



Actitudes de los directores escolares hacia la ventilación de aulas en la Región de Murcia tras la COVID-19

Attitudes of school principals towards classroom ventilation in the Region of Murcia (Spain) after COVID-19

AUTORES

(1) José A. Martínez
[ORCID: 0000-0003-2131-9101]

(1) Laura Martínez
[ORCID: 0000-0002-1888-3708]

FILIACIONES

(1) Departamento de Economía de la Empresa.
Universidad Politécnica de Cartagena
(miembro de la *European University of Technology*).
CARTAGENA, ESPAÑA.

FINANCIACIÓN

Ninguna.

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses

CONTRIBUCIONES DE AUTORÍA

Ambos autores contribuyeron igualmente en la conceptualización, diseño, ejecución, análisis estadístico y redacción del manuscrito.

CORRESPONDENCIA

José Antonio Martínez García josean.martinez@upct.es

Facultad de Ciencias de la Empresa. Universidad Politécnica de Cartagena. Calle Real, 3. CP 30201. Cartagena. España.

CITA SUGERIDA

Martínez JA, Martínez L. Actitudes de los directores escolares hacia la ventilación de aulas en la Región de Murcia tras la COVID-19. *Rev Esp Salud Pública*. 2026; 100: 20 de octubre e202610078.

RESUMEN

FUNDAMENTOS // La COVID-19 sigue siendo una enfermedad altamente transmisible en entornos cerrados mal ventilados. En España se elaboraron guías de prevención sobre la transmisión en los centros educativos, enfatizando la necesidad de una adecuada ventilación. En la Región de Murcia, la última actualización de estas guías se realizó en 2022. El objetivo de esta investigación fue evaluar las actitudes y conductas de los directores de centros escolares públicos de esta región hacia las medidas preventivas de ventilación en las aulas tras el fin de la emergencia sanitaria de la COVID-19. Se analizó el nivel de cumplimiento de esas medidas durante el curso 2023/2024 y las intenciones de cumplimiento para el curso 2024/2025, así como se estudió los factores que dificultan y aquellos que ayudarían a una idónea ventilación.

MÉTODOS // Se realizó un estudio transversal entre el 14 de octubre y el 15 de noviembre de 2024. A través de email, y usando la plataforma *Microsoft Forms*, se contactó con los 518 directores de centros educativos públicos de la Región de Murcia, obteniéndose finalmente 91 respuestas, las cuales se analizaron de manera cuantitativa y cualitativa.

RESULTADOS // Un 77% de centros educativos carecía de sistemas HVAC o dispositivos portátiles de purificación de aire y sensores de CO₂. Sobre el cumplimiento de las recomendaciones, en una escala [0,1], se obtuvo una media de 0,71 para el curso 2023/2024 y de 0,76 para el 2024/2025. El confort térmico, el ruido exterior y la escasa colaboración del profesorado se identificaron como los principales factores limitantes, mientras que es la necesidad de contar con más recursos económicos y materiales fue señalada como el elemento esencial de mejora.

CONCLUSIONES // Los directores de centros escolares públicos de la Región de Murcia siguen mostrando una actitud y comportamiento favorable a la ventilación de las aulas tras la emergencia sanitaria de la COVID-19. Sin embargo, existen obstáculos severos para que se den mejores condiciones de calidad de aire interior en las aulas: la gran mayoría de instalaciones carece de sistemas HVAC o de purificadores y medidores de CO₂, lo que convierte en un desafío constante mantener una ventilación natural frente al ruido, la carencia de confort térmico y la falta de sensibilización de parte del profesorado, entre otros factores. La inversión pública en mejorar las infraestructuras es capital para que los centros escolares sean un lugar mucho más seguro frente a la transmisión por aerosoles de enfermedades.

PALABRAS CLAVE // COVID-19; Centros educativos; Transmisión de enfermedades; Ventilación; Calidad del aire interior.

ABSTRACT

BACKGROUND // COVID-19 remains a highly communicable disease in poorly ventilated closed environments. In Spain, prevention guidelines on transmission in schools were developed, emphasizing the need for adequate ventilation. In the Region of Murcia, the last update of these guidelines was carried out in 2022. The objective of this research was to evaluate the attitudes and behaviors of the principals of public schools in this region towards preventive ventilation measures in classrooms after the end of the COVID-19 health emergency. The level of compliance with these measures during the 2023/24 academic year and the intentions to comply for the 2024/25 academic year were analyzed, as well as the factors that hinder and those that would help adequate ventilation.

METHODS // A cross-sectional study was conducted between October 14 and November 15, 2024. Through email, and using the *Microsoft Forms* platform, the 518 directors of public schools in the Region of Murcia were contacted, finally obtaining 91 responses, which were analyzed quantitatively and qualitatively.

RESULTS // 77% of schools lack HVAC systems or portable air purification devices and CO₂ sensors. Regarding compliance with the recommendations, on a scale [0,1], an average of 0.71 was obtained for the 2023/24 academic year and 0.76 for 2024/25. Thermal comfort, external noise and scarce teacher collaboration were identified as the main limiting factors, while the need for more economic and material resources was identified as the essential element for improvement.

CONCLUSIONS // The principals of public schools in the Region of Murcia continue to show a favorable attitude and behavior towards classroom ventilation after the COVID-19 health emergency. However, there are severe obstacles to achieving better indoor air quality conditions in classrooms: most facilities lack HVAC systems or purifiers and CO₂ meters, which makes it a constant challenge to maintain natural ventilation in the face of noise, lack of thermal comfort, and lack of awareness on the part of teachers, among other factors. Public investment in improving infrastructure is essential to make schools a much safer place against aerosol transmission of diseases.

KEYWORDS // COVID-19; Schools; Disease transmission; Ventilation; Indoor air quality.

INTRODUCCIÓN

La COVID-19 sigue siendo una enfermedad altamente transmisible en entornos cerrados mal ventilados (1). Se estima que entre el 10% y el 20% de los infectados por el virus SARS-CoV-2 puede sufrir COVID-19 persistente (2), incrementando además el riesgo de padecer diferentes eventos trombóticos y afecciones neurológicas (3,4). Los niños no son una excepción a estos riesgos (5,6,7), aunque pueden existir diferencias en cuanto a las consecuencias de la enfermedad con respecto a la población adulta. Las aulas de los centros escolares han sido, desde el primer momento, un foco importante de riesgo de transmisión (8,9,10,11), sobre todo en aquellas instalaciones que no disponen de un sistema de ventilación mecánico que pueda garantizar una renovación de aire continua (12).

En España, el 21 de noviembre de 2020 el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) publicó una guía sobre cómo debía ser la ventilación en las aulas para reducir el riesgo de contagio por la COVID-19 (13). Asimismo, el 18 de noviembre de ese mismo año el Ministerio de Sanidad publicó el Documento técnico *Evaluación del riesgo de la transmisión del SARS-CoV-2 mediante aerosoles. Medidas de prevención y recomendaciones* (14), donde se incidía en la importancia de la ventilación y de los sistemas de purificación de aire para reducir la transmisión en espacios cerrados.

Esas publicaciones fueron relevantes para que las comunidades autónomas, atendiendo a sus competencias de Educación y Sanidad, pudieran elaborar sus propias recomendaciones para los centros escolares. En la Región de Murcia, la Consejería de Salud redactó un documento de guía sobre ventilación para los centros educativos (15), cuya última actualización corresponde a mayo de 2022.

Pese a que en mayo de 2023 la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró el fin de la emergencia sanitaria global, en 2024 la OMS reconocía que la pandemia de la COVID-19 todavía no había acabado (16), aunque es cierto que desde el punto de vista sociológico la percepción puede ser diferente (17). De hecho, en 2024 para el 59% de los estadounidenses la pandemia había finalizado (18). En España, el estudio COSMO-Spain, coordinado por el Instituto de Salud Carlos III, evidenciaba ya a finales de 2022 una disminución de la preocupación y la percepción de riesgo de contagio, así como un descenso progresivo de la adherencia a las medidas preventivas (19).

