

DOCUMENTO DE APOYO A LOS CENTROS ESCOLARES EN EL CONTROL DE LA PANDEMIA DEL VIRUS SARS-CoV2.

EQUIPO DE ENFERMERAS ESCOLARES DE LOS DISTRITOS GRANADA-METROPOLITANO

Junto a la transmisión aérea directa por gotitas, y la transmisión por contacto con objetos contaminados, la evidencia científica avala, cada día con más fuerza, la transmisión del virus SARS-CoV2 por aerosoles.

Los principales factores que influyen en la generación y acumulación de aerosoles, y por tanto inciden sobre el riesgo de contagio, en el supuesto de que se comparta la misma aula/espacio con un caso covid-19 en fase de infección activa dependen de:

• La persona infectada (emisor):

- Carga viral de la persona infectada, máxima entre los dos días antes y los 3-5 días tras el inicio de síntomas. En el entorno escolar, el problema deriva de los días antes del inicio de los síntomas. Debe asumirse que cualquier profesor o alumno puede ser portador presintomático^{1,2}.
- Volumen y concentración de los aerosoles emitidos (mayor al toser, cantar, gritar...)
- Tiempo de permanencia continuada en un ambiente cerrado. Se aconseja que no se dejen transcurrir más de 90 minutos sin ventilación³⁻⁶.

• Condiciones del escenario (aulas):

- Ambientes cerrados. Al inicio de la pandemia, sin ninguna medida de protección, se demostró que el riesgo de transmisión era 20 veces mayor en espacios interiores frente a espacios exteriores⁷. Se recomienda por tanto el uso prioritario de los espacios abiertos, en los que también se debe llevar mascarilla y guardar distancia interpersonal, pues se han documentado contagios y brotes en reuniones de personas al aire libre⁸.
- La temperatura y la humedad relativa (HR). El virus es más estable a bajas temperaturas y HR inferior al 40%⁹⁻¹². La HR ideal en ambientes interiores estaría entre el 40% y el 60%, menos favorable a la supervivencia del virus. Además, esta HR es más adecuada para el mantenimiento de la integridad e hidratación de las barreras mucosas¹¹, aspecto que es particularmente importante cuando se está forzando la voz de forma constante.
- Ventilación. La renovación del aire es fundamental para eliminar los aerosoles.

- Ocupación del espacio. Respetar los aforos máximos permite no sólo mantener las distancias interpersonales, sino también disminuir la concentración de aerosoles¹³.

• **La persona susceptible (receptor):**

- Nivel de transmisión comunitaria y porcentaje de susceptibles¹⁴⁻¹⁹. La evolución de los últimos meses demuestra que la transmisión en las aulas está muy controlada: En las ocasiones en las que se ha detectado transmisión intraescolar, se ha procedido al cierre inmediato de las aulas.
- Volumen de aire inhalado.
- Tiempo de exposición.
- Susceptibilidad individual.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN

La posibilidad de transmisión por aerosoles refuerza la importancia de mantener las distancias, utilizar mascarillas de forma consistente, ventilar frecuentemente y evitar la ocupación prolongada de los espacios. Además de mantener las medidas preventivas recomendadas, en espacios interiores debemos reforzar la renovación del aire.

Medidas en vigor de eficacia probada:

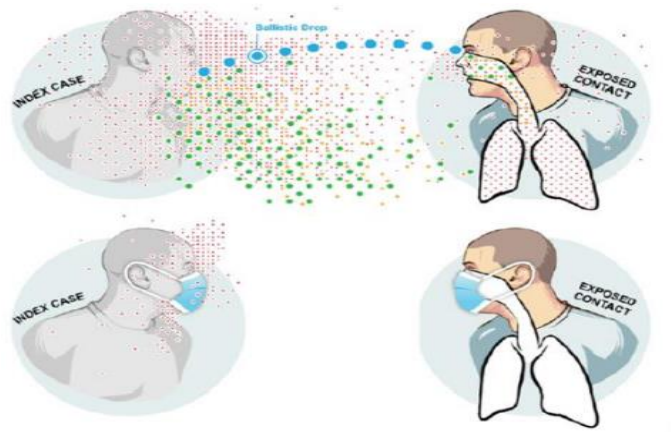
1. Distancia física interpersonal (técnica del aeroplano). El objetivo es que cada niño pueda caminar y reunirse con los demás con sus brazos abiertos, de esta forma nunca tendrá a nadie a una distancia inferior a la suma de dos brazos. Con los más pequeños se trata de un juego, con los mayores, de una regla nemotécnica.
2. Limitación de aforos. Cuanto mayor es el aforo, mayor la probabilidad de que haya al menos una persona infectada y también es mayor el número de personas expuestas; además aumenta la dificultad para mantener la distancia interpersonal. Se deben evitar reuniones multitudinarias en espacios cerrados.
3. Reducción de los tiempos de permanencia continuada en espacios cerrados. A mayor tiempo de exposición mayor dosis infectiva recibida. Siempre que sea posible, se debe aumentar la frecuencia de recreos al aire libre, aunque ello suponga acortarlos.
4. Limpieza de superficies: mesas, interruptores de luz, picaportes de las puertas...
5. Higiene de manos frecuente, bien con agua y jabón o con geles hidroalcohólicos (requiere que las manos estén limpias).
6. Uso correcto de mascarilla, que reduce la emisión de aerosoles generados al respirar, hablar, gritar, toser o estornudar²⁰ y que protege frente a la inhalación

