

EN LA SUBESTIMACION DE LA TRANSMISION POR AEROSOLES PODRIA ESTAR LA EXPLICACION DE LA FALTA DE CONTROL DE LA PANDEMIA.

Dr. Martin Lombardero

Los aerosoles existen. Negar su existencia es como negar la lluvia. Un aerosol se define como una partícula (sólida o líquida) que puede quedar suspendida en el aire (por lo menos por “segundos”) y que se dispersa con corrientes de aire¹. Los aerosoles más conocidos son las partículas, PM por sus siglas en inglés “particulate material”, suspendidos en la contaminación de las grandes ciudades. Los aerosoles en discusión hoy son los atribuidos a aerotransmisión viral. Una adecuada comprensión de la vía de transmisión viral y su interrelación con los aerosoles de contaminación ambiental, podrían explicar y dar lugar a una hipótesis que justifique la falta de control en esta pandemia.

Actualización de las rutas de transmisión viral: En una reciente clasificación de transmisión del SARS2 COVID19, el Dr. Donald Milton² (University of Maryland, EEUU), describe que existirían tres rutas de contagio:

1. **El camino del “fómite”,** llamado también vector pasivo o **“contacto de superficie”,** fómite es un objeto carente de vida, pero con propiedades de transmitir la enfermedad (cualquier germen); como un interruptor de la luz, la manija de la puerta, sábanas... y que luego de estar en contacto el contagio se produce por tocarse la boca, las fosas nasales o los ojos.
2. La **“gota grande” o de la “gota balística”.** Las gotitas son partículas de saliva o líquido respiratorio (> de 100 micras, donde 1 micra (μm) es la milésima parte de 1 mm) que son expulsadas por las personas infectadas al toser, estornudar y, en menor medida, al hablar. Vuelan balísticamente (como un proyectil) a una distancia de menos de 2 metros. Contagian al impactar en boca, fosas nasales u ojos. Si no impactan, cae en cualquier superficie (suelo).
3. **La ruta del “aerosol”.** Los aerosoles también son partículas, pero de saliva o de líquido respiratorio (también llamadas microgotas), con la capacidad de estar en suspensión en aire y dispersarse con corrientes de aire, pero con un diámetro < de 100 micras. Se pueden dividir según su tamaño y su capacidad de penetración en el aparato respiratorio (es similar clasificación de las partículas de los contaminantes ambientales, que los clasifica según el lugar donde impactan en el tracto respiratorio). Cuanto menor sea el tamaño del aerosol, tendrán mayor capacidad de suspensión en el aire (de segundos hasta horas), podrán viajar a distancias más largas, y estarán influenciados por las corrientes de aire o de recirculación de aire. Es decir, los aerosoles más chicos, permanecerán más tiempo, viajarán más lejos en el aire y podrán impactar en diferentes partes del tracto respiratorio humano.

La diferencia radica en que las gotitas balísticas infectan por impacto y los aerosoles infectan por inhalación. En la figura 1, Milton² explica la vía balística (trayectoria directa, en corta distancia y con microgotas grandes, y está representado por color azul). Y luego se observan los 3 modelos de aerosoles como vías de contagio (representados por los colores rojo, amarillo y verde, según el tamaño):

- 1) **Aerosoles respirables <2,5 μm** : que se definen como aquellos aerosoles/ partículas lo suficientemente pequeños como para alcanzar los bronquiolos respiratorios y los alvéolos (color rojo)
- 2) **Aerosoles torácicos <10 μm** : son aquellas partículas más grandes (hasta 10-15 μm) capaces de penetrar en la tráquea y las vías respiratorias intratorácicas grandes. (color amarillo)
- 3) **Aerosoles inhalables o partículas totales en suspensión**: son los aerosoles más grandes, de < de 100 micras y pueden penetrar en el tracto respiratorio superior (color verde).