Esas recomendaciones sobre ventilación en las aulas que se realizaron por parte de los diferentes estamentos públicos estatales y autonómicos durante los primeros meses de la pandemia no distaban en su esencia de lo indicado en el *Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios* (RITE), aprobado en el *Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio*, y de obligado

Este artículo tiene una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional. Usted es libre de Compartir (copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato) bajo los siguientes términos: Atribución (debe darse el crédito apropiado, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo en cualquier manera razonable, pero no de alguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso); No comercial (no podrá utilizar el material con fines comerciales); Sin derivados (si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado); Sin restricciones adicionales (no puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros hacer cualquier cosa que la licencia permita).
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

cumplimiento para centros escolares de nueva construcción y para aquellos que acometan reformas en las instalaciones térmicas tras la publicación del Decreto. Uno de los objetivos del RITE es mejorar la calidad de aire interior de esas instalaciones. El problema es que la gran mayoría de centros educativos de naturaleza pública fueron contruidos antes de la aprobación de la norma, con lo que para mejorar la calidad del aire en las aulas necesitan seguir cumpliendo las recomendaciones dadas durante la pandemia.

El objetivo general de esta investigación fue evaluar las actitudes y conductas de los directores/as de centros escolares públicos de la Región de Murcia hacia las medidas preventivas de ventilación en las aulas tras el fin de la emergencia sanitaria por la COVID-19. De este objetivo general se derivaron tres objetivos específicos, que estructuran el resto del estudio.

En primer lugar (objetivo específico 1), se analizó el nivel de cumplimiento de esas medidas durante el curso 2023/2024 y las intenciones de cumplimiento para el curso 2024/2025. En segundo lugar (objetivo específico 2), se evaluó el efecto de la información provista sobre riesgo de contagio y consecuencias de la enfermedad de la COVID-19 en las respuestas de los participantes. La exposición a la información sobre riesgos puede influir en la percepción de riesgo y, por ende, en las actitudes y conductas referidas a manejar ese riesgo (20). De este modo, se analizaron esas respuestas en función de la información de riesgo provista y de cómo esta era presentada, con base en el efecto marco y la aversión a la pér-

dida (21), y que tiene gran importancia en el ámbito de la comunicación sanitaria (22).

Entercer lugar (objetivo específico 3), este estudio evaluó de forma cualitativa las razones que dificultaban que hubiera una buena ventilación en las aulas de los centros educativos, y los factores que ayudarían a obtenerla, de modo que esas actitudes y conductas de los máximos responsables de los centros se vieran contextualizadas dentro de las limitaciones y factores específicos de cada centro escolar. Hasta donde los autores conocen, este es el primer estudio en España que evalúa específicamente la conducta de los equipos directivos, y no solo la infraestructura o la normativa, hacia la ventilación escolar tras el fin de la emergencia sanitaria, incorporando además un diseño experimental de efecto marco en este ámbito.

SUJETOS Y MÉTODOS

Diseño del estudio. Es un estudio transversal aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Politécnica de Cartagena, con número de expediente 979684Y. Se siguieron las directrices para estudios observacionales STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology*) (23).

Participantes. Los participantes elegibles fueron los directores/as de los centros educativos públicos de la Región de Murcia. Se obtuvo un listado de dichos centros y su dirección de correo electrónico desde el sitio web oficial de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (CARM). Esa base de datos contenía todos los centros públicos, privados-concertados y privados de la

Región (630): escuelas infantiles; colegios de Infantil y Primaria; e institutos. Se seleccionaron únicamente los centros públicos (518), ya que la posibilidad de obtener financiación privada del resto de centros podría permitirles invertir en equipamiento relacionado con la calidad del aire, no estando así en igualdad de condiciones con las instalaciones públicas.

Procedimiento de aplicación. Desde el 14 al 30 de octubre de 2024, cada centro educativo recibió un email dirigido personalmente al director/a, donde se les pedía la colaboración voluntaria con un estudio sobre salud ambiental en centros escolares públicos de la Región de Murcia, desarrollado por la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) y aprobado por su Comité de Ética. La colaboración consistía en rellenar un breve cuestionario autoadministrado (entre ocho y diez minutos de duración), accesible a través de un enlace a la plataforma *Microsoft Forms*. Al tratarse de un cuestionario autoadministrado *online*, no intervino ningún entrevistador humano en la aplicación, lo que evitó los sesgos de interacción entrevistador-participante propios de la aplicación presencial, si bien limitó el control sobre las condiciones de cumplimentación (lugar y momento exactos en que cada director/a respondió).

A partir de siete días del envío de ese primer email, se envió un segundo email de recordatorio, y finalmente se cerró la posibilidad de contestar el cuestionario el 15 de noviembre de 2024.

Aspectos éticos y protección de datos. Se garantizaba totalmente el anonimato: no se recogieron datos de carácter personal ni direcciones IP, cum-

pliando en todo momento con la política de protección de datos de la UPCT. Esa política, de acuerdo con el Delegado de Protección de Datos de la UPCT, fue descrita en un consentimiento informado que los participantes tenían que aceptar como paso previo a la cumplimentación del cuestionario.

Grupos de control y experimentales.

A través de la generación de números aleatorios, cada centro educativo fue asignado al grupo de control o a cada uno de los dos grupos experimentales. La única diferencia entre esos grupos era la relativa a la sexta pregunta del cuestionario, donde se quería testar si existían diferencias en las respuestas de los participantes en función de la cantidad de información provista sobre el riesgo de transmisión de la COVID-19 y del marco de esa información (pérdidas frente a ganancias). Para evaluar el efecto marco se empleó una estructura y diseño similares a las de otras investigaciones en Salud Pública (24,25). El siguiente esquema de información (A) se repetía para los tres grupos considerados:

La Consejería de Salud de la Región de Murcia dispone de un documento de guía sobre ventilación para los centros educativos (Medidas de prevención, higiene y promoción de la salud frente a COVID-19), cuya última actualización es de 6 de mayo de 2022. En ese documento se recomienda lo siguiente, y en orden de preferencia:

- a) *Ventilación natural cruzada permanente (apertura de puertas y/o ventanas en lados diferentes de la sala). Se priorizará la adecuada ventilación al discomfort térmico.*

- b) Si la ventilación natural no es suficiente se pueden utilizar sistemas de ventilación mecánica forzada (HVAC).
- c) Si no es posible conseguir la ventilación adecuada mediante ventilación natural o mecánica, se podrían utilizar filtros o purificadores de aire (dotados con filtros HEPA).
- d) Los medidores de CO₂ se pueden emplear cuando existan dudas razonables sobre la eficacia de la ventilación.

Otras enfermedades que se transmiten por el aire son: gripe, tosferina, varicela, sarampión o tuberculosis.

Por favor, indique en una escala de 1 a 10, siendo 1 el nivel más bajo y 10 el nivel más alto, su nivel de implicación con estas recomendaciones de la Consejería de Salud de la Región de Murcia en el curso pasado (2023/2024). Es decir, en qué medida usted intentó que se cumplieran en su centro educativo (ej. concienciar a los profesores, divulgación del dossier de la Consejería, etc.).

Los diferentes formatos de esa cuestión en función del grupo de participantes asignado se muestran en la

TABLA 1.

Cálculo del riesgo de contagio. Para realizar el cálculo de la probabilidad de infección en un aula se empleó el estimador propuesto por Peng *et al.* (26) y la aplicación informática desarrollada por Jiménez y Peng (27). Los parámetros específicos para el cálculo de probabilidades y los resultados de riesgo se muestran en la **TABLA 2.**

Esos resultados de probabilidad de infección y de número total de casos de COVID-19 fueron los que se emplea-

ron para la redacción de la pregunta 6 en los dos grupos experimentales, así como para el diseño de la infografía asociada.