de aerosoles. Debe mantenerse también a distancias mayores de 2 metros. Diversos estudios han constatado la eficacia de las mascarillas en la reducción del riesgo de transmisión por aerosoles siendo más eficaz el uso por parte de emisor y receptor comparado con el uso unilateral y aportando una mayor protección las FFP2 que las quirúrgicas. La reducción de la transmisión con una distancia interpersonal de 50 cm no alcanza el 100% con ningún tipo de mascarilla y oscilaría entre el 70% con el uso de mascarilla higiénica, 80% con quirúrgica y 90-95% con la FFP2 incluso con especificaciones de mejor ajuste^{13,21}.

El uso correcto de la mascarilla supone:

- Lavado de manos antes de ponérsela. Evitar tocar la mascarilla (ponerla y quitarla manipulando sólo las cintas de sujeción).
- Ajustar correctamente la mascarilla, cubriendo boca, nariz y mentón²².
- Respetar las condiciones y tiempo de uso.
- En caso de que se humedezca o deteriore por el uso, es necesario sustituirla por otra.
- No reutilices las mascarillas a no ser que se indique que son reutilizables. Las mascarillas reutilizables se deben lavar conforme a las instrucciones del fabricante.
- Al retirar la mascarilla, hacerlo por la parte de atrás, sin tocar la parte frontal. Desechar la mascarilla en un cubo cerrado. Higiene de manos después de retirar la mascarilla.

Figura 1. Emisión partículas y aerosoles por parte del caso índice (emisor) a un contacto expuesto (receptor) a una distancia inferior a dos metros, con y sin mascarilla.



Fuente: Milton. A Rosetta Stone for Understanding Infectious Drops and Aerosols. J Pediatric Infect Dis Soc, 2020 17 de sept; 9 (4): 413-415.

Medidas adicionales en espacios interiores:

- Descenso del nivel de ruidos. Evitar gritar.
- Evitar actividades que aumentan la emisión de aerosoles: gritar, cantar o hablar en voz alta²².
- Reducir la intensidad del ejercicio físico (en espacios interiores).
- Ventilación correcta, es decir, sustitución del aire interior potencialmente contaminado, por aire exterior, libre de virus. La ventilación natural cruzada favorece la circulación de aire y garantiza un barrido eficaz por todo el espacio. También puede realizarse ventilación mediante sistemas mecánicos de ventilación y climatización que deben estar bien instalados y mantenidos y pueden incorporar sistemas de filtración de aire.
- Mantenimiento de condiciones termohigrométricas que no favorezcan la transmisión del virus. En zonas cálidas se debe mantener la temperatura tan alta como sea posible para el confort y la humedad relativa en el rango del 40-60%. En cuanto al calentamiento del aire en zonas frías, debería acompañarse del adecuado suministro de humedad (para mantener el rango indicado). La temperatura aconsejada por la OMS para reducir el tiempo en el que el SARS-CoV-2 permanece viable en ambientes interiores es superior a 21°C²³.
- En cuanto a los dispositivos de ozono, aunque pueden reducir la población de virus sobre las superficies, no se ha encontrado evidencia sobre la eficacia y seguridad de la desinfección del SARS-CoV-2 con ozono²⁴.

