

REVISIÓN DE ANTECEDENTES SOBRE LA INFLUENCIA DEL MANEJO DE LA VENTILACIÓN EN LA TRANSMISIÓN DE COVID-19 EN LOS ESPACIOS DE TRABAJO

**REVISIÓN DE ANTECEDENTES SOBRE LA INFLUENCIA DEL MANEJO DE LA VENTILACIÓN
EN LA TRANSMISIÓN DE COVID-19 EN LOS ESPACIOS DE TRABAJO**

AUTOR:

Ing. Pablo Zúñiga Moreno-.
Sección Seguridad en el Trabajo.
Depto. Salud Ocupacional.

REVISIÓN DE ANTECEDENTES SOBRE LA INFLUENCIA DEL MANEJO DE LA VENTILACIÓN EN LA TRANSMISIÓN DE COVID-19 EN LOS ESPACIOS DE TRABAJO

1. INTRODUCCIÓN

El año 2020 ha sido marcado por la pandemia causada por el brote de un nuevo coronavirus, el **SARS-CoV-2**. De acuerdo a las estadísticas entregadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), a nivel mundial ya van alrededor de 31 millones de casos confirmados de COVID-19 con más de 900 mil muertes asociadas a esta enfermedad.

En general, los coronavirus son una familia de virus zoonótico que pueden causar afecciones con síntomas similares a los de un resfrío común hasta enfermedades más severas, como es el síndrome respiratorio agudo severo. En el caso particular de la COVID-19, OMS ha informado que los síntomas asociados a esta enfermedad son frecuentemente fiebre, tos seca y cansancio físico y otros síntomas menos frecuentes como la congestión nasal, el dolor de cabeza, la conjuntivitis, el dolor de garganta, la diarrea, la pérdida del gusto o el olfato en personas infectadas con este virus. Sin embargo, hay casos de personas que desarrollan esta enfermedad y no presentan los síntomas mencionados, a los cuales se les ha denominado como **asintomáticos** e incluso son informados en los reportes diarios emitidos por el MINSAL.

Con la información actual, se sabe que la forma de propagación y transmisión que tiene el SARS-CoV-2 es por medio del **contacto estrecho** con personas enfermas, es decir, haber estado a menos de uno o dos metros de distancia o haber tenido contacto físico con alguien infectado y también por el **contacto con fómites**. En determinadas circunstancias y lugares donde se practican procedimientos generadores de aerosoles respiratorios es posible que exista **transmisión aérea** del virus [9.8]. En la comunidad científica se ha venido debatiendo si la COVID-19 podría también propagarse mediante aerosoles aun si estos no son generados en procedimientos médicos y con condiciones de ventilación deficiente, lo cual continúa siendo un campo de investigación activo [9.9].

OMS ha indicado que existen estudios científicos que han generado hipótesis sobre los posibles mecanismos de transmisión del SARS-CoV-2 a través de aerosoles; sin embargo, estas evidencias ocurren en condiciones controladas y son distintas a la convivencia natural de las personas [9.9] y, por lo tanto, no son concluyentes como para declarar a la COVID-19 como una enfermedad de transmisión aérea, desmintiendo a algunos medios de comunicación que han difundido información sobre la transmisión por esta vía, generando inquietud sobre el efecto que pueden tener en esto los sistemas de ventilación y aire acondicionado.

Por otra parte, la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE en inglés) emitió una declaración en la cual, sin contar con la confirmación de la propagación de la enfermedad por vía aérea, señala que “la transmisión del SARS-CoV-2 por el aire es lo suficientemente probable como para que la exposición por vía aérea al virus deba ser controlada” [9.2].

La finalidad de esta nota técnica es aportar al entendimiento de la posible influencia de la ventilación en la propagación y transmisión del virus, en función a la evidencia actual que se tiene respecto al comportamiento del SARS-CoV-2.