Variables. Tras aceptar el consentimiento informado (pregunta 1), el cuestionario comenzaba con preguntas de clasificación para conocer desde cuándo era el participante director/a del centro (pregunta 2), el año de construcción de la instalación (pregunta 3), y si disponían de sistema HVAC y/o purificadores y medidores de CO₂ (preguntas 4 y 5).

El cuestionario empleado fue de elaboración *ad hoc*, dada la ausencia de instrumentos validados previamente para esta población y objeto de estudio concretos (actitudes y conductas de directores/as escolares hacia la ventilación tras la pandemia).

Las actitudes y conductas de los participantes fueron medidas usando escalas de 1 a 10 puntos (28). Concretamente se midió su nivel de implicación con las recomendaciones sobre ventilación de la Consejería de Salud de la Región de Murcia en el curso 2023/2024 (pregunta 6), su apreciación sobre el nivel de cumplimiento en las aulas de esas recomendaciones (pregunta 7), y la intención de que se cumplieran esas recomendaciones durante el curso 2024/2025 (pregunta 8).

Asimismo, a través de cuestiones abiertas se les pidió a los participantes que enumeraran, por orden de importancia, razones que dificulten que haya una buena ventilación permanente en todas las aulas de su centro educativo (pregunta 9), y que enumeraran, también por orden de importancia, factores que ayudarían a obtener esa buena ventilación permanente en las aulas

Tabla 1
Pregunta 6 para el grupo de control y los dos grupos experimentales.

Control

(A)

Ganancias

La COVID-19 sigue siendo una enfermedad altamente transmisible en entornos cerrados mal ventilados, como pueden ser las aulas de centros escolares. En un aula de veinticinco personas, si una de ellas está infectada, la probabilidad de que, después de seis horas, se infecte otra persona **es menor que la mitad si la ventilación es buena, con respecto a si hay una ventilación mala. Por tanto, se evitan más de la mitad de contagios.** Se estima, asimismo, que entre el 10% y el 20% de los infectados por el virus puede sufrir COVID-19 persistente, incrementando además el riesgo de padecer diferentes eventos trombóticos y afecciones neurológicas.



Pérdidas

La COVID-19 sigue siendo una enfermedad altamente transmisible en entornos cerrados mal ventilados, como pueden ser las aulas de centros escolares. En un aula de veinticinco personas, si una de ellas está infectada, la probabilidad de que, después de seis horas, se infecte otra persona **es más del doble si la ventilación es mala, con respecto a si hay una ventilación adecuada. Por tanto, se producen más del doble de contagios.** Se estima, asimismo, que entre el 10% y el 20% de los infectados por el virus puede sufrir COVID-19 persistente, incrementando además el riesgo de padecer diferentes eventos trombóticos y afecciones neurológicas.

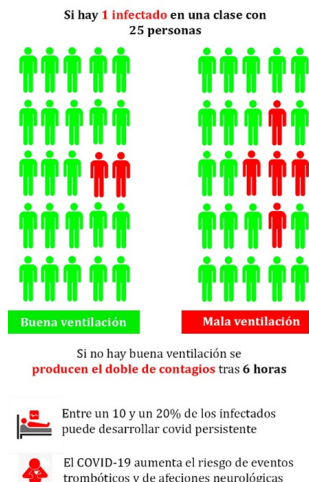


Tabla 2

Parámetros específicos de entrada del modelo de transmisión por aerosoles de la COVID-19 y resultados de riesgo.

Parámetros específicos de entrada del modelo	
Volumen del aula	144 m ³ (8 m • 6 m • 3 m)
Duración del evento	55 minutos (duración de una clase)
Repetición del evento	6 veces (número de clases al día)
Número de personas presente	25 personas
Número de personas infectadas	1 persona
Ratio de respiración	0,324 m ³ /h (actividad sedentaria/pasiva)
Ratio de exhalación (<i>quanta</i>)	8 h ⁻¹ (estudiantes hablando)
Incremento de <i>quanta</i> debido a variantes	3,3 (variante Ómicron)
Incremento de <i>quanta</i> debido a la actividad física	1,2
Uso de mascarillas	Ninguno
Tasa de renovación de aire (ACH) sin apenas ventilación	0,5 h ⁻¹ (clase cerrada)
Tasa de renovación de aire con ventilación (ACH) adecuada	5 h ⁻¹ (buena ventilación según CSIC)
Resultados tras un día de exposición	
Probabilidad de infección de una persona con ACH=0,5 h ⁻¹	10,93%
Número de nuevos casos de COVID-19 con ACH=0,5 h ⁻¹	3 (usando redondeo)
Número total de casos de COVID-19 con ACH=0,5 h ⁻¹	4 (usando redondeo)
Probabilidad de infección de una persona con ACH=0,5 h ⁻¹	5,04%
Número de nuevos casos de COVID-19 con ACH=0,5 h ⁻¹	1 (usando redondeo)
Número total de casos de COVID-19 con ACH=0,5 h ⁻¹	2 (usando redondeo)

(pregunta 10). Finalmente, se daba la opción a los participantes de añadir cualquier comentario que estimasen oportuno.

Análisis de datos. Las variables cuantitativas se analizaron mediante el software *Stata* 13.0. A nivel descriptivo se calculó el promedio de respuestas y el intervalo de confianza al 95% asociado, utilizando la corrección por el

factor de finitud poblacional (29). Ante la ausencia de normalidad se computó el error estándar de los valores medios de las variables actitudinales y comportamentales usando *bootstrapping* con 1.000 repeticiones. Para calcular los estadísticos pertinentes todas las variables cuantitativas se reescalaron en un intervalo [0,1] (30). Se planteó, asimismo, un modelo de regresión para analizar las posibles diferencias en las

variables actitudinales y comportamentales en función de la cantidad y el tipo de información recibida. Finalmente, las respuestas cualitativas sobre factores que dificultan y sobre factores que impulsarían la ventilación adecuada se analizaron empleando la metodología de los mapas asociativos (31,32). Así, el orden de mención de cada atributo representaba la importancia, la cual fue ponderada usando la siguiente función $y=ax^{-(k)}$, donde y es la importancia de cada respuesta, x es el orden de mención, a es una constante, y k es un parámetro a estimar. Siguiendo a Consuegra-Sánchez *et al.* (32), se tomó $a=k=1$, por lo que se obtenía un decaimiento no lineal de la importancia de la respuesta con el orden de mención. Se estipuló, asimismo, un umbral del 10% de frecuencia de mención para incluir en el mapa. Siguiendo los principios básicos de un análisis de contenido, se establecieron varias categorías a priori para esas respuestas cualitativas, para luego ser completadas y/o modificadas con categorías emergentes (31). Esas categorías a priori fueron establecidas tras dos entrevistas con docentes de Primaria y Secundaria. Para el caso de los factores que dificultan la ventilación fueron: 1) poca colaboración del profesorado; 2) frío; 3) no prioritario para el equipo directivo; 4) contaminación atmosférica; 5) ruido exterior. Para el caso de los factores que ayudarían a obtener una adecuada ventilación fueron: 1) más recursos económicos; 2) invertir en formación y concienciación del profesorado.

RESULTADOS



Características generales de la muestra.

Un total de 91 contestaciones fueron obtenidas, lo que supone un 17,6% de índice de respuesta, mostrando un

dibujo de los centros escolares con una amplia mayoría de instalaciones sin sistemas HVAC o dispositivos portátiles de purificación de aire y sensores de CO₂. Así, un 77% de centros educativos carecía de estos equipamientos en algunas de sus aulas, y en solo un 10% se había intentado paliar la ausencia de HVAC con dispositivos portátiles de purificación de aire y/o sensores de CO₂. En la **TABLA 3** se muestran las características generales de la muestra.

