

Octubre, 2022

Síntesis Rápida de Evidencia

¿Cuál es el efecto de los niveles de CO₂ en la transmisión de COVID-19 u otras enfermedades respiratorias al interior de espacios públicos cerrados?

El alto riesgo de contagio por vía aérea de COVID-19 ha impulsado distintas medidas preventivas de carácter ambiental, tanto por las autoridades sanitarias en Chile como a nivel internacional. En este contexto, se ha planteado que los niveles de CO₂ en el aire constituyen un factor de riesgo para la transmisión del virus en espacios cerrados, ya sea por su vinculación a una mala ventilación como por sus características particulares que servirían de vehículo de transmisión de la enfermedad.

Considerando la importancia de prevenir el contagio por COVID-19, es que la Mesa de Intervenciones no farmacológicas y el Consejo Asesor de la Comisión Nacional de Respuesta Pandémica han determinado relevante conocer los niveles de CO₂ en el aire que tienen un efecto en la transmisión de COVID-19 y otras enfermedades que se transmiten por vía respiratoria.

Componentes de la pregunta

Población: Población general.

Exposición: Niveles de CO₂ en el aire.

Comparador: No aplica

Outcomes: Riesgo de transmisión de enfermedades respiratorias virales o bacterianas a través de CO₂, umbral(es) de CO₂ con los que aumenta la infectividad.

Ámbito: Espacios públicos cerrados que suelen aglomerarse.

Mensajes clave

- Tres estudios primarios de modelamiento realizados en escenarios escolares (salas de clases), con ventilación natural y distanciamiento social fueron incluidos en la síntesis.
- Los estudios incluidos no permiten establecer el riesgo de transmisión viral o los umbrales de infectividad a partir de los niveles de concentración de CO₂, debido a que la certeza de la evidencia existente es muy baja.
- La evaluación de los niveles de concentración de CO₂ por sí solos presentan limitaciones en la representación de riesgo de contagio, dado que están sujetos a la presencia de fuentes de infección, las dinámicas de aire y ventilación, el uso de purificadores o tecnologías que eliminen las partículas virales o bacterianas, y la inmunización de los sujetos, entre otras.

¿Qué es una síntesis rápida de evidencia?

Es una recopilación de la evidencia disponible para evaluar la pertinencia o efectos de una intervención. Su ejecución es en un plazo no mayor a 20 días hábiles.

✓ Esta síntesis incluye

- Breve contextualización del problema.
- Evidencia respecto a la efectividad.

✗ Esta síntesis no incluye

- Consideraciones de implementación.
- Recomendaciones explícitas de cómo desarrollar una política pública o modo de organización.

Se utilizaron 2 revisiones sistemáticas

Certeza de la evidencia GRADE

ALTA ⊕⊕⊕⊕

La evidencia entrega una muy buena indicación del efecto verdadero. La probabilidad de que este efecto sea sustancialmente diferente al estimado es baja.

MODERADA ⊕⊕⊕○

La evidencia entrega una buena indicación del efecto verdadero. La probabilidad de que este efecto sea sustancialmente diferente al estimado es moderada.

BAJA ⊕⊕○○

La evidencia entrega alguna indicación del efecto verdadero. Sin embargo, la probabilidad de que este efecto sea sustancialmente diferente al estimado es alta.

MUY BAJA ⊕○○○

La evidencia no entrega una indicación confiable del efecto verdadero. La probabilidad de que este efecto sea sustancialmente diferente al estimado es muy alta.

METODOLOGÍA

¿Cómo se realizó la búsqueda de evidencia?

Se buscaron revisiones sistemáticas que respondieran la pregunta de interés en las bases de datos MEDLINE y EMBASE a través de OVID y en Epistemonikos, con fecha 03 de agosto de 2022 (ver estrategia de búsqueda en [Anexo 1](#)). La búsqueda se actualizó el día 26 de agosto y se realizó citación cruzada a través de Google Scholar a los estudios incluidos en la síntesis, con el objetivo de identificar nuevas revisiones publicadas.

Además, se revisaron 28 artículos enviados por la Mesa de intervenciones no farmacológicas(1–28): 13 estudios primarios(1–10,12–14), 12 síntesis amplias (guías, recomendaciones y notas técnicas)(11,15–25), 1 artículo de opinión(28) y 2 resúmenes de evidencia no sistemáticos(26,27). Debido a que ninguno de los artículos enviados correspondía a una revisión sistemática, se decidió realizar un proceso de citación cruzada a través Google Scholar, utilizando como referencia a cada uno de los estudios primarios que respondían a la pregunta de interés(1,3,5–7,9,14) con fecha 26 de agosto de 2022.

