



Anexo VI: Ventilación

La transmisión del SARS-CoV-2 se produce a partir de las secreciones emitidas en forma de aerosoles (menores de 100 μm), y de otras partículas de mayor tamaño, que alcanzan las mucosas del individuo susceptible por inhalación o a través de contacto con manos contaminadas. Una de las formas para reducir el riesgo de transmisión del virus SARS-CoV-2 en interiores es garantizar una buena ventilación que haga disminuir la cantidad de aerosoles que puedan contener virus viable.

Las recomendaciones para conseguir una adecuada ventilación deben revisarse y adaptarse caso a caso a las características de cada centro educativo.

Se entiende por ventilación la renovación de aire interior con aire exterior. Esta ventilación se puede conseguir por medios naturales (mediante apertura de puertas y ventanas), ventilación forzada (mecánica) o mediante una combinación de los dos sistemas (ej. una entrada de aire por ventilación natural y una salida mediante extracción forzada, por ejemplo, a partir de un ventilador junto a una ventana colocado con el flujo hacia el exterior, de manera que favorece la extracción del aire interior).

Además, para mantener ventilación adecuada, es necesario trabajar en dos direcciones: aumentar la renovación del aire y reducir la ocupación (número de personas).

Ventilación natural

Será la habitual en los centros. Para la **ventilación natural se recomienda la ventilación cruzada**, con apertura de puertas y/o ventanas opuestas o al menos en lados diferentes del aula o de la sala, para favorecer la circulación de aire y garantizar un barrido eficaz por todo el espacio. En este caso, resulta más recomendable repartir los puntos de apertura de puertas y ventanas que concentrar la apertura en un solo punto.

Ventilación mecánica

Si la **ventilación natural no fuera suficiente, una alternativa es la ventilación forzada** (mecánica), con equipos extractores individuales con un caudal de aire adecuado o con sistemas centralizados, es decir, comunes para todo el edificio o gran parte de él. Estos sistemas son los mismos sistemas utilizados para la climatización y funcionan aumentando la renovación de aire interior con el aire exterior y. Estos sistemas deben cumplir las especificaciones de operación y mantenimiento recogidas en normativa vigente.

Si se utiliza un sistema de ventilación mecánica, la tasa de aire exterior se debe incrementar y se ha de **minimizar la fracción de aire recirculado**, con el fin de obtener suficiente renovación de aire. En el caso concreto de sistemas en los que una parte del aire es recirculado hacia el interior, éstos deben disponer de filtros de aire para poder garantizar la seguridad de las personas que se encuentran en la misma estancia.

En situaciones de alta transmisión comunitaria de SARS-CoV2, se debe valorar la priorización de la ventilación natural por su efectividad en la prevención de la transmisión por encima de aspectos como las condiciones de temperatura y humedad necesarias para el confort térmico o a los requerimientos de eficiencia energética.

Características de una ventilación adecuada

La **tasa de ventilación aconsejada** para conseguir una calidad de aire buena es de 12,5 litros /segundo y persona (L/s/p), que corresponden aproximadamente a **5-6 ACH**²⁹. Se recomiendan

²⁹ Nota: Para comprobar la renovación de aire en un lugar determinado se utiliza la tasa de ventilación del aire por hora (ACH, por sus siglas en inglés, de Air Changes per Hour). Para una misma tasa de emisión de partículas, el incremento del caudal de ventilación reduce la concentración de partículas en el aire por el efecto de dilución, y, por tanto, la probabilidad de riesgo de infección. Si un espacio tiene 1 ACH significa que en una hora entra en la sala un volumen de aire exterior igual al volumen de la sala, y, debido a la mezcla continua del aire, esto resulta en que el 63% del aire interior ha sido reemplazado por aire exterior. Con 2 ACH se reemplaza el 86% y con 3 ACH el 95%.



ventilaciones superiores cuando la actividad desarrollada implica emisión elevada de aerosoles (por ej. ejercicio intenso, canto, etc.).

Si no hay una renovación de aire adecuada, es esencial que los flujos no dirijan las corrientes de aire de una persona a otra, lo cual favorecería la exposición a bioaerosoles y aumentaría el riesgo de transmisión en el supuesto de que hubiera una persona infectada.

Los bioaerosoles están suspendidos en el aire y circulan por el ambiente interior debido a los flujos de aire, al movimiento de personas o a la recirculación de aire no filtrada procedente de los equipos de climatización. Se debe evitar usar ventiladores en el interior de los centros educativos que generen el movimiento de aire entre personas.

En el caso de los equipos de climatización terminales (fancoils, splits, unidades interiores de expansión directa, etc.) deben utilizarse a baja velocidad y de forma continua, evitando que puedan generar flujos de aire cruzados entre personas.

