nubes de gas turbulento y emisiones de patógenos respiratorios: posibles implicaciones para reducir la transmisión de COVID-19 . JAMA . 10.1001 / jama.2020.4756. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
 7. Fabian, P., Brain, J., Houseman, EA, Gern, J. y Milton, DK (2011). Origen de las partículas del aliento exhalado de sujetos sanos y humanos infectados por rinovirus . Journal of Aerosol Medicine and Pulmonary Drug Delivery , 24 (3), 137-147. [[Artículo gratuito de PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 8. Guo, ZD, Wang, ZY, Zhang, SF, Li, X., Li, L., Li, C.,... Zhang, MY (2020). Distribución de aerosol y superficie del síndrome respiratorio agudo severo coronavirus 2 en salas de hospital, Wuhan, China, 2020 . Enfermedades infecciosas emergentes , 26 (7). 10.3201 / eid2607.200885. [[Artículo gratuito de PMC](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
 9. Grupo de enlace regulador interinstitucional (1980). Bases científicas para la identificación de carcinógenos potenciales y estimación de riesgo . Revisión anual de salud pública , 1 , 345–393. [[PubMed](#)] [[Google Académico](#)]
 10. Johnson, GR y Morawska, L. (2009). El mecanismo de formación de aerosoles respiratorios . Journal of Aerosol Medicine and Pulmonary Drug Delivery , 22 (3), 229-237. [[PubMed](#)] [[Google Académico](#)]
 11. Johnson, GR, Morawska, L., Ristovski, ZD, Hargreaves, M., Mengersen, K., Chao, CYH,... Corbett, S. (2011). Modalidad de distribuciones de tamaño de aerosol expirado en humanos . Journal of Aerosol Science , 42 , 839–851. [[Google Académico](#)]
 12. Lewis, D. (2020). ¿El coronavirus se transmite por el aire? Los expertos no se ponen de acuerdo . Nature , 580 , 175. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 13. Li, R., Pei, S., Chen, B., Song, Y., Zhang, T., Yang, W. y Shaman, J. (2020). Una infección sustancial indocumentada facilita la rápida diseminación del nuevo coronavirus (SARS - CoV2) . Ciencia . 10.1126 / science.abb3221. [[Artículo gratuito de PMC](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
 14. Liu, Y., Ning, Z., Chen, Y., Guo, M., Liu, Y., Gali, NK, Sun, L.,... Lan, K. (2020). Análisis aerodinámico de SARS - CoV - 2 en dos hospitales de Wuhan . Nature , 10.1038 / s41586-020-2271-3. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
 15. Meselson, M. (2020, 15 de abril). Gotas y aerosoles en la transmisión del SARS - CoV - 2 . Revista de Medicina de Nueva Inglaterra . 10.1056 / NEJMc2009324. [Publicación electrónica antes de la impresión]. Obtenido

de: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMc2009324> . [[Artículo gratuito de PMC](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