¿Cómo se seleccionó la evidencia?

Dos revisoras independientes seleccionaron las revisiones sistemáticas y los estudios primarios incluidos en ellas en base a los siguientes criterios:

Inclusión:

- CO₂ como factor de riesgo en la transmisión de enfermedades respiratorias
- Enfermedades respiratorias transmitidas por aire o gotitas, ya sean virales o bacterianas. No se limitó la búsqueda por tipo de enfermedad.
- Espacios cerrados públicos (oficinas, universidades, colegios, centros comerciales, transportes, entre otros)

Exclusión:

- Contaminantes ambientales distintos a CO₂ (humo de cigarro, combustibles, gases tóxicos, polvo, etc.)
- Contaminación ambiental que no permita aislar efecto de CO₂ evaluados como: AQI (*air quality index*), material particulado (PM1, PM2.5, PM10), bioaerosoles, etc.
- Contexto ambiental relacionadas al cambio climático que no permita aislar el efecto del CO₂ (temperatura, humedad, velocidad del viento)
- Espacios clínicos u hospitalarios de acceso limitado (ej. UCI, sala de operación, etc.) o que no permitan aislar los resultados de las zonas consideradas públicas (recepción, sala de espera, vestíbulos)
- Evaluación de niveles de CO₂ no relacionados a la transmisión de enfermedades (métodos de monitoreo, cambios de niveles en el aire, emisiones durante la pandemia, etc.)

¿Cómo se realizó la extracción de datos?

La extracción la realizó una persona, priorizando la información extraída por las revisiones sistemáticas. Cuando éstas no reportaban adecuadamente los resultados presentados o existían inconsistencias, se recurrió a los estudios primarios para complementar la información faltante.

¿Cómo se sintetizó la evidencia?

No fue posible realizar un metanálisis debido a la heterogeneidad de las intervenciones evaluadas y a los datos reportados. Por este motivo, se realizó un resumen narrativo de los hallazgos, agrupándolos por la dirección del efecto y el *outcome* evaluado.

Resumen de hallazgos

A partir de la metodología descrita anteriormente, se identificaron 1498 revisiones sistemáticas. De éstas se excluyeron 923 por duplicados y 545 durante la revisión de título y *abstract*. Luego de la revisión de los artículos potencialmente elegibles a texto completo, se incluyeron finalmente **2 revisiones sistemáticas (RS)**(29,30) publicadas entre 2007 y 2022.

Si bien ambas revisiones se referían al tema de interés, sólo 1 pudo incluirse finalmente en la síntesis de evidencia para la estimación del efecto(29). La segunda revisión sistemática(30) menciona que los virus en el aire pueden no necesariamente relacionarse con los niveles de CO₂, ya que el uso de sistemas de filtración o purificación del aire y luces ultravioleta (UV) pueden eliminar las partículas virales, sin disminuir la concentración de CO₂ en el aire. Sin embargo, no detalla las fuentes o estudios primarios utilizados en su hallazgo.

A los estudios primarios incluidos en la RS de interés(29), se les aplicaron los criterios de inclusión y exclusión descritos en el cuadro de metodología, considerándose finalmente 3 estudios de modelamiento(1,14,31). Los estudios analizaron el monitoreo de los niveles de CO₂, entre otros factores, para mitigar la propagación del SARS-CoV-2 (1,14,31) o influenza(31), estableciendo también la relación teórica entre el riesgo de transmisión del virus y la concentración de CO₂ como indicador de ventilación.

Los modelos evaluaron salas de clases con ventilación natural (puertas o ventanas) y adecuado distanciamiento social, bajo diferentes escenarios: con y sin uso de mascarillas, distintas tasas de ventilación, tiempo de exposición, entre otras. Las características detalladas de los estudios incluidos se encuentran en la Tabla 1.

No se encontraron estudios que evaluaran el riesgo de contagio de infecciones bacterianas con vía de transmisión respiratoria.