Por último, se deben cumplir las recomendaciones de operación y mantenimiento de los sistemas de climatización y ventilación de edificios y locales según la normativa vigente y las Recomendaciones del Ministerio de Sanidad y las organizaciones profesionales³⁰.

Medidores de CO₂

La concentración de CO₂ en el aire es un buen indicador de la tasa de renovación de aire en un espacio y, por tanto, indica si la ventilación es correcta. En el exterior, las concentraciones de CO₂ son de aproximadamente 420-450 ppm, aunque puede variar de entornos urbanos o rurales.

Cuando un edificio o local está ocupado, las concentraciones de CO₂ en el interior son elevadas por el CO₂ exhalado por los ocupantes. La concentración de CO₂, **depende del volumen de la sala, del número de ocupantes, su edad y la actividad realizada**. Por tanto, es difícil establecer un umbral aplicable a todos los espacios. En este sentido, teniendo en cuenta la Guía de la REHVA (Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations) titulado Guidance for Schools, se puede establecer un **umbral orientativo de 800-1000 ppm de concentración de CO₂** en valores absolutos (incluyendo la concentración exterior) que no debería superarse como garantía de una buena ventilación. Los umbrales citados están basados en los estudios realizados por esta organización para prevenir la transmisión de SARS-CoV-2 mediante aerosoles.

Ante unos niveles elevados de CO₂ hay que tener en cuenta los demás parámetros y, si procede, hacer modificaciones sobre la ocupación en el aula, el tiempo de estancia o, si es posible el tamaño del local (ej. renunciar a las clases en ese sitio y trasladarlas a una nueva aula en el centro educativo o aulas cedidas por centros culturales, ayuntamientos, etc..).

No se recomienda la compra generalizada de medidores de CO₂ por los centros educativos.

Cuando existan dudas razonables sobre la eficacia de la ventilación, se puede recurrir al uso de estos equipos realizando mediciones puntuales o periódicas que ayuden a generar conocimiento y experiencia sobre las prácticas de ventilación que garantizan una buena renovación del aire. Los aparatos de medición deben estar calibrados y verificados como se refiere en el documento técnico [Evaluación del riesgo de la transmisión de SARS-CoV-2 mediante aerosoles. Medidas de prevención y recomendaciones](#).

Filtros de aire portátiles o purificadores

Estos aparatos se clasifican en función del caudal de aire limpio que pueden proporcionar (CADR, por sus siglas en inglés, Clean Air Delivery Rate). El caudal necesario depende del volumen del espacio que se pretende filtrar y del objetivo de renovación del aire. Los filtros HEPA deben

³⁰ Recomendaciones de operación y mantenimiento de los sistemas de climatización y ventilación de edificios y locales para la prevención de la propagación del SARS-COV-2. Disponible en: https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/Recomendaciones_de_operacion_y_mantenimiento.pdf



reemplazarse de forma periódica según las indicaciones del fabricante. Estos equipos no reducen el nivel de CO₂. La eficacia de estos sistemas de filtración es limitada si no se cumplen todos los requisitos técnicos. Además, su colocación en el lugar adecuado es fundamental por su limitada área de influencia que no llega a todos los rincones. Todo ello sumado a que la verificación de su uso adecuado también es difícil de llevar a cabo por el usuario final, hace que sea recomendable el asesoramiento por personal técnico cualificado.

Estos sistemas de filtración o purificación son relativamente costosos, necesitan de un mantenimiento apropiado, deben usarse de forma continuada y generan ruido que puede alterar el proceso de atención en las clases. Además, tratan solo una parte del volumen de aire dónde se instalan y pueden generar una sensación de seguridad no justificada si no se instalan de manera adecuada.

Por las razones expuestas no se considera necesario recomendar la adquisición generalizada de sistema de filtración y purificación de aire para dotar a todos los centros educativos. La aplicación de las normas publicadas sobre ventilación natural o forzada se considera que es suficiente para reducir o eliminar el riesgo de transmisión en la gran mayoría de los casos.

Solo cuando el espacio interior no disponga de sistemas de ventilación natural o mecánica que garanticen una adecuada renovación del aire y su ubicación y características constructivas no permitan otra alternativa, se puede optar por sistemas de filtrado del aire portátiles o purificadores de aire con filtros HEPA que reducen la concentración de bioaerosoles.

Tratamientos germicidas

Por último, y de forma excepcional en ambientes interiores donde no se puede ventilar, filtrar ni purificar el aire, y donde se generen situaciones con más riesgo de transmisión se puede valorar el uso de tratamientos germicidas. Estos deben ser aplicados por profesionales y siguiendo las normas técnicas y las recomendaciones del Ministerio de Sanidad.