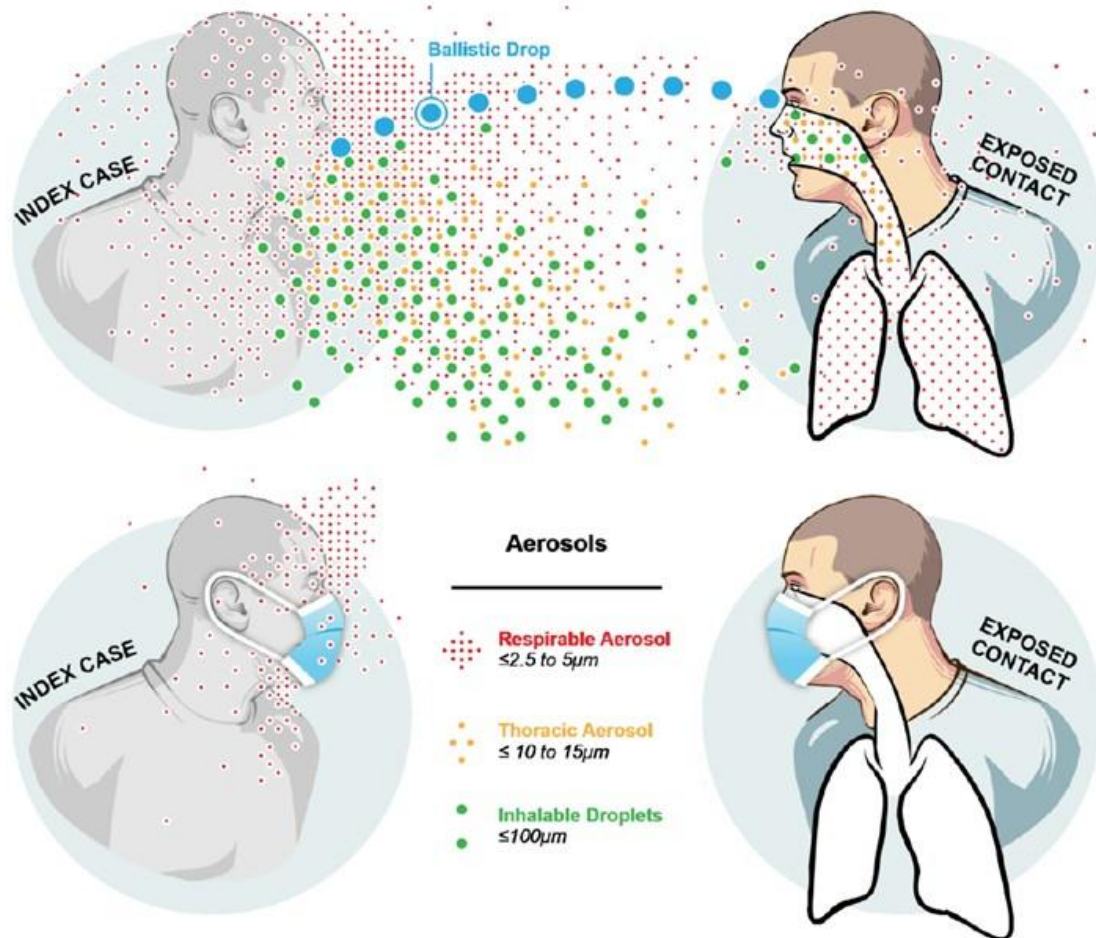


Figura 1: representación esquemática de las vías de infección por gotitas (azul) y aerosol (verde, amarillo y rojo) para una enfermedad respiratoria. Ambos viajan por el aire desde la persona infectada hasta la persona susceptible, pero las gotitas balísticas infectan por impacto y los aerosoles infectan por inhalación. (A Rosetta Stone for Understanding Infectious Drops and Aerosols. Donald K Milton. *Journal of the Pediatric Infectious Diseases Society*, Volume 9, Issue 4, 1 September 2020, Pages 413–415, <https://doi.org/10.1093/jpids/piaa079>.. Y en Web: <http://tinyurl.com/faqs-aerosol>)