Tabla 1. Descripción de los estudios incluidos en esta Síntesis Rápida de Evidencia (SRE)

Objetivos de la SRE: Evaluar el impacto de los niveles de CO ₂ sobre la transmisión aérea o gotitas de virus o bacterias en espacios cerrados.	
Fecha de búsqueda de las RS incluidas en esta SRE: hasta diciembre del 2021 (30).	
Componentes	Descripción
Diseños de estudio	Se incluyeron tres estudios de modelamiento (1,14,31). Dos de ellos corresponden a estudios de desarrollo y validación (14,31) y uno solo a validación de modelo(1).
Población	Todos los estudios realizaron modelamientos considerando población escolar (1,14,31) en salas de clases que contenían desde 5 a 30 personas. Respecto a la edad de los alumnos, sólo dos la reportan: un estudio incluyó a niños y niñas de entre 3 y 13 años(1) y otro a adolescentes de entre 17 y 18 años(31). Todos los estudios fueron realizados en Italia (1,14,31).
Exposición	Todos los modelos utilizaron las concentraciones de CO ₂ como un parámetro evaluado bajo ciertas condiciones ambientales(1,14,31). En todos los modelos se asume que los niveles de CO ₂ interiores son una aproximación de la ventilación de la sala de clases y que la exhalación de las personas al interior es la única fuente de emisión de este gas (1,14,31). En todos los modelos se asume que los niveles de CO ₂ interiores son una aproximación de la ventilación de la sala de clases y que la exhalación de las personas al interior es la única fuente de emisión de este gas (1,14,31). En dos estudios se realizaron mediciones con sensores de CO ₂ , cuyos datos fueron usados en el modelamiento (1,14).
Outcomes o desenlaces	De acuerdo a lo reportado por la revisión sistemática (29), los estudios evaluaron los siguientes desenlaces: <ol style="list-style-type: none"> 1) Estimaciones de riesgo de infección por SARS-CoV-2 (1,14) 2) Estimaciones de riesgo de infección por SARS-CoV-2 e influenza (31)
Ámbitos (setting)	Los tres estudios de modelamiento se realizaron utilizando datos provenientes de ámbitos escolares (salas de clases) (1,14,31). El detalle de los supuestos utilizados por cada estudio se encuentran disponibles en el Anexo 2 .

A continuación, se presentan los hallazgos asociados a la exposición de CO₂ y el riesgo de infección viral respiratoria por SARS-CoV-2 e influenza. La tabla 2 resume los resultados, mostrando la certeza de la evidencia de cada uno de los desenlaces priorizados, de acuerdo a la metodología GRADE (ver recuadro en portada).



Tabla 2. Tabla de resumen de resultados

Resultado de salud (outcome)	Nº y diseño de estudios	Efectos	Certeza en la evidencia (GRADE)	Mensaje clave
Riesgo de transmisión	–	Los estudios no estimaron el efecto de los niveles de CO ₂ en el riesgo de transmisión de las enfermedades evaluadas, si no que establecieron un supuesto teórico que refleja la relación entre ambos*.	–	–
Umbral de infectividad determinado por la concentración de CO ₂ **	3 estudios de modelamiento (1,14,31)	<p>Dos estudios (14,31) reportaron que el uso de umbrales de concentración de CO₂ (por sí solos) no permiten evaluar el riesgo de transmisión adecuadamente.</p> <p>Un estudio estimó que aun frente a niveles aceptables de CO₂ (<1000 ppm), podría existir un alto riesgo de transmisión individual (>4,2%)(31)***, mientras que el segundo refiere que no es posible determinar un umbral de CO₂, debido a que concluyó que su medición en un momento aleatorio en el tiempo no se corresponde directamente con un nivel específico de riesgo de infección(14)(ver figuras en Anexo 3)****.</p> <p>Un tercer estudio(1) estableció que sobre los 700 ppm de concentración de CO₂ aumenta el riesgo de transmisión de SARS-CoV-2, estableciendo el siguiente esquema: bajo riesgo (hasta 700 ppm), riesgo moderado (700 a 800 ppm), alto riesgo (800 a 1000 ppm) y muy alto riesgo (>1000 ppm)*****.</p>	<p>⊕○○○ MUY BAJA a,b,c,d</p>	No es posible establecer un umbral de infectividad determinado por los niveles de concentración de CO ₂ , debido a que la certeza de la evidencia existente es muy baja.