Cumplimiento de las recomendaciones de la Consejería de Salud. Se analizó el nivel de implicación con las recomendaciones sobre ventilación de la Consejería de Salud de la Región de Murcia en el curso 2023/2024 y su apreciación sobre el nivel de cumplimiento en las aulas para el caso de directores/as con al menos un año de antigüedad en el cargo. La distribución de respuestas, junto con la referencia a la curva Normal, se muestra en la **FIGURA 1**. Como se puede apreciar, hay una asimetría y heterogeneidad importante en ambas variables, cuyos promedios e intervalos de confianza al 95% fueron, tras reescalar las variables, respectivamente: 0,71 (0,65; 0,77) y 0,62 (0,57; 0,68). La diferencia d entre ambas respuestas fue estadísticamente significativa: $d=0,09$ (0,03; 0,14).

Cantidad de información y efecto marco.

La distribución de respuestas sobre la intención de los directores/as de que se cumplieran esas recomendaciones de ventilación en el curso 2024/2025 se muestran en la **FIGURA 2**. El promedio e intervalo de confianza al 95% fue 0,76 (0,71; 0,81). Ese promedio no cambió significativamente con un incremento de la información basado en el riesgo de transmisión de la COVID-19 ni con la forma de presentar esa información. Así, los dos grupos experimenta-

Figura 1

Implicación del director/a (arriba) y percepción del director/a (abajo) sobre el cumplimiento de las recomendaciones sobre ventilación de la Consejería de Salud en el curso 2023/2024.

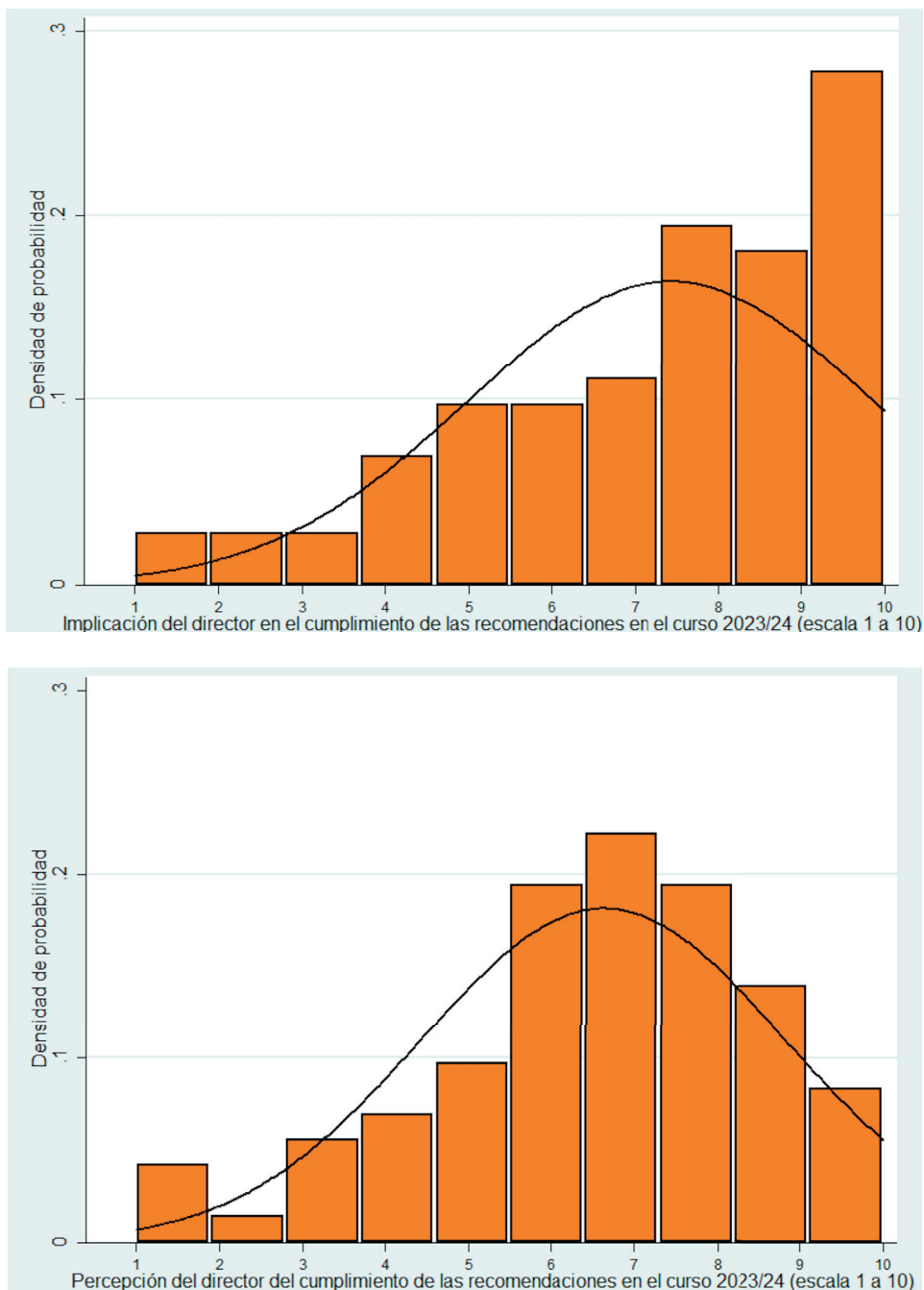


Figura 2
Intención del director/a del cumplimiento de las recomendaciones sobre ventilación de la Consejería de Salud en el curso 2024/2025.

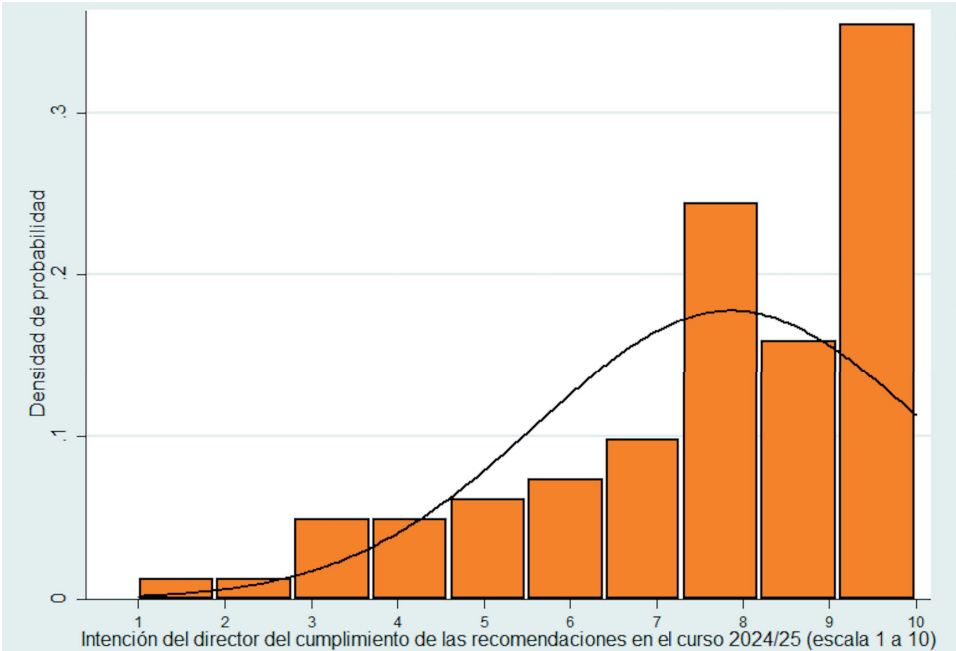


Tabla 3
Características generales de la muestra.