2. OBJETIVO

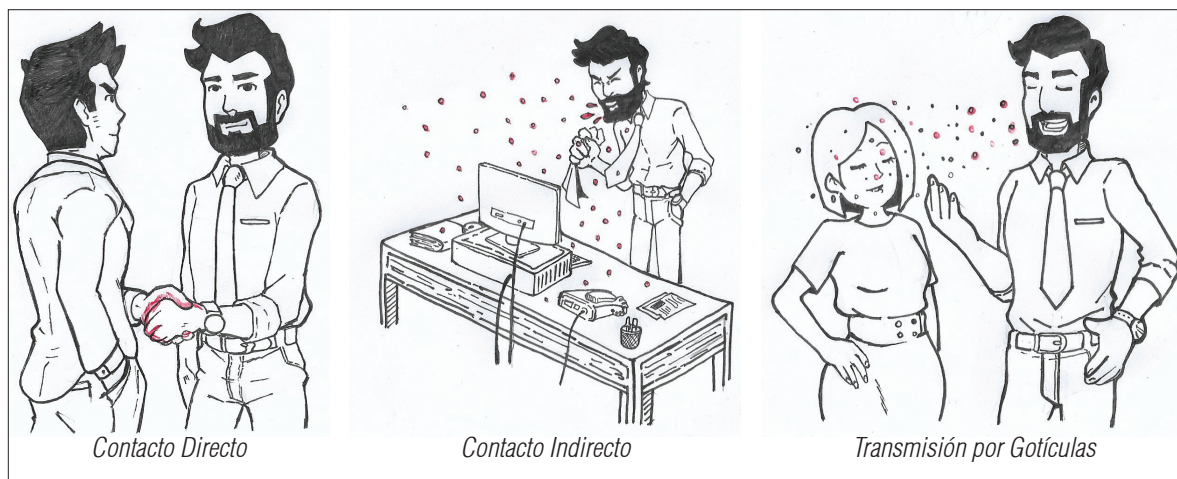
Informar sobre la posible influencia que tiene el manejo de la ventilación en la propagación de la COVID-19 en recintos que cuenten con sistemas de ventilación, de acuerdo con la información que se tiene hasta septiembre de 2020.

3. MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DE LA COVID-19

En general, los mecanismos de propagación de los agentes infecciosos como virus pueden darse por dos vías principales: por **contacto** o **vía aérea** [9.3, 9.9]. La **transmisión por contacto** es la forma más frecuente de propagación tanto dentro como fuera de los centros de salud, distinguiéndose el **contacto directo** físico entre una persona infectada y un huésped susceptible; el **contacto indirecto** debido a que un objeto o superficie esté infectada y una persona se pone en contacto con éste [9.3] y **transmisión por gotículas** que ocurre cuando una persona infectada dispersa gotículas al hablar, toser y/o estornudar y éstas alcanzan al potencial huésped [9.9]. En la Figura N°1 se ejemplifica la transmisión por vía contacto y por gotículas.

FIGURA N°1:

Esquemización de las formas de transmisión por contacto



Por otro lado, la **transmisión aérea** está definida como la propagación de un agente infeccioso causada por la diseminación de **núcleo de gotículas** [9.9], lo que no debe confundirse con la transmisión por gotículas, ya que desde un punto de vista aerodinámico las gotículas son más grandes que los núcleos de gotículas. Una forma de medir la permanencia de una partícula en el aire es de acuerdo al tiempo en que ésta demora en decantar. Por ejemplo, una partícula de un diámetro de 100 micrones permanece suspendida en el aire por 5,8 segundos mientras que una de 10 micrones lo hará alrededor de 8,2 minutos [9.2]. A partir de esto se puede indicar que mientras menor sea el diámetro de esta partícula, mayor será su tiempo de permanencia en el aire y para que esta transmisión sea efectiva, el virus debe ser capaz de ser infeccioso durante el período que permanezca en suspensión en el aire y viaje largas distancias desde la fuente de emisión y bajo las condiciones ambientales donde ocurra la propagación [9.2, 9.9].