16. Morawska, LJ y Cao, J. (2020). Transmisión aérea del SARS - CoV - 2: el mundo debe afrontar la realidad . *Environment International* , 139 , 105730 [[artículo gratuito de PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
17. Morawska, LJ, Johnson, GR, Ristovski, ZD, Hargreaves, M., Mengersen, K., Corbett, S.,... Katoshevski, D. (2009). Distribución del tamaño y sitios de origen de las gotitas expulsadas del tracto respiratorio humano durante las actividades espiratorias . *Journal of Aerosol Science* , 40 (3) , 256–269. [[Google Académico](#)]
18. Academia Nacional de Ciencias . (2020, 1 de abril). Consulta rápida de expertos sobre la posibilidad de propagación por bioaerosol del SARS - CoV - 2 para la pandemia de COVID - 19 . Washington, DC: National Academy Press; Obtenido de <https://www.nap.edu/catalog/25769/rapid-expert-consultation-on-the-possibility-of-bioaerosol-spread-of-sars-cov-2-for-the-covid-19-pandemia-abril-1-2020> . [[Google Académico](#)]
19. Consejo nacional de investigación . (1983). Evaluación de riesgos en el gobierno federal: gestión del proceso , Consejo Nacional de Investigación sobre Medios Institucionales para la Evaluación de Riesgos para la Salud Pública, Comisión de Ciencias de la Vida, Washington, DC: National Academy Press. [[Google Académico](#)]
20. Read, R. (2020, 29 de marzo). Un coro decidió seguir adelante con el ensayo. Ahora, decenas de miembros tienen COVID-19 y dos están muertos . *Los Angeles Times*. Obtenido de <https://www.latimes.com/world-nation/story/2020-03-29/coronavirus-choir-outbreak> .
21. Santarpia, JL, Rivera, DN, Herrera, V., Morwitzer, MJ, Creager, H., Santarpia, GW,... Lawler, JV (2020). Potencial de transmisión del SARS - CoV - 2 en la diseminación viral observado en el centro médico de la Universidad de Nebraska . *MedRxiv Preprint*. 10.1101 / 2020.03.23.20039446. [[CrossRef](#)]
22. Tang, JW, Li, Y., Eames, I., Chan, PKS y Ridgway, GL (2006). Factores implicados en la transmisión de infecciones por aerosoles y control de la ventilación en los locales sanitarios . *Journal of Hospital Infection* , 64 (2) , 100-114. [[Artículo gratuito de PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
23. Tellier, R., Li, Y., Cowling, BJ y Tang, JW (2019). Reconocimiento de la transmisión por aerosol de agentes infecciosos: un comentario . *BMC Infectious Diseases* , 19 (1) , 101. [[Artículo gratuito de PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
24. CDC de EE. UU. (2007). Directriz para las precauciones de aislamiento: Prevención de la transmisión de agentes infecciosos en entornos sanitarios . Obtenido de <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/isolation/scientific-review.html> . [[Artículo gratuito de PMC](#)] [[PubMed](#)]
25. van Doremalen, N., Bushmaker, T., Morris, DH, Holbrook, MG, Gamble, A., Williamson, BN,... Lloyd - Smith, JO (2020). Estabilidad del aerosol y de la superficie del SARS - CoV - 2 en comparación con el SARS -

- CoV - 1 . Revista de Medicina de Nueva Inglaterra , 382 (16), 1564-1567. [[Artículo gratuito de PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
26. Wei, WE, Li, Z., Chiew, CJ, Yong, SE, Toh, MP y Lee, VJ (2020). Transmisión presintomática del SARS - CoV - 2: Singapur, del 23 de enero al 16 de marzo de 2020 . Informe semanal de morbilidad y mortalidad , 69 (14), 411. [[Artículo gratuito de PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
27. Organización Mundial de la Salud . (2014). Prevención de infecciones y control de las infecciones respiratorias agudas con tendencia a epidemias y pandemias en la atención sanitaria . Obtenido de https://www.who.int/csr/bioriskreduction/infection_control/publication/en/ .
28. Yu, IT, Li, Y., Wong, TW, Tam, W., Chan, AT, Lee, JH,... Ho, T. (2004). Evidencia de transmisión aérea del virus del síndrome respiratorio agudo severo . Revista de Medicina de Nueva Inglaterra , 350 (17), 1731-1739. [[PubMed](#)] [[Google Académico](#)]
29. Zou, L., Ruan, F., Huang, M., Liang, L., Huang, H., Hong, Z,... Guo, Q. (2020). Carga viral del SARS - CoV - 2 en muestras de las vías respiratorias superiores de pacientes infectados . Revista de Medicina de Nueva Inglaterra , 382 (12), 1177–1179. [[Artículo gratuito de PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

Formatos:

- [Artículo](#)
- [PubReader](#)
- [ePub \(beta\)](#)
- [PDF \(72 K\)](#)
- [Citación](#)

Compartir

-  [Facebook](#)
-  [Gorjeo](#)
-  [Google+](#)

[Centro de Apoyo](#)[Centro de Apoyo](#)

nlace externo. Revise nuestra [política de privacidad](#) .

[NIH](#)

[DHHS](#)

[USA.gov](#)

[Centro Nacional de Información Biotecnológica](#) , [Biblioteca Nacional de Medicina de EE . UU](#).8600 Rockville
Pike , Bethesda MD , 20894 EE . UU . UU.

[Políticas y directrices](#) | [Contacto](#)