IC: Intervalo de confianza; GRADE: Grading of Recommendations Assessment Development and Evaluation; ppm: partes por millón

*Un estudio consideró que la emisión de CO₂ sería equiparable a la carga viral exhalada por una persona infectada (ER_qviral ≈ αERCO₂/S₀; α = 0.79±0.16 quanta/literCO₂) (14). El segundo los relacionó mediante los recambios de aire por hora (31) y el tercer estudio(1) solo reporta haber utilizado el modelo de Peng y Jiménez (7), que establece que CO₂ sería un proxy de la probabilidad de infección (P), en tanto un sujeto infectado exhalaría las partículas virales (n, quanta) al mismo tiempo que el CO₂.

** Para la evaluación de este desenlace, las estimaciones parten del supuesto de que existe sólo 1 persona infectada en los escenarios evaluados. En caso de no existir una fuente de infección, los niveles de CO₂ no se relacionan a un riesgo de transmisión de la enfermedad.

***El estudio de Stabile et al analiza a SARS-CoV-2 e influenza, y sus conclusiones no distinguen por tipo de virus respecto a los niveles de CO₂(31).

**** Los resultados o conclusiones entregados por los estudios de Stabile et al(31) y Zivelonghi et al(14) no se reportan de manera diferenciada por cada supuesto utilizado en los diferentes escenarios (por ej: el uso o no de mascarillas, recambios de aire u otros).

***** El estudio no reporta la probabilidad de infección en los distintos escenarios.

a. La certeza de la evidencia parte de ALTA, dada la recomendación GRADE para estudios de modelamiento (32) en preguntas de exposición.

b. La RS no evaluó riesgo de sesgo ni la calidad de sus estudios incluidos, por lo que esta evaluación la realizaron las autoras de este resumen, utilizando los parámetros propuestos por GRADE para estudios de modelamiento (32). Se disminuyó un nivel de certeza de la evidencia por riesgo de sesgo, dado que se observaron limitaciones asociadas a la certeza de la evidencia de las entradas (inputs) de los modelos: no reflejan el cuerpo de la evidencia considerada relevante y existe incertidumbre por la imprecisión de ciertos parámetros usados.

c. Se disminuyó un nivel de certeza de la evidencia por tratarse de evidencia indirecta, puesto que los resultados obtenidos a partir de los estudios de modelamiento consideran a sujetos expuestos no inmunizados o vacunados (31) o con niveles de inmunización <50%(7). Ninguno de estos modelos considera el riesgo de transmisión determinado por una tasa de vacunación >50%, cuando Chile cuenta con 88,7% de menores de 18 años vacunados al 14/09/22(33).

d. Se disminuyó un nivel de certeza de la evidencia por inconsistencia, dado que los distintos modelos llegaron a conclusiones diferentes para un mismo tipo de escenario (población escolar, salas de clases).

Información Adicional

Citación sugerida

Departamento ETESA-SBE - Unidad de Políticas de Salud Informadas por Evidencia. Síntesis rápida de evidencia ¿Cuál es el efecto de los niveles de CO₂ en la transmisión de COVID-19 u otras enfermedades respiratorias al interior de espacios públicos cerrados? Septiembre, 2022. Ministerio de Salud, Gobierno de Chile. Disponible en: <https://etesa-sbe.minsal.cl/index.php/publicaciones/>

Autores

- Rocío Bravo Jeria (coordinadora).
- Cecilia Veas-Palominos.

Palabras Clave

Carbon dioxide; COVID-19; Rapid Evidence Synthesis.

Revisión por pares

Esta síntesis fue comentada por:

- Paula García Celedón, profesional de la Unidad de Políticas de Salud Informadas por Evidencia y observadora ETESA-SBE para la Mesa de Intervenciones no farmacológicas COVID-19.
- Pamela Burdiles Fraile, Jefa (s) del Departamento ETESA-SBE.

Declaración de potenciales conflictos de interés de los autores de esta SRE

Las autoras declaran no tener conflictos de interés al respecto.