El riesgo de contagio cero no existe. Las medidas descritas reducen el riesgo, pero no lo eliminan completamente. Las medidas de prevención para evitar la transmisión del virus SARS-CoV-2 deben seguir una estrategia combinada, tal como se muestra en la figura 2, es el uso conjunto de todas estas medidas lo que contribuye a disminuir el riesgo de transmisión. Ninguna de las medidas de protección es 100% eficaz por sí misma.

Figura 2

NINGUNA ACTUACIÓN POR SÍ SOLA ES PERFECTA PARA PREVENIR LA INFECCIÓN



Fuente: Ministerio de Sanidad. Gobierno de España. Evaluación del riesgo de la transmisión de SARS-CoV-2 mediante aerosoles. Medidas de prevención y recomendaciones. Noviembre de 2020.

La búsqueda de soluciones en espacios cerrados, debe seguir la siguiente secuencia²⁵:

Las actividades en exterior son siempre preferibles al interior.

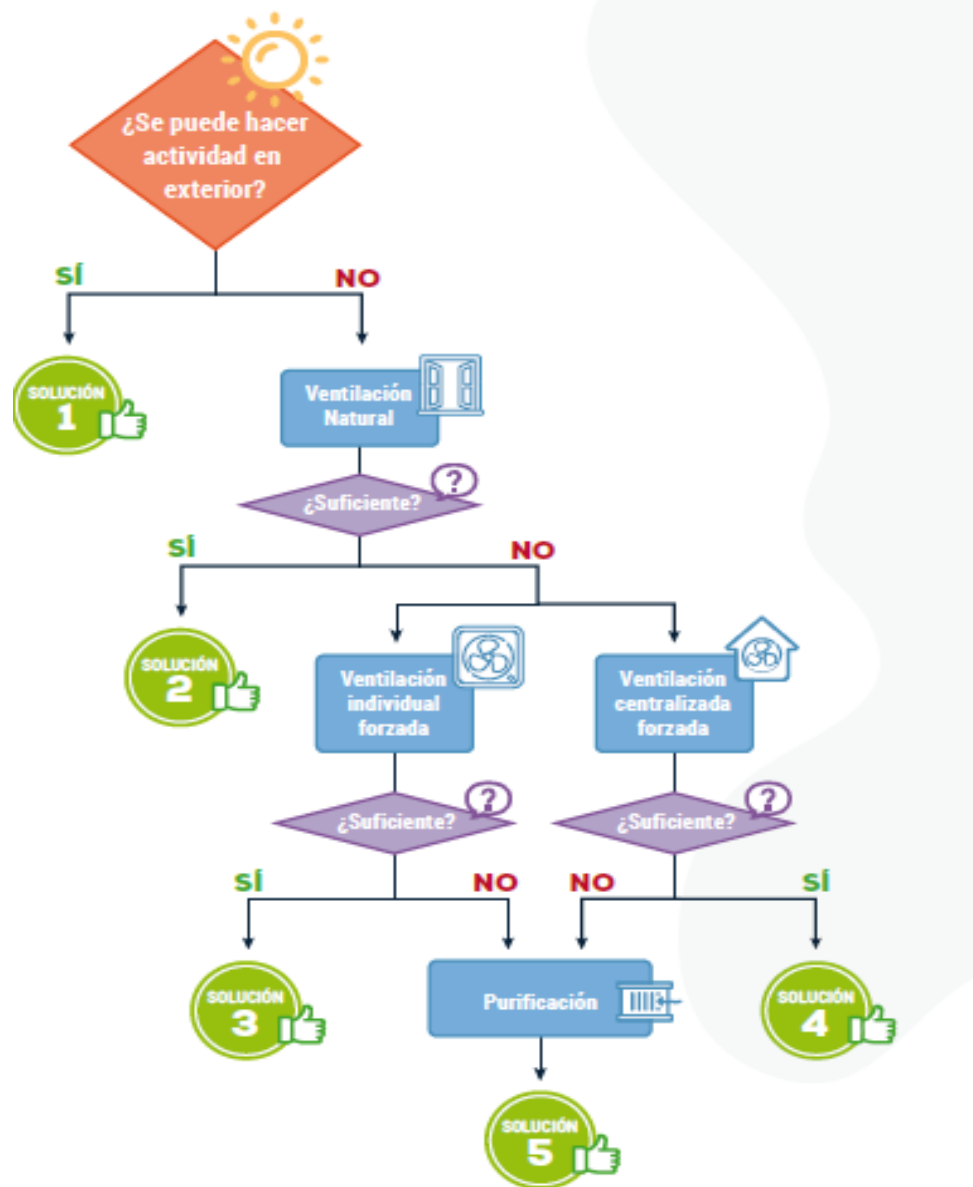
Si la actividad ha de ser en interior es preferible en aulas con posibilidad de ventilación natural, especialmente ventilación cruzada, es decir, generar corrientes entre puertas y ventanas.