Característica		%	95% IC
Antigüedad del director	Desde antes del curso 2024/25	88	82-95
Año de construcción del centro	Antes de julio de 2007	95	90-100
Disponen de sistemas HVAC	Ningún aula dispone de HVAC	65	56-74
	Menos de la mitad de las aulas disponen de HVAC	10	4-14
	Más de la mitad de las aulas disponen de HVAC	25	17-32
	En todas las aulas hay HVAC	14	8-19
En las aulas donde no hay HVAC	Disponen de purificadores y/o medidores de CO ₂	10	4-14
	No hay ni sensores ni purificadores	90	84-97

les (ganancias, pérdidas) obtuvieron un promedio estadísticamente equivalente al del grupo de control. Los resultados del modelo de regresión se muestran en la **TABLA 4**. Dado que no se cumplía la asunción de normalidad de los residuos en el modelo de regresión estimado por mínimos cuadrados ordinarios ($W=0,91$; $p<0,001$), se implementó además un modelo de regresión robusta, arrojando unos resultados similares.

Factores que dificultan y factores que ayudarían a una adecuada ventilación. Se siguió la metodología descrita de creación de mapas asociativos. Para el caso de los factores que dificultan que hubiera una adecuada ventilación, 82/91 participantes contestaron, identificando un total de trece factores diferentes, los cuales fueron mencionados 129 veces. Para el caso de los factores que ayudarían a una adecuada ventilación, 82/91 participantes contestaron, identificando siete factores diferentes, que fueron mencionados en 102 ocasiones. Las categorías *a priori* se com-

binaron y moldearon con las emergentes, estableciéndose la jerarquía mostrada en la **TABLA 5**.

En la **FIGURA 3** se muestran los mapas asociativos derivados del análisis, representando el tamaño de cada factor según su importancia. El confort térmico y el ruido fueron los dos principales factores que limitaban la obtención de ventilación natural, seguidos de la falta de colaboración del profesorado y la escasez de recursos económicos y materiales. Eran precisamente estos dos últimos factores (recursos y profesorado) los que se percibían como fundamentales para mejorar la situación de ventilación en los centros escolares. Es decir, incrementar la inversión en infraestructuras y, al mismo tiempo, elaborar campañas de sensibilización a los docentes sobre la importancia de una adecuada ventilación.

Finalmente, 25 de los 91 participantes realizaron algún comentario en la pregunta abierta final, siendo la mayo-

Tabla 4
Resultados del modelo de regresión.

Variables	Regresión por mínimos cuadrados ordinarios ^(a)		Regresión robusta	
	Coefficiente	p-valor	Coefficiente	p-valor
Control ^(b) (n=36)	-	-	-	-
Ganancias (n=23)	-0,06	0,38	-0,06	0,39
Pérdidas (n=32)	0,05	0,41	0,04	0,51
Intercept	0,76	<0,001	0,78	<0,001

(a) Breusch-Pagan/Cook-Weisberg para homocedasticidad: $\chi^2=2,70$; $p=0,10$.

(b) Shapiro Wilk test para normalidad de los residuos: $W=0,91$; $p<0,001$.

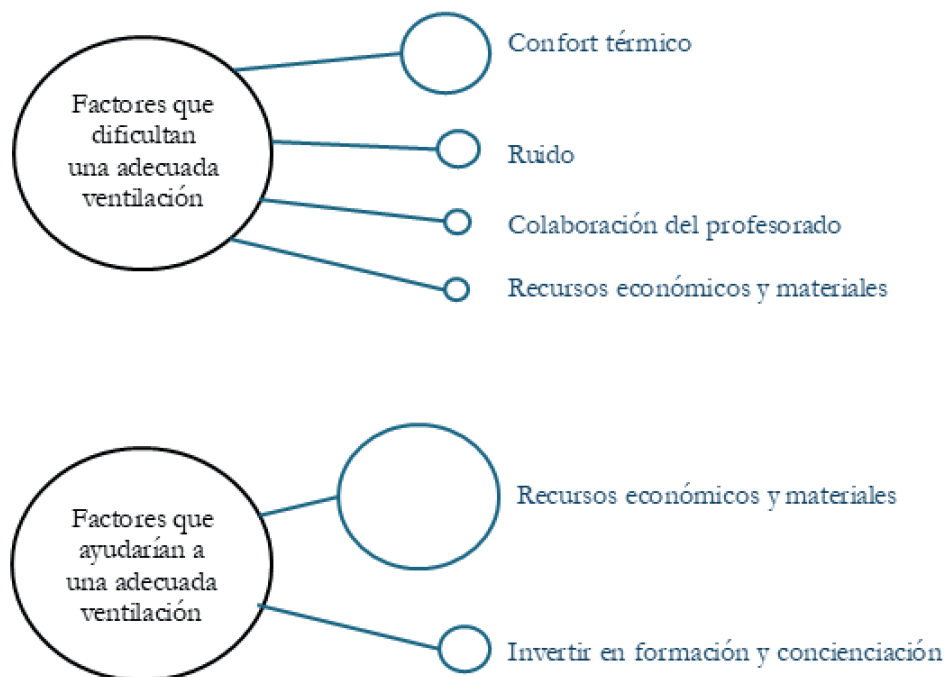
(c) El grupo de control se toma como grupo base para la comparación con los dos grupos experimentales.

Tabla 5
 Factores que dificultan y factores que ayudarían a una adecuada ventilación.

Factores que dificultan una adecuada ventilación	Menciones (%)	Importancia (%)
1. Confort térmico	40,3	34
2. Ruido	24	16,4
3. Colaboración profesorado	13,2	10,3
4. Recursos económicos y materiales	10,1	9,3
5. Contaminación atmosférica química	3,2	1,7
6. Asunto no prioritario	2,3	1,4
7. No hay directrices de la Consejería	1,6	1
8. Insectos voladores	1,6	0,6
9. Masificación aulas	0,8	0,8
10. Disciplina de los alumnos	0,8	0,4
11. Eficiencia energética	0,8	0,4
12. Mala visibilidad con persianas subidas	0,8	0,4
13. Olores	0,8	0,3
Factores que ayudarían una adecuada ventilación	Menciones (%)	Importancia (%)
1. Recursos económicos y materiales	67,6	64,7
2. Invertir en formación y concienciación	27,5	19
3. Control y evaluación de las Administraciones	1,0	1,0
4. Buena disposición de puertas y ventanas	1,0	1,0
5. Construir un nuevo centro	1,0	1,0
6. Disminuir los niveles de ruido	1,0	1,0
7. Normas que obliguen a ventilar obligatoriamente	1,0	1,0

Figura 3

Mapas asociativos de los factores que dificultan y los factores que ayudarían a una adecuada ventilación.



ría de ellos relativos a quejas sobre la falta de recursos para poder gestionar adecuadamente este tema, el desamparo de las administraciones públicas, el papel importante de algunas AMPAS (Asociaciones de Madres y Padres de Alumnos) para costear dispositivos que mejoren la calidad del aire y los elevados niveles de contaminación exterior (quemadas agrícolas, polvo sahariano, industria contaminante).

DISCUSIÓN

Una de las lecciones que deberíamos haber aprendido de la emergencia sanitaria de la COVID-19 es la necesidad de tener una adecuada ventilación y calidad del aire inte-

rior (1,33). Más allá de las discusiones terminológicas sobre si todavía estamos o no en pandemia (34), lo cierto es que esta enfermedad sigue siendo una amenaza desde el punto de vista de la Salud Pública; para la población en edad escolar, las secuelas de la COVID-19 pueden limitar las actividades y reducir la calidad de vida de la población infantil y adolescente (35).