De acuerdo con OMS, las gotículas emitidas por una persona son normalmente de tamaño entre 5 y 10 micrómetros y de acuerdo con la evidencia, la propagación de la COVID-19 se genera principalmente por el contacto con gotículas infectadas. Por otro lado, también se indica la existencia de núcleos de gotículas, que serían aerosoles con diámetro menor a 5 micrómetros formados por la desecación de gotículas de mayor tamaño [9.2, 9.12]. Cuanto menor sea el número de organismos y la cantidad de material seco en

los núcleos de gotículas, mayor tiempo permanecerán en el aire, lo que aumenta su potencial para viajar y por tanto, la transmisión por vía aérea a través de núcleos es, ante todo, un mecanismo para aquellos microorganismos que sean resistentes a la desecación y que utilizan las vías respiratorias de un huésped como puerto de entrada [9.3].

OMS informa de experiencias en las cuales se encontró la presencia del virus de la COVID-19 en el aire en condiciones de laboratorio, en la cual se utilizó un equipo nebulizador a chorro de gran potencia para generar aerosoles, lo cual no reproduce las condiciones normales en las que se produce la tos humana [9.8]. Por lo tanto, estos resultados no son concluyentes respecto a que exista la posibilidad de transmisión aérea en condiciones reales y, por el momento, no hay evidencia concreta que establezca que la COVID-19 se transmita por vía aérea.

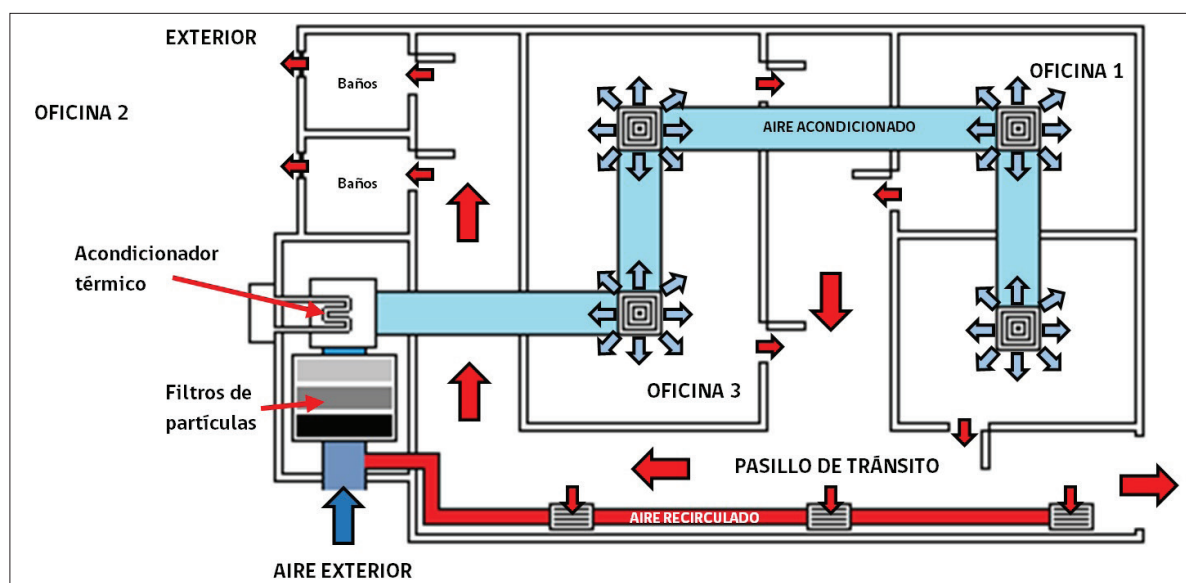
4. MANEJO DE LA VENTILACIÓN EN AMBIENTES LABORALES

La **ventilación general** es un mecanismo usado principalmente en los ambientes de oficina, tiendas comerciales, supermercados, recintos de uso público como cines, estadios, entre otros, para generar confortabilidad en los ocupantes del lugar y minimizar molestias relacionadas con el aire ambiente. En recintos hospitalarios, se agrega el rol de controlar la calidad del aire en función de la criticidad del área en específico, para proveer protección tanto a los pacientes como al personal de salud [9.14]. Esto toma mucha relevancia para minimizar o eliminar el riesgo de transmisión de infecciones dentro de estos recintos.