No quedan dudas en la literatura científica de la existencia de aerosoles de variados tamaños, generados a la exhalación, hablar, cantar toser y estornudar, y que pueden estar suspendidos en el aire de un ambiente poco o no ventilado. El aire es un gas que aun en lugares cerrados no está quieto, responde al microclima del lugar y estará condicionado por la temperatura, presión, humedad, entre otras variables físicas. El mismo calor corporal humano que emitimos (sobre todo en áreas con mayor número de personas) puede condicionar a los aerosoles a fluir por “corrientes cálidas ascendentes”². El coronavirus tiene un diámetro aproximado de 0.12 micras y no está flotando aislado en el aire. Están inmersos y son transportados por estas microgotas/aerosoles de variable tamaño. Tampoco hay dudas que en esos aerosoles exista material viral de COVID-19, e inclusive replicable (lo cual sugiere viabilidad). Este hallazgo ha sido demostrado en áreas con alto riesgo de aerosolización como los centros de salud³. Y habitualmente la mayor concentración se encuentra cerca o en ductos de ventilación, como así también en baños, staff de médicos⁴, pasillos de centros de salud con COVID-19 y hasta debajo de la cama de pacientes COVID-19 donde uno de los flujos de la ventilación se orienta en esa dirección. Los múltiples ejemplos científicos (publicados y científicamente demostrados) de contagios en lugares cerrados, con ventilación artificial y recirculación de aire (supercontagios), terminan de cerrar la idea potencial que los aerosoles que emanan los pacientes COVID 19 en lugares no ventilados son potencialmente infectantes a distancias mucho mayores de los 2 metros clásicamente descriptos. Los supercontagios no se explican sino es por la vía del aerosol. En un par de horas, un sólo individuo contagió a otras 52 de coronavirus durante el ensayo de un coro con 61 personas en Sakgit (Washington, Estados Unidos)⁶. Se trata de uno de los episodios de contagio masivo de coronavirus mejor documentados hasta la fecha, según el Centro de Control de Enfermedades de Estados Unidos (CDC). No hay manera de explicarlo si no es con contagio por la ruta del aerosol. El episodio del supercontagio en un ómnibus yendo a un ritual religioso en China, o el caso del restaurant en Guangzhou (China)⁷, todos múltiples en lugares sin ventilación y a varios metros de distancia del paciente cero, no se explican si no es por la vía del aerosol. **Para algunos investigadores ya hay suficiente respaldo científico para demostrar que esta sería la principal vía de transmisión, atribuyendo el 75% del total de los contagios⁵.**

Es importante destacar que, aunque se hable de “transmisión por aire” las posibilidades de contagiarse en espacios abiertos es 20 a 100 veces menor que en espacios cerrados. Además, los rayos UV del sol inactivan en minutos cualquier virus, y cuanto más aireado sea el espacio exterior menor será las posibilidades de contagio

Por otra parte, no hay dudas de la importancia de las clásicas medidas de prevención. El meta-análisis publicado en la revista Lancet “Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: a systematic review and meta-analysis”⁹, muestra la importancia del distanciamiento físico, máscaras faciales (barbijos) y la protección ocular para prevenir la transmisión de persona a persona. Sin embargo, y a la vista de lo ocurre en nuestro país y en el mundo, no parece ser suficiente.

El video de la simulación de aerosolización con y sin barbijo realizado por la supercomputadora Fugaku (supercomputadora petaescala desarrollada por Fujitsu para el Centro de Ciencias de la Computación RIKEN en Kobe, Japón, la más rápida del mundo con 7,5 millones de núcleos Figuras 2 y 3), demostró a simple vista como que el barbijo evita la contaminación balística (directa), pero

no inhibe totalmente la aerosolización, siendo el barbijo N95 (usado solo en ámbito medico) como el más efectivo. Es decir, habría un porcentaje de aerosolización no despreciable con máscaras oronasaes quirúrgicas convencionales y seguramente algo más en mascararas oronasaes caseras (mal llamados tapabocas). Mas aun... si no están correctamente puestas. La supercomputadora Fugaku nos muestra filtrado de aerosoles de muy pequeño tamaño, sobre todo en los huecos donde la tela del barbijo no hace contacto con la piel (como el ángulo naso/pómulo). **Por lo tanto, los barbijos sirven... pero no son suficientes.** El Prof. José Luis Jimenez¹ compara con fines prácticos y didácticos, el humo de tabaco exhalado para explicar el concepto de suspensión de aerosoles en lugares cerrados. De hecho, el humo de tabaco exhalado es un aerosol del tipo contaminante ambiental.