Referencias

1. Di Gilio A, Palmisani J, Pulimeno M, Cerino F, Cacace M, Miani A, et al. CO2 concentration monitoring inside educational buildings as a strategic tool to reduce the risk of Sars-CoV-2 airborne transmission. *Environ Res.* noviembre de 2021;202:111560.
2. McNeill VF, Corsi R, Huffman JA, King C, Klein R, Lamore M, et al. Room-level ventilation in schools and universities. *Atmospheric Environ X.* 1 de enero de 2022;13:100152.
3. Monitoring carbon dioxide to quantify the risk of indoor airborne transmission of COVID-19 | Flow | Cambridge Core [Internet]. [citado 6 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/journals/flow/article/monitoring-carbon-dioxide-to-quantify-the-risk-of-indoor-airborne-transmission-of-covid19/245A8FE68DD9C07655B9F25BECE967D2>
4. Swiss Medical Weekly - SARS-CoV-2 aerosol transmission in schools: the effectiveness of different interventions [Internet]. [citado 6 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://smw.ch/article/doi/smw.2022.w30178>
5. Fantozzi F, Lamberti G, Leccese F, Salvadori G. Monitoring CO2 concentration to control the infection probability due to airborne transmission in naturally ventilated university classrooms. *Archit Sci Rev.* 4 de julio de 2022;65(4):306–18.
6. Burrige HC, Fan S, Jones RL, Noakes CJ, Linden PF. Predictive and retrospective modelling of airborne infection risk using monitored carbon dioxide. *Indoor Built Environ.* 1 de junio de 2022;31(5):1363–80.
7. Peng Z, Jimenez JL. Exhaled CO2 as a COVID-19 Infection Risk Proxy for Different Indoor Environments and Activities. *Environ Sci Technol Lett.* 11 de mayo de 2021;8(5):392–7.
8. Good N, Fedak KM, Goble D, Keisling A, L'Orange C, Morton E, et al. Respiratory Aerosol Emissions from Vocalization: Age and Sex Differences Are Explained by Volume and Exhaled CO2. *Environ Sci Technol Lett.* 14 de diciembre de 2021;8(12):1071–6.
9. Parhizkar H, Dietz L, Olsen-Martinez A, Horve PF, Barnatan L, Northcutt D, et al. Quantifying environmental mitigation of aerosol viral load in a controlled chamber with participants diagnosed with COVID-19. *Clin Infect Dis Off Publ Infect Dis Soc Am.* 6 de enero de 2022;ciac006.
10. Brevis W, Jorquera H, Kramm V, Oyarzún M, Ustariz J. Ventilación y Covid-19: Análisis situación actual en centros de eventos en la Región Metropolitana. Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile;
11. Brevis W, Cordónb P, Kramma V, Oyarzúna M, Peñalozac B, Repettob P, et al. VENTILACIÓN Y COVID-19: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL EDIFICIO DEL CONGRESO NACIONAL, LUGAR DE TRABAJO DE LA CONVENCIÓN CONSTITUCIONAL. :25.
12. Schade W, Reimer V, Seipenbusch M, Willer U. Experimental Investigation of Aerosol and CO2 Dispersion for Evaluation of COVID-19 Infection Risk in a Concert Hall. *Int J Environ Res Public Health.* enero de 2021;18(6):3037.
13. Sanguinetti A, Outcault S, Pistochini T, Hoffacker M. Understanding teachers' experiences of ventilation in California K-12 classrooms and implications for supporting safe operation of schools in the wake of the COVID-19 pandemic. *Indoor Air.* febrero de 2022;32(2):e12998.
14. Zivelonghi A, Lai M. Mitigating aerosol infection risk in school buildings: the role of natural ventilation, volume, occupancy and CO2 monitoring. *Build Environ.* octubre de