Si la ventilación natural no es suficiente, se puede aumentar utilizando equipos extractores o impulsores individuales con un caudal de aire adecuado. Si se trata de sistemas centralizados de ventilación forzada, se debe aumentar la tasa de aire exterior y reducir la cantidad de aire recirculado. Cuando se usan equipos extractores o impulsores de aire, es importante asegurarse de que la toma de aire se realiza desde la zona adecuada, y que la expulsión del mismo también se realiza a la zona correcta.

Purificar el aire con equipos provistos de filtros HEPA es una alternativa aceptable cuando no es posible la ventilación natural ni la ventilación forzada con captación de aire exterior, ambas alternativas de mayor prioridad.

La solución final puede ser la suma de varias alternativas. Por ejemplo se pueden combinar ventilación natural y purificación. El uso de mascarillas, el mantenimiento de la distancia y las medidas higiénicas siguen siendo necesarias en todos los casos.

Diagrama de flujo para búsqueda de soluciones



Fuente: Minguillón MC, Querol X, Felisi JM y Garrido T. Guía para la ventilación en aulas. Versión 6 de noviembre de 2020. Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua, IDAEA-CSIC Mesura

Referencias bibliográficas

1. Wölfel R, Corman VM, Guggemos W, Seilmaier M, Zange S, Müller MA, et al. Virological assessment of hospitalized patients with COVID-2019. Nature [Internet]. mayo de 2020 [citado 2 de diciembre de 2020];581(7809):465-9. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41586-020-2196-x>
2. He X, Lau EHY, Wu P, Deng X, Wang J, Hao X, et al. Temporal dynamics in viral shedding and transmissibility of COVID-19. Nat Med. 15 de abril de 2020.
3. Li Y, Qian H, Hang J, Chen X, Hong L, Liang P, et al. Evidence for probable aerosol transmission of SARS-CoV-2 in a poorly ventilated restaurant. medRxiv [Internet]. 22 de abril de 2020 [citado 1 de diciembre de 2020];2020.04.16.20067728. Disponible en: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.16.20067728v1>
4. Lu J, Gu J, Li K, Xu C, Su W, Lai Z, et al. COVID-19 Outbreak Associated with Air Conditioning in Restaurant, Guangzhou, China, 2020. Emerg Infect Dis [Internet]. julio de 2020 [citado 1 de diciembre de 2020];26(7):1628-31. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7323555/>
5. Miller SL, Nazaroff WW, Jimenez JL, Boerstra A, Buonanno G, Dancer SJ, et al. Transmission of SARS-CoV-2 by inhalation of respiratory aerosol in the Skagit Valley Chorale superspreading event. Indoor Air [Internet]. 26 de septiembre de 2020 [citado 28 de noviembre de 2020]; Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7537089/>
6. Shen Y. Community Outbreak Investigation of SARS-CoV-2 Transmission Among Bus Riders in Eastern China. JAMA Internal Medicine [Internet]. 1 de septiembre de 2020 [citado 26 de noviembre de 2020]; Disponible en: <https://jamanetwork.com/journals/jamainternalmedicine/fullarticle/2770172>
7. Closed environments facilitate secondary transmission of coronavirus disease 2019 (COVID-19) | medRxiv [Internet]. [citado 29 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.02.28.20029272v2>
8. Ministerio Sanidad. Informe de situación brotes COVID 19 – 5 de noviembre 2020 [Internet]. Disponible en: <https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/situacionActual.htm>
9. Mecnas P, Bastos RT da RM, Vallinoto ACR, Normando D. Effects of temperature and humidity on the spread of COVID-19: A systematic review. PLOS ONE [Internet]. 18 de septiembre de 2020 [citado 10 de noviembre de 2020];15(9):e0238339. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0238339>
10. . Liu J, Zhou J, Yao J, Zhang X, Luo. Impact of meteorological factors on the COVID-19 transmission: A multi-city study in China. Sci Total Environ [Internet]. 15 de