Figuras 2 y 3: Imagen de simulación de aerosolización de la Supercomputadora Fugaku sin barbijo (gran aerosolización hacia adelante) y con barbijo (aerosolización ascendente en menor proporción, pero NO inhibida). <https://www.nippon.com/es/news/yjj2020062300015/>

Las medidas de bioprotección individual disminuyen el contagio, pero no bastan para abolirlo, sobre todo en lugares de alto riesgo. Haría falta, entonces, inhibir la aerosolización del lugar. En este portal demostramos el mínimo contagio que el personal de cabina tuvo en los vuelos de

repatriados a Argentina con COVID 19, ocurridos entre marzo y abril. Se lo atribuyo a los sistemas de bioseguridad de los aviones equipados con potentes filtros de alta eficiencia HEPA 14 junto a la recirculación de aire externo. Hoy hay trabajos científicos que se refieren a los elementos de bioseguridad del avión (Risk of COVID-19 During Air Travel, JAMA octubre 2020) ⁸. **Los filtros HEPA 14 filtran el 99.9% de virus y otros gérmenes, y propusimos adaptar el mecanismo de filtrado de aviones y quirófanos en comercios, espacios cerrados, consultorios, gimnasios, transporte público, universidades, teatros, bares... etc¹⁵.**

Ahora bien... ¿Cuál es la relación entre los aerosoles de aerotransmisión viral y de los de la contaminación ambiental?

Los aerosoles de la contaminación ambiental han sido extensamente estudiados. Son material particulado (PM) en suspensión que causan daño en nuestra salud (pulmón, corazón y cáncer). Consisten en una compleja mezcla de partículas sólidas y líquidas de sustancias orgánicas e inorgánicas suspendidas en el aire. Las PM son uno de los 4 contaminantes ambientales y afectan a más personas que cualquier otro contaminante. Los principales componentes de las PM son nitratos, sulfatos, polvos minerales, amoníaco, cloruro de sodio, hollín, y agua. Clásicamente se las divide en PM < de 10 micras y <de PM 2.5 micras. Las partículas con un diámetro de 10 micrones o menos (\leq PM10) pueden penetrar y alojarse dentro de los pulmones. Pero existen otras partículas aún más dañinas para la salud, las PM < 2,5 micras, que con un diámetro de 2,5 micrones o menos pueden atravesar la barrera alveolo-capilar y hasta entrar en el torrente sanguíneo. La contaminación ambiental del aire, fue causa de 4,2 millones de muertes prematuras por año (Fuente OMS) ¹⁰. **Y esta mortalidad se debe fundamentalmente a la exposición crónica de los aerosoles contaminantes más pequeños: las PM < de 2.5 micras llamadas “partículas respirables”. Cuanto más pequeñas son las PM, más posibilidades tendrán de llegar al pulmón profundo (bronquiolos y alveolos) con el potencial paso a la circulación (sangre) por difusión (intercambio alveolo-capilar). Y a mayor profundidad... mayor será el daño.**

Este mecanismo de daño por contaminación ambiental de partículas pequeñas (PM <2.5) ha sido ampliamente demostrado y nos introduce en una hipótesis: **si los aerosoles de la aerotransmisión viral “respirables” (< 2.5 micras) tuvieran también la capacidad de impactar directo en alveolos... ¿se produciría entonces una neumonía SARS- 2 más rápida y severa? Esta ampliamente demostrada la inoculación de este coronavirus en fosas nasales, y se la describe como la principal ruta de ingreso (por encima de faringe y conjuntiva) ... ¿Pero es esta puerta de acceso la única entrada directa al aparato respiratorio?** Podría ser que los aerosoles y microgotas más grandes impacten en las fosas nasales y las medianas en tracto superior y las más chicas en tracto respiratorio inferior.

Esta no es una nueva hipótesis. Ya en 1966, el Dr. Robert Alford ¹¹ investigo las vias de contagio del virus Influenza, comparando inhalación versus instilación nasal; y sugirió que con pequeños aerosoles la carga viral requerida para el contagio era menor pero a la vez mayor la gravedad. Es decir, describía las propiedades anisotrópicas de un virus (cambia la respuesta clínica según la dirección del virus, tamaño, lugar de inoculación, microclima... etc). El Dr. Donad Milton en el año 2012 en su artículo de revisión “What was the primary mode of smallpox transmission? Implications for biodefense” ¹¹ (“¿Cuál fue el modo principal de transmisión de la viruela? Implicaciones para la biodefensa”) publicado en la prestigiosa revista “Cellular And Infection