La ventilación contempla el recambio del **aire viciado** por **aire limpio**, mejorando las condiciones ambientales existentes al interior de los recintos ventilados al diluir contaminantes emitidos por las personas, principalmente olores desagradables, además del control de la temperatura y humedad, por medio de equipos acondicionadores de aire. La ventilación es realizada por **Unidades Manejadoras de Aire (UMA)**, que toman aire del exterior, lo acondicionan térmicamente y lo inyectan al interior a través de difusores, ubicados normalmente a nivel de techo¹. En la mayoría de los casos, con fines de mejorar la eficiencia energética del sistema, parte del aire se recircula, como se muestra en la Figura N°2.

FIGURA N°2:

Unidades Manejadoras de Aire (Ejemplo Oficinas)



¹ Con el fin de mejorar las condiciones al interior de un recinto, el aire externo se debe acondicionar térmicamente, filtrar de material particulado producto de la contaminación y en algunos casos, se trata la humedad; antes de inyectarlo al interior del recinto.

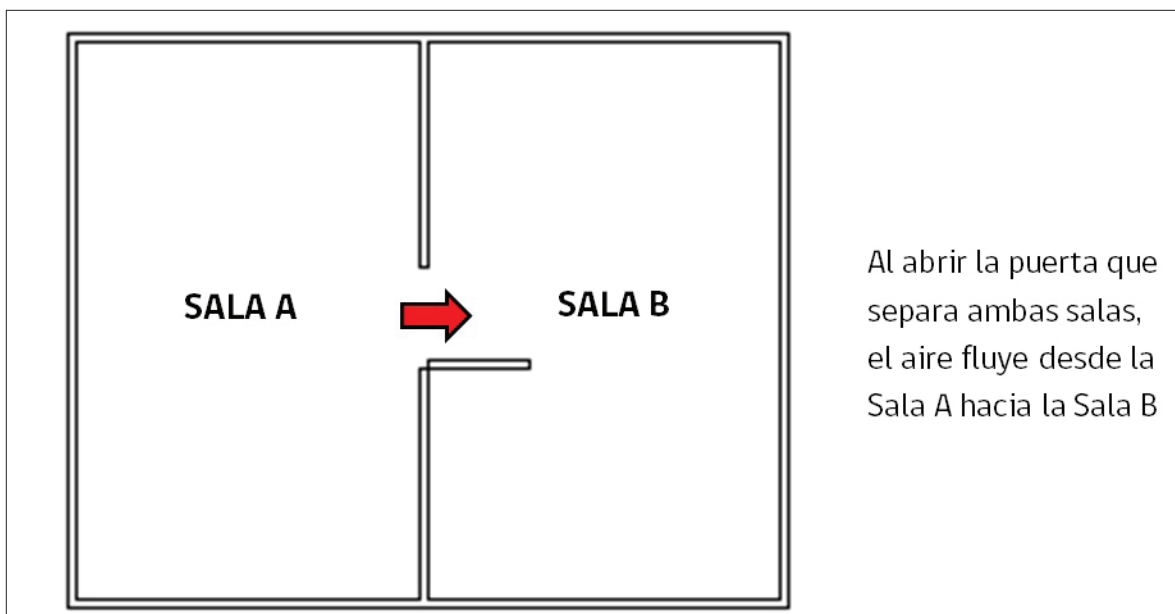
5. INFLUENCIA DE LA VENTILACIÓN EN LA PROPAGACIÓN DE AEROSOLES

Los parámetros principales de la ventilación que influyen en el transporte de aerosoles son los siguientes:

- **Patrón de flujo:** Corresponde a la forma en que el aire se mueve al interior de los recintos. En la práctica, la ubicación de los inyectores y salidas de aire en una sala determinarán que el aire suministrado se mezcle bien o no en todo el volumen de la sala. Una mala distribución del aire puede dejar una parte del recinto con sectores de baja circulación o volúmenes muertos, donde se acumule la contaminación. [9.2]
- **Diferenciales de presión:** Determinan la dirección que tendrá el flujo de aire, como se muestra en la Figura N°3. Se dice que una Sala A tiene **presión positiva** respecto a Sala B o que la Sala B tiene presión negativa respecto de la A porque la dirección del flujo de aire es desde la Sala A hacia la B. [9.2]

FIGURA N°3:

Esquematización de los diferenciales de presión



- **Condiciones ambientales del aire:** Se refiere principalmente al control de la temperatura y la humedad del aire.
- **Filtración del aire:** Se refiere al hecho de contar con sistemas para retención de partículas. Comúnmente, los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) tienen implementados filtros para material particulado proveniente de la contaminación atmosférica y en el caso de los centros de salud, se implementa filtración de alta eficiencia para retener aerosoles infecciosos.

La ventilación general en lugares como oficinas o afines se diseña principalmente en función al nivel de ocupación proyectado, de modo que con el caudal de aire externo inyectado se pueda evitar las posibles molestias causadas por los olores de efluentes corporales, no siendo tan importante aspectos como el patrón de flujo o los diferenciales de presión entre los recintos [9.2]. En los centros hospitalarios, por el contrario, existen áreas como las de aislamiento de infectados, donde el diseño de la ventilación debe considerar en especial las diferencias de presión entre los recintos con la finalidad de disminuir la contaminación cruzada

entre las distintas salas². ASHRAE declara haber encontrado pruebas convincentes de que la implementación de una antesala con una adecuada configuración y funcionamiento es un medio eficaz para mantener los diferenciales de presión y crear contención en las habitaciones de un hospital [9.2, 9.11, 9.12].

De acuerdo con ASHRAE, “Aunque se reconoce ampliamente la propagación potencial de patógenos infecciosos por el aire, sigue existiendo incertidumbre respecto a la importancia relativa de las diversas vías de transmisión de la enfermedad, como la aérea, por gotículas, por contacto directo o indirecto, o por medios multimodales (combinación de mecanismos)” [9.2].

No obstante, según ASHRAE “Los sistemas de distribución de aire, filtración y ventilación tienen el potencial de limitar la transmisión del patógeno por el aire y, por lo tanto, romper la cadena de infección” [9.2]. En este sentido, los sistemas tienen efecto en lo siguiente:

- La ventilación por dilución y los diferenciales de presión no influyen significativamente en la transmisión a corto alcance. En cambio, la propagación de pequeños aerosoles infecciosos incluyendo núcleo de gotículas resultantes de la desecación puede verse afectada por los patrones de flujo de aire en los espacios y en particular, por aquellos patrones en los alrededores de la fuente [9.2].
- El control de las condiciones ambientales, en términos de humedad y temperatura, podría influir en la supervivencia del microorganismo ya que la literatura sugiere que la supervivencia más desfavorable de microorganismos se produce con una humedad relativa entre 40% y 60% [9.2, 9.11], en adición a que estudios muestran que humedades relativas por debajo del 40% se asocian con factores que incrementan las infecciones [9.2, 9.13]. Por otra parte, desde un punto de vista termodinámico, en espacios demasiado secos (humedad relativa baja) y con una temperatura lo suficientemente alta facilita la desecación de gotículas de mayor tamaño para dar lugar a los núcleos que son aerosoles de menor tamaño, por lo que la presencia de vapor de agua en el aire mantendría rehidratada la gotícula [9.2].
- La aplicación de filtrado de partículas de alta eficiencia (filtros HEPA) contribuye a reducir la carga de aerosoles en el aire, mediante la retención de éstos. De esta forma, se evita el transporte de agentes infecciosos de una zona a otra, sobre todo en aquellos sistemas HVAC que recirculan aire para la inyección³. Sin embargo, la filtración no eliminará totalmente el riesgo de transmisión de las partículas del aire porque hay otros factores además de la concentración de aerosoles infecciosos que contribuyen a la transmisión de enfermedades [9.2].