28. Oshitani H. COVID lessons from Japan: the right messaging empowers citizens. *Nature*. mayo de 2022;605(7911):589.
29. Ferrari S, Blázquez T, Cardelli R, Puglisi G, Suárez R, Mazzarella L. Ventilation strategies to reduce airborne transmission of viruses in classrooms: A systematic review of scientific literature. *Build Environ*. agosto de 2022;222:109366.
30. Zhang Y, Hui FKP, Duffield C, Saeed AM. A review of facilities management interventions to mitigate respiratory infections in existing buildings. *Build Environ*. agosto de 2022;221:109347.
31. Stabile L, Pacitto A, Mikszewski A, Morawska L, Buonanno G. Ventilation procedures to minimize the airborne transmission of viruses in classrooms. *Build Environ*. septiembre de 2021;202:108042.
32. Brozek JL, Canelo-Aybar C, Akl EA, Bowen JM, Bucher J, Chiu WA, et al. GRADE Guidelines 30: the GRADE approach to assessing the certainty of modeled evidence—An overview in the context of health decision-making. *J Clin Epidemiol*. enero de 2021;129:138–50.
33. Ministerio de Salud de Chile. VACUNACIÓN SARS-CoV-2 - SAS [Internet]. Vacunación Campaña SARS-CoV-2. Población de 3 a 17 años. 2022 [citado 20 de septiembre de 2022]. Disponible en: https://informesdeis.minsal.cl/SASVisualAnalytics/?reportUri=%2Freports%2Freports%2F9037e283-1278-422c-84c4-16e42a7026c8§ionIndex=0&sso_guest=true&reportViewOnly=true&reportContextBar=false&sas-welcome=false
34. Riley EC, Murphy G, Riley RL. Airborne spread of measles in a suburban elementary school. *Am J Epidemiol*. mayo de 1978;107(5):421–32.
35. Gammaitoni L, Nucci MC. Using a mathematical model to evaluate the efficacy of TB control measures. *Emerg Infect Dis*. 1997;3(3):335–42.



Anexo 1: Estrategia de Búsqueda

Estrategia 1: MEDLINE

Fecha de ejecución de la búsqueda inicial: 03 de agosto de 2022.

Fecha de actualización: 26 de agosto de 2022.

- 1 exp Carbon Dioxide/
- 2 ("carbon dioxide" or co2* or "air pollution" or "air pollutant" or "air pollutants" or "air quality" or "ambient pollution" or "ambient pollutant" or "ambient pollutants" or "indoor pollution" or "indoor pollutant" or "indoor pollutants" or "atmospheric pollution" or "atmospheric pollutant" or "atmospheric pollutants" or "particulate matter").mp. [mp=title, book title, abstract, original title, name of substance word, subject heading word, floating sub-heading word, keyword heading word, organism supplementary concept word, protocol supplementary concept word, rare disease supplementary concept word, unique identifier, synonyms]
- 3 1 or 2
- 4 exp Disease Transmission, Infectious/
- 5 (transmiss* or transmit* or contag* or infect* or route* or spread* or outspread* or disseminat* or propagat* or comunicab*).mp. [mp=title, book title, abstract, original title, name of substance word, subject heading word, floating sub-heading word, keyword heading word, organism supplementary concept word, protocol supplementary concept word, rare disease supplementary concept word, unique identifier, synonyms]
- 6 4 or 5
- 7 3 and 6
- 8 limit 7 to (meta analysis or "systematic review")

Estrategia 2: EMBASE

Fecha de ejecución de la búsqueda inicial: 03 de agosto de 2022.

Fecha de actualización: 26 de agosto de 2022.

- 1 exp Carbon Dioxide/
- 2 ("carbon dioxide" or co2* or "air pollution" or "air pollutant" or "air pollutants" or "air quality" or "ambient pollution" or "ambient pollutant" or "ambient pollutants" or "indoor pollution" or "indoor pollutant" or "indoor pollutants" or "atmospheric pollution" or "atmospheric pollutant" or "atmospheric pollutants" or "particulate matter").mp. [mp=title, book title, abstract, original title, name of substance word, subject heading word, floating sub-heading word, keyword heading word, organism supplementary concept word, protocol supplementary concept word, rare disease supplementary concept word, unique identifier, synonyms]
- 3 1 or 2
- 4 exp disease transmission/
- 5 (transmiss* or transmit* or contag* or infect* or route* or spread* or outspread* or disseminat* or propagat* or comunicab*).mp. [mp=title, book title, abstract, original title, name of substance word, subject heading word, floating sub-heading word, keyword heading word, organism supplementary concept word, protocol supplementary concept word, rare disease supplementary concept word, unique identifier, synonyms]
- 6 4 or 5
- 7 3 and 6
- 8 limit 7 to (meta analysis or "systematic review")



Estrategia 3: EPISTEMONIKOS

Fecha de ejecución de la búsqueda inicial: 03 de agosto de 2022.

Fecha de actualización: 26 de agosto de 2022.