Microbiology”, describe un hipotético escenario de bioterrorismo por Viruela. En ese trabajo de investigó las posibles vías de transmisión de la viruela como prevención de un ataque biológico. En ese artículo postuló como probable la teoría que, a menor tamaño de los aerosoles, habría mayor daño y hasta mayor mortalidad. Dice: *“si la viruela se puede transmitir a través de microgotitas en el aire con diámetros aerodinámicos de $\leq 2,5 \mu\text{m}$ (micras) capaces de permanecer suspendidas en el aire durante horas y de depositarse en la parte inferior del pulmón, entonces los sistemas de aire recirculados mecánicamente aumentarían la tasa de contacto, el R_0 , el riesgo de propagación de la epidemia y la dificultad del control de infecciones hospitalarias.”* Cualquier parecido con la realidad NO es mera coincidencia.

En el artículo también hace referencia a que cuanto más profundo en relación al árbol respiratorio sea el impacto de los pequeños aerosoles (<2,5 micra) más severa puede ser la enfermedad de la viruela. Milton concluye en su artículo de variolización y bio-terrorismo: *“la viruela parece no haber sido transmitido con la misma eficacia y virulencia por todas las vías, ya sea aerosol, gotitas grandes o contacto directo e inoculación cutánea. Parece haber sido transmitida de manera más eficaz y virulenta mediante aerosoles de partículas finas...”* Es decir, la viruela también tendría propiedades anisotrópicas como el virus de influenza. **Y el coronavirus SARS-2/COVID-19 ¿Tendrá propiedades anisotrópicas? Es decir... ¿podrá cambiar la respuesta clínica según en qué parte del aparato respiratorio impacte?** Aunque la hipótesis pueda ser válida también para este coronavirus, no es tan fácil demostrarlo ni aún está demostrado. La causa porque algunos individuos hacen mayores síntomas y mayor gravedad sigue siendo debatido. Además de la carga viral, el tiempo de exposición, la susceptibilidad individual (multi- origen), los antecedentes y el tenor de la respuesta inflamatoria; **el argumento que la vía de transmisión de muy pequeños aerosoles alcance en forma directa los alveolos podría ser una hipótesis que explique una mayor rapidez y gravedad de la enfermedad.**

Por otra parte, los barbijos disminuyen la aerosolización, pero no la inhiben por completo. Y no es infrecuente su uso incorrecto. Y los pacientes COVID 19 que usan barbijo tampoco lo tienen todo el tiempo adecuadamente puesto. La realidad es que es muy difícil mantenerlo bien puesto cuando nos sentimos mal, y con falta de aire. Y ya se demostrado en centros de salud que existe en el aire y en superficies material genético viral COVID 19. Si cuando exhalamos los aerosoles de los barbijos que se filtran hacia afuera son los más pequeños (quedando las macrogotas impactadas en el barbijo) *¿se podría explicar porque aun siendo obligatorio el uso barbijos algunos pacientes debutan directamente con síntomas de neumonía?* Como ocurre en la contaminación ambiental y fue sugerido en la transmisión de la viruela, los aerosoles contaminados < de 2.5 micras (los más chicos y los que más tiempo quedan suspendidos) podrían impactar directo en la parte inferior del árbol pulmonar. **A pesar de no haber hoy una respuesta, es una hipótesis que requiere consideración.**

Una de las opciones para disminuir el contagio por aerosol en áreas cerradas y de alto riesgo de infección, son los *elementos electrónicos de bioseguridad con sistemas de filtros de alta eficiencia (HEPA 14) combinados con germicidas (por ejemplo, una Luz UV no toxica) que garanticen un filtrado de aerosoles (de todos los tamaños) y frecuente recambio del aire ambiental.* Los pocos ejemplos publicados donde además de elementos de protección personal, se incorporan filtros de

alta eficiencia y presión positiva entre otros elementos de bioseguridad, demostraron hasta un nivel cero de contagio interpersonal.