En España, autonomías como Andalucía, Comunidad Valenciana, Comunidad de Madrid, entre otras, elaboraron guías específicas de prevención de la transmisión en centros escolares, mostrando que la ventilación era un aspecto fundamental. En la Región de Murcia, esas guías fueron actualizadas

por última vez en mayo de 2022. Este estudio muestra que los directores/as de los centros escolares públicos de la Región siguen implicados de manera notable en el cumplimiento de esas recomendaciones de ventilación para prevenir la transmisión de la COVID-19, tanto en su comportamiento en el curso 2023/2024 como en su intención de comportamiento para el 2024/2025. Sin embargo, los resultados también indican que existe una pequeña brecha entre esos esfuerzos realizados y el nivel de cumplimiento real en sus centros en el curso 2023/2024.

Los resultados también muestran que aportar más información sobre riesgo de contagio específico en las aulas y la forma de presentar esa información (ganancias frente a pérdidas) no influye en la intención de comportamiento de los directores/as para el curso 2024/2025. Dos razones podrían explicar este resultado: 1) que efectivamente se mantenga esa percepción de riesgo debido al efecto de acumulación de información durante la pandemia y a la necesidad que los directores/as han tenido de gestionar los protocolos de prevención de la Consejería; 2) que las limitaciones identificadas para obtener una adecuada ventilación hagan que los directores/as tengan una visión realista de lo que pueden conseguir o hasta dónde pueden llegar con las intenciones de que se cumplan las recomendaciones de la Consejería. En cualquier caso, como se indica en el análisis cualitativo, son los propios directores/as los que demandan más campañas de sensibilización, sobre todo del profesorado, aunque también hay alguna alusión a que esas campañas deberían llegar a alumnos, padres e, incluso, a los políticos. Estos hallazgos tienen implicaciones di-

rectas para la política pública: sugieren que las administraciones sanitarias y educativas deberían complementar la difusión de recomendaciones técnicas con partidas presupuestarias autonómicas específicas para mejorar la calidad del aire interior escolar, siguiendo el ejemplo de otras comunidades y municipios ya citados en este trabajo. Asimismo, abren líneas de investigación futura, como el estudio longitudinal de estas actitudes, la incorporación de centros concertados y privados para una comparativa más completa, así como la validación formal del instrumento de medida empleado.

Los resultados del análisis cualitativo clarifican cuáles son los factores que impiden una adecuada ventilación en los centros y cuáles ayudarían a obtenerla. Del análisis de los mapas asociativos se puede inferir que el confort térmico (principalmente evitar el frío) es la primordial razón por la cual se hace muy difícil que en la actualidad se pueda ventilar de forma continua de manera natural. El ruido exterior (y también, en ocasiones, interior, proveniente de otras aulas y pasillos) es identificado como el segundo factor en importancia. La colaboración del profesorado no siempre es la deseada, por lo que, como los directores/as han mencionado como una necesaria inversión, es preceptivo realizar actividades de concienciación y formación del personal docente, porque al final son ellos los responsables de que en cada aula se mantenga una ventilación constante. Sin embargo, el factor fundamental para mejorar la actual situación es la necesidad de contar con más recursos económicos y materiales, es decir, que las Administraciones públicas inviertan en la mejora de las infraestructuras educativas, y que la salud

ambiental escolar se convierta en una prioridad.

Así, tal y como muestran los resultados, más de tres cuartas partes de los centros educativos carecen de sistemas HVAC o de dispositivos portátiles de purificación de aire o de monitorización de CO₂. En el 90% de los casos, donde no hay sistemas HVAC no hay tampoco presencia de esos purificadores y/o sensores. Bien es cierto que existe una razón estructural para esa situación, y es que el 95% de los centros son de construcción anterior a julio de 2007, es decir, no deben cumplir con las exigencias de calidad del aire que marca el RITE. Por ello, es más acuciante aún la necesidad de inversión pública.

La Comunidad de Madrid, por ejemplo, aprobó en diciembre de 2020 una partida presupuestaria de tramitación de emergencia de casi 750.000 euros para comprar 5.000 medidores de CO₂ para su uso en los casi 2.000 centros educativos públicos (36). Evidentemente, es insuficiente para tener un medidor en cada aula de cada centro, pero al menos permite la opción de ir evaluando aula por aula e identificar aquellas donde se necesitarían mayores niveles de apertura de puertas y ventanas, así como aquellas donde se podría tener una ventilación adecuada con menor compromiso del confort térmico. En otros casos, como en Sitges en 2021, son los consistorios municipales los encargados de realizar la compra y el reparto a los centros (37). En la Región de Murcia, municipios como Águilas, Puerto Lumbreras

o Los Alcázares, proveyeron de medidores de CO₂ a los centros educativos locales; en el caso de Puerto Lumbreras, de forma que quedaran cubiertas todas las aulas (38). Gracias a la implicación de las AMPAS, también algunos centros han conseguido comprar e instalar purificadores y/o medidores de CO₂, pero, lógicamente, son casos muy puntuales que no son representativos de la situación general, como queda reflejado en los resultados de este estudio: la situación actual en la Región de Murcia sigue mostrando de forma general grandes carencias en los centros educativos públicos.

Así, en esta región, es difícil realizar una estimación sobre inversiones porque los autores no disponemos de datos rigurosos sobre el número de aulas que necesitarían, al menos, purificadores y/o medidores de CO₂. Es posible que ese número esté en torno a 8.000 aulas (a una media de veinte aulas por cada uno de los aproximadamente 400 centros que se estima que la necesitarían). Tomando (con muchas reservas) ese dato, se estima un coste en medidores de CO₂ cercano al millón de euros, y un coste en purificadores cercano a los dos millones de euros¹. Los gastos de mantenimiento también serían relevantes en el caso de los purificadores, donde el cambio de los filtros podría necesitar del orden de un 25%-50% del coste de la inversión inicial para cada curso escolar. Estas cifras son, repetimos, meramente orientativas, pero se pueden poner en contexto con los, por ejemplo, 73 millones de euros que la Región de Murcia recibió del Gobierno central en 2020

¹ Los medidores de CO₂ deben estar equipados con tecnología de infrarrojo no dispersivo (NDIR)⁽³⁹⁾. Los purificadores con filtros HEPA deben funcionar sin ninguna tecnología desinfectante que pueda producir contaminantes secundarios o tener capacidad ionizante. En el mercado se pueden obtener una amplia gama de precios de estos dispositivos, inferior al coste que tenían en los primeros meses de pandemia. Para realizar la estimación se ha tomado un coste máximo de 100 euros para el medidor de CO₂ y un coste máximo de 200 euros para un purificador con caudal de unos 300 m³/h, que puede incrementar la tasa de renovación de aire (ACH) de un aula de unos 150 m³ en aproximadamente dos unidades, lo que ayudaría a reducir de forma considerable la apertura de puertas y ventanas. En cualquier caso, se necesitaría de un estudio específico para cada centro para poder dimensionar las necesidades de purificadores portátiles.



para afrontar los gastos de la COVID-19 en el sistema educativo, provenientes de fondos destinados a las comunidades autónomas para tal fin (39). Además, en 2023, la partida presupuestaria para *Material, suministros y otros* fue de casi 37 millones de euros, y la de *Reparaciones, mantenimiento y conservación* de más de 350.000 euros, cifras muy similares también en 2024 (40).

Evidentemente, la opción de instalar sistemas HVAC en todos los centros sería mucho más costosa, pero es la mejor solución para minimizar la exposición a contaminantes químicos (material particulado, ozono, etc.) y físicos (como el ruido), además de garantizar el confort térmico (41). Por ejemplo, el Ayuntamiento de Barcelona ha planificado climatizar los centros educativos sobre los que tiene competencias de mantenimiento, invirtiendo una media de casi 600.000 euros por centro en el periodo 2024-2029, para un total de unos 100 millones de euros y 170 centros educativos beneficiados (42).