("carbon dioxide" OR co2* OR "air pollution" OR "air pollutant" OR "air pollutants" OR "air quality" OR "ambient pollution" OR "ambient pollutant" OR "ambient pollutants" OR "indoor pollution" OR "indoor pollutant" OR "indoor pollutants" OR "atmospheric pollution" OR "atmospheric pollutant" OR "atmospheric pollutants" OR "particulate matter") AND (transmiss* OR transmit* OR contag* OR infect* OR route* OR spread* OR outspread* OR disseminat* OR propagat* OR comunicab*)

Anexo 2. Supuestos de los estudios de modelamiento incluidos

Estudio	Supuestos
Di Gilio, A et al (1)	<p>Se basa en el modelo de Peng y Jiménez(7) que mide riesgo de infección por COVID-19 solamente a nivel de transmisión de aerosoles en piezas; no incluye gotitas, asumiendo que la distancia social es respetada. Peng y Jimenez proponen usar las concentraciones de CO₂ como proxy de concentraciones interiores de SARS-CoV-2 bajo específicas condiciones como la presencia de al menos una persona infectada en el ambiente. El riesgo propuesto es en base a la probabilidad de riesgo de que un sujeto susceptible re-inhale el aire exhalado por otros a su lado. Además, consideran inmunización <50%, dado que en valores mayores no sería necesario evaluar riesgo de infección.</p> <p>Consideraciones del modelo: número de estudiantes, probabilidad de infección de 0,01%, duración de exposición (1 hora), probabilidad de que una de las personas sea infectador de 0,1%, dimensiones de la sala de clases y sus características, condiciones de ventilación (se usan datos de ventilación natural). Los escenarios evaluados incluyen uso de mascarilla quirúrgica, N95 o no uso de mascarilla. Los rangos propuestos consideran un nivel basal de CO₂ de 400 ppm.</p>
Zivelonghi, A et al (14)	<p>Utiliza elementos del modelo de Wells-Riley(34) y de Gammaitoni-Nucci (GN)(35), el cual considera la evolución en el tiempo de la carga viral. Se basa en las suposiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un “quantum” de carga viral, una vez inhalado, está infectando al 63,2% de los huéspedes expuestos homogéneamente por definición. - Las nuevas partículas producidas son instantáneamente diluidas en el ambiente (<i>perfect-mixing</i>). - La tasa de emisión ER_q (el número de “quanta” generado por hora por cada sujeto infeccioso) es conocido, al menos como un promedio de ER_q sobre el tiempo. <p>Consideraciones del modelo: número de personas susceptibles* (10-30 entre estudiantes y profesores), número de fuentes infecciosas (1 en todos los escenarios), duración de exposición (0-5h), duración de recreos (5-30min), duración de lectura (30-100 min), riesgo de infección (0-100%), tasa de emisión por la fuente de infección (5-25 quanta h⁻¹), dimensiones de la sala de clases (150 m³) y sus características: condiciones de ventilación (se usan datos de ventilación natural, flujo de aire 85-1700 m³/h y tasas de recambio dependiente de la temporada invierno/verano y de la apertura de ventanas y puertas). Considera el uso de mascarilla FFP2 o quirúrgica en persona susceptible y en emisora.</p> <p>* No mencionan porcentaje de personas inmunizadas</p>
Stabile, L et al (31)	<p>Utiliza ecuaciones de balance de masas de CO₂ y de virus bajo la hipótesis de que ambos, eventual e inmediatamente, se distribuyen simultáneamente en el espacio confinado. Consideran el CO₂ a tiempo 0 igual a las concentraciones de CO₂ exteriores (en las simulaciones se propone una concentración exterior de CO₂ de 500 ppm). Se consideraron 2 m²/persona según estándares de calidad del aire.</p> <p>Consideraciones del modelo: número de personas susceptibles (25 estudiantes de 17-18 años y profesores, ninguno inmunizado), número de fuentes infecciosas (1 en todos los escenarios), duración de exposición (0-5h), duración de conversación de estudiante infectada (10%–40% del tiempo), duración de la clase (55, 50, 45, or 40 min en vez de 60 min), modulación de la voz de profesor (ej usando micrófono), dimensiones de la sala de clases (150 m³) y sus características. Las personas susceptibles fueron consideradas llevando a cabo actividades sentadas e inhalando a una tasa de t IR = 0,54 m³/h. También se probaron escenarios considerando el uso de mascarilla quirúrgica en persona susceptible y en emisora, y la tasa de emisión de CO₂ exhalado fue 0,0158 m³/h persona. Se consideró que ninguna persona se encontraba inmunizada.</p>