6. CONCLUSIONES

6.1. La OMS ha informado de estudios experimentales que han encontrado la presencia de ARN del virus SARS-CoV-2 en muestras de aire en ambientes asistenciales donde no se practican procesos que generan aerosoles [9.8]; no obstante, la presencia de ARN vírico no equivale a la de un virus viable, es decir, capaz de multiplicarse e infectar, y además ser transmisible y capaz de constituir un inóculo suficiente para iniciar una infección invasora [9.8].

6.2. Fuera de recintos médicos, algunos informes de brotes han sugerido la posibilidad de transmisión del virus por aerosoles (tanto gotículas como núcleos de éstas que quedan suspendidos en el aire al ser emitidos por alguien infectado) combinado con la transmisión por gotículas en lugares de gran afluencia de personas (prácticas de coro [9.4, 9.9], restaurantes [9.7, 9.9] o clases de gimnasia [9.5, 9.9]). OMS indica que no se puede descartar la transmisión de aerosoles de corto alcance cuando los lugares cerrados están llenos de gente y la ventilación es deficiente al convivir con personas infectadas; sin embargo, investigaciones detalladas de estos grupos sugieren que la transmisión por gotícula-

2 Por ejemplo, habitaciones de hospitalización, UCI, UTI, quirófanos, entre otros.

3 En el caso de recintos Hospitalarios que se traten pacientes con COVID-19 positivo, no debe hacerse uso de la recirculación de aire.

las y fómites explican la transmisión de persona a persona dentro de estos grupos [9.9]. Además, los entornos de contacto estrecho de estos grupos pueden haber facilitado la transmisión de un pequeño número de casos a muchas otras personas, especialmente si no se realizó higiene de manos y no se utilizaron máscaras cuando no se mantuvo el distanciamiento físico [9.1, 9.9].

- 6.3. Hasta este momento, la transmisión aérea o por ruta aerosol del SARS-CoV-2 no ha sido demostrada, por lo que se requieren muchas más investigaciones dadas las posibles implicaciones de la transmisión por esta vía [9.9]. Además, la evidencia tampoco indica si el uso de sistemas de aire acondicionado aumenta el riesgo de propagación del SARS-CoV-2; sin embargo, tampoco se puede asegurar que tenga nula influencia [9.2].
- 6.4. Con la información disponible hasta la fecha, se puede afirmar que la ventilación no es el método de control principal para evitar o reducir la propagación y transmisión de la COVID-19, si no que como indica OMS el riesgo de contagio disminuye utilizando los elementos de protección personal adecuados (mascarillas, bloqueos facial y ocular, guantes), manteniendo la distancia social recomendada y una higiene de manos constante.
- 6.5. En recintos de salud donde se debe interactuar con pacientes contagiados, el manejo de la ventilación evita que los agentes de riesgos de infección se dispersen hacia otras áreas y se produzca contaminación cruzada. Sin embargo, la protección del personal de salud se mejora en la medida que se controla en la fuente (la persona infectada), la propagación de gotículas y núcleo de gotículas, ya sea por medio de la aplicación de ventilación localizada o alguna separación física que contenga las partículas emitidas y evite que éstas alcancen a la persona que está asistiendo, como por ejemplo al que ejecuta procesos de intubación de pacientes infectados con COVID-19 que requieren de ventilación mecánica.