Algo subestimó la humanidad para que en el siglo 21 no exista control ni se sepa dónde está realmente el principal mecanismo de la transmisión viral de este coronavirus. Las clásicas vías de transmisión viral (incorporadas sin cambios desde 1930) no alcanzan para explicar el alcance de esta pandemia. Las idas y vueltas de una Institución como la OMS en la recomendación del uso del barbijo en la comunidad (¡y hasta en la comunidad médica!) es un claro ejemplo. Y este 21 de septiembre, en un increíble descuido caratulado como “error no forzado”, el prestigioso CDC de EEUU elimina a las 24 hs lo que confirma. Describe en su web¹² que ante la evidencia de aerosoles como importante vía de contagio en lugares cerrados o poco ventilados podrían ser útiles los sistemas de purificación de aire basados en filtros y lámparas UV... Después de haber sido eliminado, un comunicado similar y con las mismas recomendaciones lo emite a los 8 días (29 de septiembre) el Laboratorio Internacional de Calidad del Aire y Salud de la Universidad Tecnológica de Queensland, Brisbane, Australia¹³, y por los mismos 293 prestigiosos científicos que instaron a la OMS para que modificaran su apreciación sobre la vía de contagio de los aerosoles. Algunos de esos investigadores inclusive asesoran al CDC. Claramente “la política tiene razones que la razón no entiende”.

Por eso y quizás... en la subestimación de la vía de transmisión por aerosol en lugares cerrados y poco ventilados, y en la hipótesis (aun no estudiada) de la propiedad anisotrópica de este virus, pueda estar una de las causas del origen de tanto contagio.

Finalmente, podría enumerar las diez reglas de la aerosolización de esta manera:

- 1- Los aerosoles existen.
- 2- Aerosol es cualquier partícula líquida o sólida, con capacidad de permanecer suspendida en aire, pero fácilmente dispersa con corrientes de aire
- 3- Los aerosoles de contaminación ambiental, son partículas de $PM < 10$ micras y $PM < 2,5$ micras de diámetro cuya inhalación daña nuestra salud. Las $PM < 2,5$ micras son las más peligrosas porque llegan a lo profundo del árbol respiratorio y pueden atravesar la barrera alveolo-capilar.
- 4- En la vía de contagio de un virus respiratorio, la macrogota “balística” impacta directo a corta distancia y es fácilmente inhibida por un barbijo. Todo lo demás (salvo el de superficie) es contagio por aerosol. Por lo tanto, hoy sería la principal vía de contagio.
- 5- Los aerosoles que eliminamos cuando tosemos, estornudamos, hablamos fuerte, cantamos...etc., son microgotas que tienen menos de 100 micras, y se pueden dividir en 3 tipos de aerosoles según su tamaño y según la capacidad de penetración en el árbol respiratorio. ($< 2,5$ micras, < 10 micras y < 100 micras)
- 6- Los aerosoles en áreas de riesgo (paciente COVID19) pueden tener material viral replicable.
- 7- Los datos basados en observación y rastreo, rigurosamente evaluados y publicados en revistas y web científicas demuestran que en los supercontagios en lugares cerrados y con recirculación, de aire la única vía de transmisión posible a varios metros del paciente cero es la vía del aerosol.

- 8- Las posibilidades de contagio en el espacio exterior son de 20 a 100 veces menos que en lugares cerrados. Dependerá de sol, viento, humedad... y cercanía (sin barbijo y a corta distancia nos contagiamos igual)
- 9- Los barbijos (médicos y caseros) inhiben parcialmente la aerosolización. Depende de su correcto uso y del tipo de barbijo cuan eficaz será. Son útiles, pero no son 100% efectivos. Y son muy útiles en el contagio directo (macrogota)
- 10- Los sistemas de filtrado de alta eficacia combinados con germicidas (como Luz UV no toxica) pueden ser útiles para disminuir "in situ" (y con presencia humana) la aerosolización de un lugar de alto riesgo. El Ozono en modo nocturno complementa la desinfección del contagio de superficie (fómites).