- julio de 2020 [citado 10 de noviembre de 2020];726:138513. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32304942/>
11. . Dietz L, Horve P, Coil D, Fretz M, Eisen J, Van Den Wymelenberg K. 2019 Novel Coronavirus (COVID-19) Pandemic: Built Environment Considerations To Reduce Transmission. mSystems [Internet]. 4 de julio de 2020 [citado 10 de noviembre de 2020];5(2):e00245-20. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32265315/>
 12. Lin J, Huang W, Wen M, Li D, Ma S, Hua J, et al. Containing the spread of coronavirus disease 2019 (COVID-19): Meteorological factors and control strategies. Sci Total Environ [Internet]. 20 de noviembre de 2020 [citado 10 de noviembre de 2020];744:140935. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720344648>
 13. Ueki H, Furusawa Y, Iwatsuki-Horimoto K, Imai M, Kabata H, Nishimura H, et al. Effectiveness of Face Masks in Preventing Airborne Transmission of SARS-CoV-2. mSphere [Internet]. 28 de octubre de 2020 [citado 11 de noviembre de 2020];5(5). Disponible en: <https://msphere.asm.org/content/5/5/e00637-20>
 14. Buonanno G, Morawska L, Stabile L. Quantitative assessment of the risk of airborne transmission of SARS-CoV-2 infection: Prospective and retrospective applications. Environ Int [Internet]. 1 de diciembre de 2020 [citado 22 de octubre de 2020];145:106112. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412020320675>
 15. Jiménez, JL. COVID-19 Aerosol Transmission Estimator [Internet]. Google Docs. [citado 22 de octubre de 2020]. Disponible en: https://docs.google.com/spreadsheets/d/16K1OQkLD4BjgBdO8ePj6ytfRpPMIJ6aXFg3PrIQBbQ/edit?usp=embed_facebook
 16. FaTIMA - Fate and Transport of Indoor Microbiological Aerosols [Internet]. [citado 22 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://pages.nist.gov/CONTAM-apps/webapps/FaTIMA/>
 17. Safeairspaces. The SAFEAIRSPACES COVID-19 Aerosol Relative Risk Estimator [Internet]. Safeairspaces. [citado 22 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://safeairspaces.com/>
 18. Dols WS, Polidoro BJ, Poppendieck DG, Emmerich SJ. A Tool to Model the Fate and Transport of Indoor Microbiological Aerosols (FaTIMA). 1 de junio de 2020 [citado 22 de octubre de 2020]; Disponible en: <https://www.nist.gov/publications/tool-model-fate-andtransport-indoor-microbiological-aerosols-fatima>
 19. Riediker M, Monn C. Simulation of SARS-CoV-2 Aerosol Emissions in the Infected Population and Resulting Airborne Exposures in Different Indoor Scenarios. Aerosol Air Qual Res [Internet]. 13 de octubre de 2020 [citado 13 de noviembre de 2020];20. Disponible en: <https://aaqr.org/articles/aaqr-20-08-covid-0531>
 20. Verma S, Dhanak M, Frankenfield J. Visualizing the effectiveness of face masks in obstructing respiratory jets. Phys Fluids [Internet]. 1 de junio de 2020 [citado 29 de octubre de 2020];32(6). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7327717/>

21. Chu. 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. The Lancet [Internet]. 1 de junio de 2020 [citado 23 de octubre de 2020];395(10242):1973-87. Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(20\)31142-9/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)31142-9/fulltext)
22. Asadi S, Wexler AS, Cappa CD, Barreda S, Bouvier NM, Ristenpart WD. Aerosol emission and superemission during human speech increase with voice loudness. Sci Rep [Internet]. 20 de febrero de 2019 [citado 20 de octubre de 2020];9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6382806/>
23. World health Organization. Coronavirus disease (COVID-19): Ventilation and air conditioning [Internet]. [citado 10 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19-ventilationand-air-conditioning>
24. García Carpintero E, Cárdbaba Arranz M, Sánchez Gómez L. Revisión bibliográfica sobre la eficacia y seguridad de la luz ultravioleta y ozono para la desinfección de superficies (actualización) [Internet]. Ministerio de Sanidad. Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias del Instituto de Salud Carlos III; 2020 nov. Disponible en: https://redets.sanidad.gob.es/documentos/AETS_ISCIII_2020_UV_Ozono_Covid19_actualizacion.pdf
25. Minguillón MC, Querol X, Felisi JM y Garrido T. Guía para la ventilación en aulas. Versión 6 de noviembre de 2020. Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua, IDAEA-CSIC Mesura.