7. RECOMENDACIONES

- 7.1. Para mitigar el riesgo de contagio de la COVID-19, se recomienda seguir las medidas de contención y prevención que ha dispuesto el Ministerio de Salud de Chile y la Organización Mundial de la Salud.
- 7.2. De acuerdo con ASHRAE, no se recomienda desactivar el funcionamiento de los sistemas de ventilación HVAC, debido a que no está probado que esta medida contribuya a la reducción del riesgo de propagación del SARS-CoV-2 y transmisión de la COVID-19.
- 7.3. Si bien la filtración de alta eficiencia puede contribuir a mitigar la propagación de aerosoles, esto será efectivo para aquellas unidades manejadoras de aire que posean una etapa de prefiltrado del aire, por lo que se recomienda su uso en recintos hospitalarios y no en oficinas o similares.

8. COMENTARIO FINAL

El contenido de esta nota técnica es válida considerando la información actual que se tiene sobre la COVID-19. Por lo tanto, las conclusiones y recomendaciones de este documento están sujetos a cambios en función a los nuevos hallazgos que se haga sobre este virus.

9. REFERENCIAS

- 9.1. Adam D, Wu P, Wong J, Lau E, Tsang T, Cauchemez S, et al., "Clustering and superspreading potential of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) infections in Hong Kong" (pre-print). Research Square. 2020. doi: 10.21203/rs.3.rs-29548/v1.
- 9.2. ASHRAE, "Documento de Posicionamiento de ASHRAE sobre Aerosoles Infecciosos". Aprobado por el Comité de Dirección (BOD) de ASHRAE. 14 de abril de 2020.
- 9.3. Brune Dag K., Edling Christer, "Occupational Hazards in the Health Professions", CRCPRESS, 1989, páginas 71-76.
- 9.4. Hamner L, Dubbel P, Capron I, Ross A, Jordan A, Lee J, et al., "High SARS-CoV-2 Attack Rate Following Exposure at a Choir Practice", Skagit County, Washington, March 2020. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2020; 69:606-10.
- 9.5. Jang S, Han SH, Rhee J-Y., "Cluster of Coronavirus Disease Associated with Fitness Dance Classes", South Korea. Emerg Infect Dis. 2020;26(8).
- 9.6. Leclerc QJ, Fuller NM, Knight LE, Funk S, Knight GM, Group CC-W, "What settings have been linked to SARS-CoV-2 transmission clusters?" Wellcome Open Res. 2020; 5(83):83.
- 9.7. Lu J, Gu J, Li K, Xu C, Su W, Lai Z, et al., "Early Release-COVID-19 Outbreak Associated with Air Conditioning in Restaurant", Guangzhou, China, 2020. Emerg Infect Dis. 2020; 26(7):1628-1631.
- 9.8. OMS, "Recomendaciones sobre el uso de mascarillas en el contexto de la COVID-19", orientaciones provisionales, 5 de junio de 2020.
- 9.9. OMS, "Transmission of SARS-CoV-2: Implications for Infection Prevention Precautions". Reseña científica. 9 de julio de 2020.
- 9.10. OMS, "Vías de transmisión del virus de la COVID-19: repercusiones para las recomendaciones relativas a las precauciones en materia de prevención y control de las infecciones". Reseña científica. 29 de abril de 2020.
- 9.11. Mousavi, E., R. Lutz, F. Betz, and K. Grosskopf. 2019. "Academic Research to Support Facility Guidelines Institute & ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 170". ASHRAE Research Project CO-RP3. Atlanta: ASHRAE.
- 9.12. Siegel J.D., E. Rhinehart, M. Jackson, and L. Chiarello. 2007. "2007 Guideline for Isolation Precautions: Preventing Transmission of Infectious Agents in Healthcare Settings". Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention, The Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee.
- 9.13. Taylor, S., and M. Tasi. 2018. "Low indoor-air humidity in an assisted living facility is correlated with increased patient illness and cognitive decline". Proceedings, Indoor Air 2018 744:1-8.
- 9.14. INSHT, NTP N° 859 "Ventilación general en hospitales", España, 2010.