Dr. Martin Lombardero

www.covid19.com.ar

Bibliografía

- 1- FAQs on Protecting Yourself from COVID-19 Aerosol Transmission
<https://tinyurl.com/FAQ-aerosols>
- 2- A Rosetta Stone for Understanding Infectious Drops and Aerosols. Donald K Milton.
Journal of the Pediatric Infectious Diseases Society, Volume 9, Issue 4, 1 September 2020, Pages 413–415, <https://doi.org/10.1093/jpids/piaa079>
- 3- Aerosol and Surface Transmission Potential of SARS-CoV-2 Authors: Joshua L. Santarpia, Danielle N. Rivera, Vicki L. Herrera, M. Jane Morwitzer, Hannah M. Creager, George W. Santarpia¹, Kevin K. Crown, David M. Brett-Major, Elizabeth R. Schnaubelt, M. Jana Broadhurst, James V. Lawler, St. Patrick Reid¹, and John J. Lowe. University of Nebraska Medical Center, National Strategic Research Institute and United States Air Force School of Aerospace Medicine. doi: <https://doi.org/10.1101/2020.03.23.20039446>
- 4- Aerodynamic análisis of SARS-CoV-2 in two Wuhan Hospitas. Yuan Liu, Zhi Ning, Yu Chen, Ming Guo, Yingle Liu, Nirmal Kumar Gali, Li Sun, Yusen Duan, Jing Cai, Dane Westerdahl, Xinjin Liu, Ke Xu, Kin-fai Ho, Haidong Kan, Qingyan Fu & Ke Lan
Nature 27 de ABRIL 2020, Nature <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2271-3> (2020).
- 5- Errores de la OMS que nos desprotegen ante el coronavirus: "La transmisión por el aire es la principal vía de contagio" Prof. Jose Luis Jimenez. profesor de Química y Bioquímica de la Universidad de Colorado en Boulder. https://www.niusdiario.es/ciencia-y-tecnologia/ciencia/errores-oms-desprotegen-coronavirus-transmision-aire-principal-via-contagio_18_3018495341.html Madrid.
- 6- Supercontagio en un coro. https://www.niusdiario.es/sociedad/sanidad/supercontagio-coro-sola-persona-infecto-52-dos-murieron_18_2949195334.html Madrid.
- 7- COVID-19 Outbreak Associated with Air Conditioning in Restaurant, Guangzhou, China, 2020 Jianyun Lu,1 Jieni Gu,1 Kuibiao Li,1 Conghui Xu,1 Wenzhe Su, Zhisheng Lai, Deqian

- Zhou, Chao Yu, Bin Xu, Zhicong Yang Control and Prevention, Guangzhou, China (J. Lu, K. Li, C. Xu, W. Su, C. Yu, Z. Yang); DOI: <https://doi.org/10.3201/eid2607.200764>
- 8- Risk of COVID-19 During Air Travel, JAMA Octubre 2020. Authors: Rui Pombal, MD; Ian Hosegood, MBBS; David Powell, MBChB Published Online: October 1, 2020. doi:10.1001/jama.2020.19108
 - 9- Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: a systematic review and meta-analysis *Derek K Chu, Elie A Akl, Stephanie Duda, Karla Solo, Sally Yaacoub, Holger J Schünemann, on behalf of the COVID-19 Systematic Urgent Review Group Effort (SURGE) study autor www.thelancet.com Vol 395 June 27, 2020s*
 - 10- La contaminación del aire representa un importante riesgo medioambiental para la salud OMS | Contaminación del aire - World Health Organization https://www.who.int/topics/air_pollution/es/
 - 11- Human influenza resulting from aerosol inhalation. Robert H. Alford , Julius A. Kasel , Peter J. Gerone , Vernon Knight Proc Soc Exp Biol Med Volumen: 122 número: 3, página (s): 800-804 1966 Jul;122(3):800-4. doi: 10.3181/00379727-122-31255, 1 de julio de 1966
 - 12- What was the primary mode of smallpox transmission? Implications for biodefense Cellular And Infection Microbiology. Donald Milton www.frontiersin.org November2012 | Volume2 | Article150
 - 13- <https://www.infobae.com/coronavirus/2020/09/21/el-cdc-de-eeuu-aseguro-que-el-covid-19-se-puede-propagar-por-el-aire/>
 - 14- <https://www.infobae.com/america/ciencia-america/2020/09/29/el-covid-19-esta-en-el-aire-239-expertos-confirman-que-se-transmite-por-esa-via/>
 - 15- COVID-19: estrategias de ventilación y desinfección de lugares cerrados para evitar contagios. Dr.Martin Lombardero. <https://www.infobae.com/america/tendencias-america/2020/08/12/covid-19-estrategias-de-ventilacion-y-desinfeccion-de-lugares-cerrados-para-evitar-contagios/>