Anexo 3

Figura 1. Resultados del proceso de medición y estimación realizado por Zivelonghi, 2021

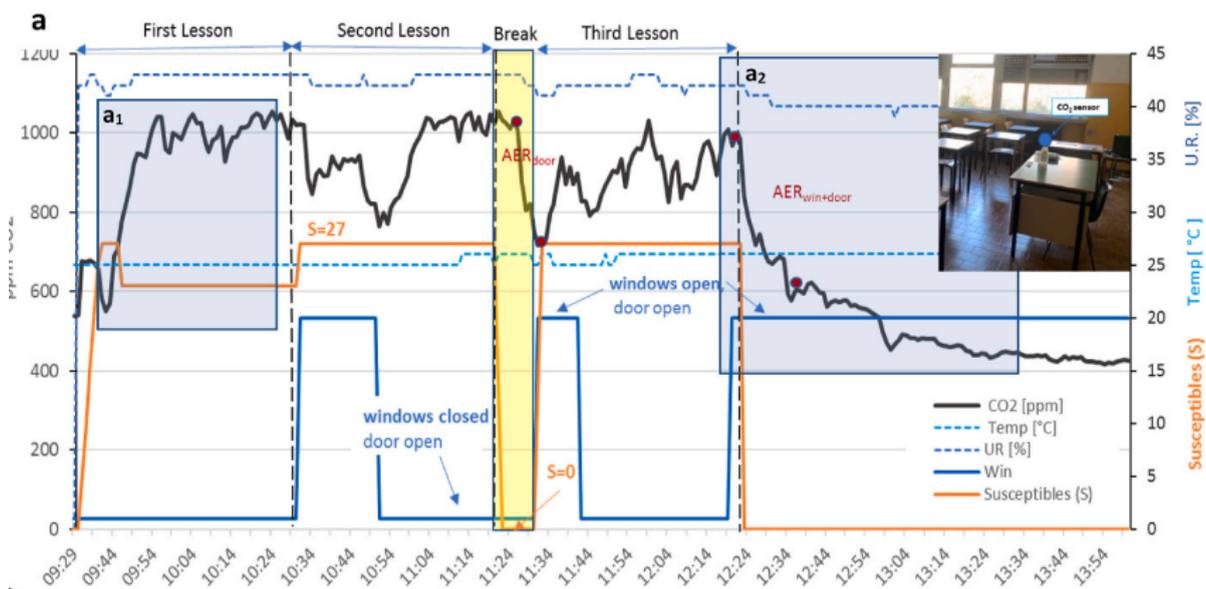


Figura 2. Riesgo individual y concentraciones máximas de CO₂ esperadas según escenarios de exposición evaluados por Stabile, 2021

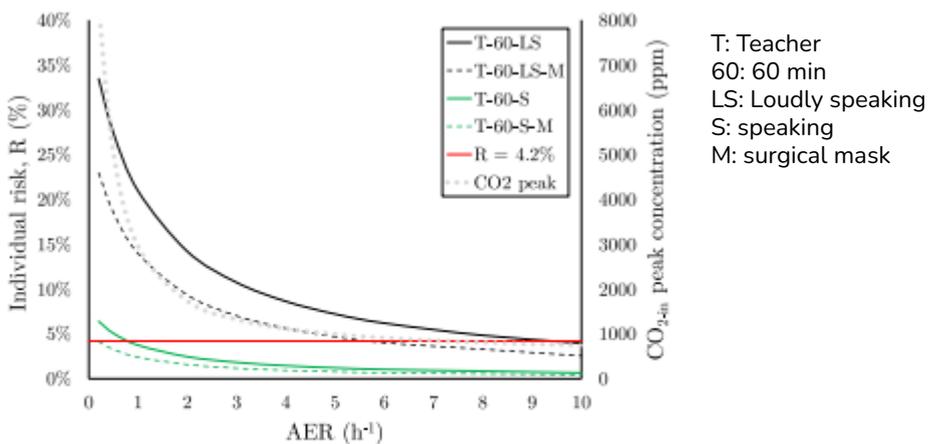


Fig. 2. Individual risk, R (%), of students for different exposure scenarios characterized by the presence of a SARS-CoV-2 infected teacher giving lesson for 60 min as a function of the air exchange rate for mechanically-ventilated classrooms. Expected CO₂ peak concentrations (i.e. at the end of the school-day) as a function of the AERs are also reported.