Entre las limitaciones más relevantes de este estudio está el posible sesgo de respuesta, es decir, que solo hayan contestado directores/as preocupados por la salud ambiental, lo que ofrecería un dibujo distorsionado de las actitudes y comportamientos de los directores/as de centros públicos de la Región de Murcia. Bien es cierto que ello no afectaría a los resultados del experimento sobre cantidad de información y aversión a la pérdida, dada la asignación aleatoria a los diferentes grupos. Debido al carácter voluntario de la participación y el total anonimato en las respuestas, desde el punto de vista metodológico se intentó maximizar el índice de respuestas al ofrecer un cuestionario muy corto (entre ocho y diez minutos de duración),

recalcando la importancia de la temática, y, además, enviando un recordatorio a los pocos días del primer contacto. No obstante, admitimos que esto no ha sido suficiente para obtener un mayor índice de respuesta, que ciertamente queda por debajo de algunos estándares (43), y que también, indudablemente, deja la puerta abierta a una interpretación más preocupante: una gran cantidad de directores/as de centros educativos públicos no ha mostrado interés por este tema. Futuras investigaciones deberían profundizar más en esta posibilidad.

A estas limitaciones se suman otras igualmente relevantes. En primer lugar, el estudio se restringió a centros públicos, sin comparación con centros concertados o privados, lo que limita la validez externa de los resultados a todo el espectro escolar. Tampoco se diferenció entre tipos de centro (institutos, colegios de Infantil y Primaria), pese a su previsible distinta idiosincrasia en materia de ventilación. En segundo lugar, este estudio no recogió variables sociodemográficas de los directores/as (sexo, edad), ya que el foco del cuestionario era la conducta institucional agregada del centro. Reconocemos que estas variables podrían modular las actitudes y conductas hacia la ventilación, y lo señalamos como una limitación relevante y una línea de investigación futura. Finalmente, el diseño transversal del estudio no permite captar la evolución temporal de las actitudes y conductas de los directores, aspecto especialmente relevante dado que la recogida de datos se realizó dos años y medio después de la última actualización de la guía autonómica de ventilación (mayo de 2022), lo cual, por otro lado, constituía precisamente parte del interés del estudio: evaluar si

esas recomendaciones se mantenían vigentes en la práctica una vez superado el pico de atención mediática a la pandemia.

En conclusión, y admitiendo esas limitaciones, este estudio ha mostrado que los directores/as de centros escolares públicos de la Región de Murcia siguen mostrando una actitud y comportamiento favorable a la ventilación de las aulas tras la emergencia sanitaria de la COVID-19. Sin embargo, existen obstáculos severos para que se den mejores condiciones de calidad de aire interior en las aulas: la gran mayoría de instalaciones carece de sistemas HVAC o de purificadores y medidores de CO₂, lo que convierte en un desafío constante mantener una ventilación natural frente al ruido, la carencia de confort térmico, y la falta de sensibilización de parte del profesorado, entre otros factores. La inversión pública en mejorar las infraestructuras es capital para que los centros escolares sean un lugar mucho más seguro frente a la transmisión por

aerosoles de enfermedades, no sólo de COVID-19, sino también de otras con una relevante incidencia, como la gripe o la tosferina. Así, además de una urgente y necesaria mejora de los recursos económicos y materiales de los centros, se plantea como fundamental un mayor y mejor flujo de información dirigido al profesorado sobre la importancia de la ventilación. Es más, dado el índice de respuesta de esta investigación, estamos convencidos de que esas campañas deberían ser extendidas a toda la comunidad educativa, incluyendo los equipos directivos. Dada la disparidad de costes y plazos de implementación entre ambas líneas de actuación, proponemos una priorización operativa: las campañas de sensibilización del profesorado, de bajo coste y rápida implementación, deberían impulsarse de forma inmediata, en paralelo a la planificación presupuestaria plurianual necesaria para la inversión en infraestructuras de climatización y purificación del aire, de mayor coste e implementación a medio-largo plazo. 

BIBLIOGRAFÍA

1. Morawska L, Li Y, Salthammer T. Lessons from the COVID-19 pandemic for ventilation and indoor air quality. *Science*. 2024; 385(6707): 396-401. <https://doi.org/10.1126/science.adp2241>
2. Romero-Ibarguengoitia ME, Rodríguez-Torres JF, Garza-Silva A, Rivera-Cavazos A, Morales-Rodríguez P, Hurtado-Cabrera M et al. Association of vaccine status, reinfections, and risk factors with Long COVID syndrome. *Sci Rep*. 2024; 14, 2817. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-52925-4>
3. Becker RC, Tantry US, Khan M, Gurbel PA. *The COVID-19 thrombus: distinguishing pathological, mechanistic, and phenotypic features and management*. *J Thromb Thrombolysis*. 2024. <https://doi.org/10.1007/s11239-024-03028-4>
4. Ryu JK, Yan Z, Montano M, Sozmen EG, Dixit K, Suryawanshi RK et al. Fibrin drives thromboinflammation and neuropathology in COVID-19. *Nature*. 2024; 633: 905-913. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07873-4>
5. Bhimani P, Scheinfeld A, Rajan M. Emergency department utilization among children with Long COVID symptoms: a COVID-19 research consortium study. *BMC Pediatr*. 2024; 24(1): 635. <https://doi.org/10.1186/s12887-024-04817-9>
6. McElroy S, Cramer E, Amos L. COVID-19 venous thromboembolism prophylaxis guidelines in pediatrics. *Thromb Res*. 2024; 243: 109169. <https://doi.org/10.22037/ijcn.v18.43364>
7. Sangeetha S, Divya N, Kumar S, Ar S, Chandrika R. COVID-19 Associated Neurological Complications in Children. *Iran J Child Neurol*. 2024; 18(4): 47-60. <https://doi.org/10.22037/ijcn.v18.43364>
8. Krishnaratne S, Pfadenhauer LM, Coenen M, Geffert K, Jung-Sievers C, Klinger C et al. Measures implemented in the school setting to contain the COVID-19 pandemic: a scoping review. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020 Dec 17;12 (12): CD013812. doi: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013812>
9. Walsh S, Chowdhury A, Braithwaite V, Russell S, Birch JM, Ward JL et al. Do school closures and school reopenings affect community transmission of COVID-19? A systematic review of observational studies. *BMJ Open*. 2021 Aug 17; 11(8): e053371. doi: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-053371>
10. White LF, Murray EJ, Chakravarty A. *The role of schools in driving SARS-CoV-2 transmission: Not just an open-and-shut case*. *Cell Rep Med*. 2022 Feb 21; 3(3): 100556. doi: <https://doi.org/10.1016/j.xcrm.2022.100556>
11. Neil-Sztramko SE, Belita E, Traynor RL, Hagerman L, Akaraci S, Burnett P et al. What is the specific role of schools and daycares in COVID-19 transmission? A final report from a living rapid review. *Lancet Child Adolesc Health*. 2024 Apr; 8(4): 290-300. doi: [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(23\)00312-7](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(23)00312-7)
12. Stabile L, Pacitto A, Mikszewski A, Morawska L, Buonanno G. Ventilation procedures to minimize the airborne transmission of viruses in classrooms. *Build Environ*. 2021 Sep; 202:108042. doi: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108042>
13. Minguillón MC, Querol X, Felisi JM, Garrido T. *Guía para ventilación de las aulas CSIC* [Internet]. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (España); 2020 Oct. Disponible en: <https://digital.csic.es/handle/10261/221538>
14. Ministerio de Sanidad. *Evaluación del riesgo de la transmisión del SARS-CoV-2 mediante aerosoles. Medidas de prevención y recomendaciones*. 2020. Disponible en: https://www.msbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/hCov/documentos/COVID19_Aerosoles.pdf
15. Consejería de Salud de la Región de Murcia (2022). *Medidas de prevención, higiene y promoción de la salud frente a COVID-19 en Centros educativos* [actualizado el 6 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.murciasalud.es/archivo.php?id=503020>
16. Barnes K, Faasse K, Colagiuri B. *The impact of side effect framing on COVID-19 booster vaccine intentions in an Australian sample*. *Vaccine*. 2023; 41(12): 2046-2054. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2023.02.023>
17. Lewis T. *People, Not Science, Decide When a Pandemic Is Over*. *Scientific American* 2022 mar 14. Disponible en: <https://www.scientificamerican.com/article/people-not-science-decide-when-a-pandemic-is-over/>
18. Bregnan M. (2024, marzo 15). *After Four Years, 59% in U.S. Say COVID-19 Pandemic Is Over*. *Gallup* 2024 Mar 15. Disponible en: <https://news.gallup.com/poll/612230/four-years-say-covid-pandemic.aspx>

19. ISCIII. *Acaba el estudio COSMO-Spain: resultados de la última ronda y evolución global de la percepción social durante la pandemia*. Instituto de Salud Carlos III 2022 noviembre 4. Disponible en: <https://www.isciii.es/w/acaba-el-estudio-cosmo-spain-resultados-de-la-ultima-ronda-y-evolucion-global-de-la-percepcion-social-durante-la-pandemia-1>
20. Doran R, Ogunbode CA. *Effects of information exposure on risk perception and worry about ocean acidification: Evidence from Norway and the UK*. *Climat Risk Management*. 2023; 42, 100565. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2023.100565>
21. Tversky A, Kahneman D. *Advances in prospect theory: Cumulative representation of uncertainty*. *Journal of Risk and Uncertainty*. 1992; 5(4), 297-323. <https://doi.org/10.1007/BF00122574>
22. Guenther L, Gaertner M, Zeitz J. *Framing as a Concept for Health Communication: A Systematic Review*. *Health communication*. 2021; 36(7): 891-899. <https://doi.org/10.1080/10410236.2020.1723048>
23. Von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. *Declaración de la Iniciativa STROBE (Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology): directrices para la comunicación de estudios observacionales*. *Rev. Esp. Salud Publica*. 2008; 82(3): 251-259. Disponible en: <https://oj.sanidad.gob.es/index.php/fresp/issue/view/85/163>
24. Peng L, Guo Y, Hu D. *Information Framing Effect on Public's Intention to Receive the COVID-19 Vaccination in China*. *Vaccines*. 2021; 9(9): 995. <https://doi.org/10.3390/vaccines9090995>
25. Bartels M. *Rampant COVID Poses New Challenges in the Fifth Year of the Pandemic*. *Scientific American* 2024 feb 6. Disponible en: <https://www.scientificamerican.com/article/rampant-covid-poses-new-challenges-in-the-fifth-year-of-the-pandemic/>
26. Peng Z, Rojas ALP, Kropff E, Bahnfleth W, Buonanno G, Dancer SJ et al. *Practical Indicators for Risk of Airborne Transmission in Shared Indoor Environments and Their Application to COVID-19 Outbreaks*. *Environ Sci Technol*. 2022 Jan 18; 56(2): 1125-1137. doi: 10.1021/acs.est.1c06531. Epub 2022 Jan 5. Erratum en: *Environ Sci Technol*. 2022 Mar 1; 56(5): 3302-3303. doi: <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c00792>
27. Jimenez JL, Peng Z. *COVID-19 Aerosol Transmission Estimator*. 2020 [consultado 10 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://tinyurl.com/covid-estimator>
28. Martínez JA, Ruiz Marin M, Vivo Molina MC. *A method to analyse measurement invariance under uncertainty in between-subjects design*. *Span J Psychol*. 2012; 15(3): 1510-1519. https://doi.org/10.5209/rev_SJOP.2012.v15.n3.39435
29. Levy PS, Lemeshow S. *Sampling of Populations: Methods and Applications*. 4th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2008. <https://doi.org/10.1002/9780470374597>
30. Cohen P, Cohen J, Aiken L, West S. *The Problem of Units and the Circumstance for POMP*. *Multivariate Behavioral Research*. 1999; 34(3), 315-346. https://doi.org/10.1207/S15327906MBR3403_2
31. Martínez JA. *Una propuesta metodológica para evaluar la imagen de una ciudad a través de los mapas asociativos*. *Cuadernos de Gestión*. 2018; 14(1): 75-96. <https://doi.org/10.5295/cdg.12036ljjm>
32. Consuegra-Sánchez L, Martínez JA, Fernández A, Soria F, Castillo JA. *Measuring patient satisfaction in a cardiology service using associative maps. A new method*. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2019 Jul; 72(7): 587-588. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rec.2018.06.008>
33. Park J, Lee KH, Song YG, Park H, Lee KS. *Development of optimal indoor air disinfection and ventilation protocols for airborne infectious diseases*. *PLoS One*. 2024 Oct 1; 19(10): e0311274. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0311274>
34. Ducharme J. *Experts Can't Agree If We're Still in a Pandemic*. *TIME* 2024 March 11 [consultado 31 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://time.com/6898943/is-covid-19-still-pandemic-2024/>
35. Toepfner N, Brinkmann F, Augustin S, Stojanov S, Behrends U. *Long COVID in pediatrics-epidemiology, diagnosis, and management*. *Eur J Pediatr*. 2024; 183(4): 1543-1553. doi: <https://doi.org/10.1007/s00431-023-05360-y>
36. Comunidad de Madrid. *Adquirimos 5.000 medidores de CO₂ para controlar niveles de ventilación en los colegios públicos*. 2020 diciembre 2. Disponible en: <https://www.comunidad.madrid/noticias/2020/12/02/adquirimos-5000-medidores-co2-controlar-niveles-ventilacion-colegios-publicos#:~:text=La%20Comunidad%20de%20Madrid%20ha,evitar%20la%20propagaci%C3%B3n%20del%20coronavirus>
37. Crónica Global. *Sitges instala medidores de CO₂ en los colegios*. 2021 marzo 17. Disponible en: https://kronicaglobal.elespanol.com/vida/20210317/sitges-instala-medidores-de-co2-los-colegios/566693463_0.html

38. El Lorquino. *Puerto Lumbreras instala medidores CO₂ en sus centros educativos*. 2020 diciembre 22. Disponible en: <https://el-lorquino.com/2020/12/22/region-de-murcia/puerto-lumbreras/puerto-lumbreras-instala-medidores-co2-en-sus-centros-educativos/107446/>

39. MurciaEconomía. *El Gobierno destina a la Región de Murcia 73 millones de fondo COVID a educación*. 2020 julio 28. Disponible en: <https://murciaeconomia.com/archive/71640/el-gobierno-destina-a-la-region-de-murcia-73-millones-de-fondo-covid-a-educacion>

40. CARM. *Presupuestos a tu alcance. Ingresos y gastos de la Región de Murcia*. 2024. Disponible en: <https://presupuestos.carm.es/politicas/42/educacion>

41. Bouza E, Vargas F, Alcázar B, Álvarez T, Asensio A, Cruceta G et al. *Calidad del aire y prevención de la salud: Un documento de preflexión*. EIDON. Revista Española de Bioética, 2021; 56, 117-165. doi: <https://doi.org/10.13184/eidon.56.2021.117-165>

42. Ajuntament de Barcelona. *Pla Clima Escola Barcelona*. 2024. Descargado desde: https://ajuntament.barcelona.cat/educacio/sites/default/files/Pla_Clima_Escola_BCN_prensa_20240122.pdf

43. Wu MJ, Zhao K, Fils-Aime F. *Response rates of online surveys in published research: A meta-analysis*. Comput Human Behav Reports. 2022 August; 7: 100206. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2022.100206>