

por: **William P. Bahnfleth**, PhD, PE, Fashrae, FASME, FISIAQ professor of Architectural Engineering and Director Indoor Environment Center The **Pennsylvania State University University Park**

*AMÉRICA DEL NORTE SE ESTÁ MOVIENDO ACTUALMENTE HACIA UNA VALORACIÓN MÁS ALTA DE LA CALIDAD DE AIRE INTERIOR Y HACIA LOS BENEFICIOS DE LA MISMA. EN ESTE ARTÍCULO, EL AUTOR OFRECE UNA EVALUACIÓN PERSONAL DEL ESTADO DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR EN EL PAÍS PARTIENDO DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y ANALIZANDO HACIA DÓNDE VAMOS.*



# La situación de la Calidad de Aire Interior (IAQ) en Norteamérica



Es habitual fechar la era moderna del control de la calidad del aire interior (IAQ por sus siglas en inglés) en el siglo XIX y la influencia en él, del higienista alemán Max von Pettenkofer (1818-1901). Pettenkofer abogó por el control de las fuentes de contaminación del aire interior, así como la ventilación con aire exterior para diluir los contaminantes interiores. En muchos sentidos, nuestros conceptos IAQ son los mismos ahora que entonces. Sin embargo, una gran cantidad de conocimiento científico se ha acumulado desde los días de Pettenkofer, particularmente en los últimos 50 a 60 años. Algunos de estos hallazgos, están comenzando a afectar las prácticas y pueden tener una influencia muy dramática en un futuro no lejano. Este artículo ofrece una evaluación personal del estado de IAQ en América del Norte: dónde estamos y hacia dónde nos dirigimos.

## Controlar la calidad del aire interior

El control de la IAQ puede incluir los siguientes requisitos, en cierto modo por orden de prioridad:

- \* Eliminar las fuentes de contaminantes cuando sea posible. Este es siempre el enfoque más efectivo, ya que el costo del control se relaciona directamente con las fuentes y sus puntos fuertes.
- \* Ventilar para diluir contaminantes de fuentes que no pueden eliminarse. Estos incluyen los con-

taminantes producidos por el metabolismo humano y los liberados por el propio edificio y los procesos que puede desarrollarse en él. Es importante destacar que las tasas de ventilación se basan principalmente en la calidad del aire percibida (PAQ).

- \* Filtrar el aire para reducir la carga de partículas de material (PM), que están asociadas con la contaminación de los equipos y con muchos problemas de salud.
- \* Control de la humedad en los edificios para evitar la condensación que apoyará el crecimiento de moho, que destruye los materiales de construcción y crea una variedad de contaminantes en el aire.
- \* Utilizar buenas prácticas para la selección de materiales y el diseño de los sistemas HVAC para limitar las fuentes y su distribución, por ejemplo, evitando el uso de materiales porosos dentro de conductos que puedan atrapar la humedad y fomentar el crecimiento de moho.
- \* En casos relativamente raros, usar filtración en fase gaseosa, típicamente medios absorbentes, y tecnología de tratamiento de aire microbiano, con frecuencia irradiación germicida ultravioleta, como parte de una estrategia de control de IAQ en general.

## Eliminar fuentes contaminantes

Históricamente, la eliminación o reducción de fuentes de contaminantes ha sido el enfoque más exitoso para mejorar la calidad del aire. Las prohibiciones contra fumar en interiores, el uso de materiales de baja emisión y la eliminación de alfombras y mo-



quetas que atrapan contaminantes han servido para reducir las exposiciones interiores que deben mitigarse. La regulación de las emisiones de materiales de construcción ha sido efectiva en los últimos tiempos para reducir las exposiciones interiores. Los ejemplos incluyen problemas que se han resuelto con pisos de madera laminados importados y paneles de pared así como el uso de productos de aislamiento de urea formaldehído. Se espera que esta tendencia continúe.

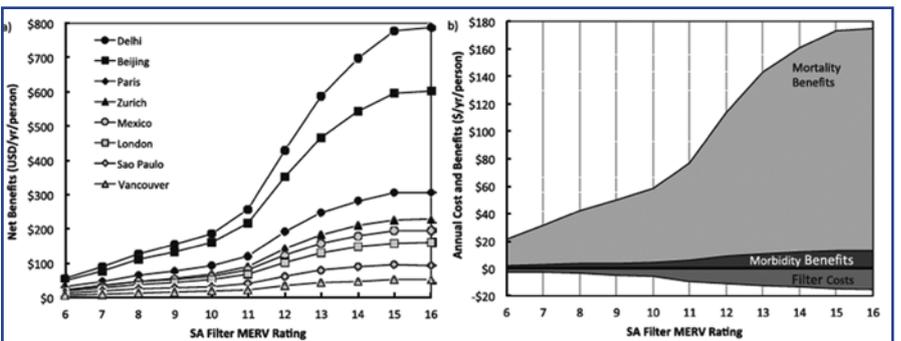
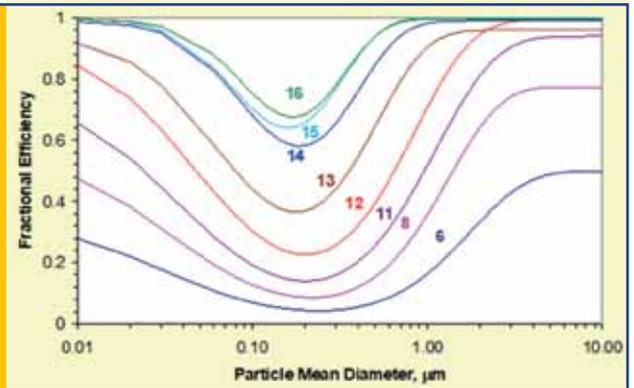
Los requisitos mínimos de ventilación continúan enfocándose en una Calidad de Aire Percibida (PAQ) con un 80% de no insatisfechos, siendo este un objetivo de rendimiento típico. Las tasas de ventilación hoy en día son esencialmente las mismas que lo han sido durante más de una década. Sin embargo, muchas investigaciones sugieren que estas tasas mínimas dan lugar a pérdidas de productividad y salud significativas. La media de muchos de estos estudios indica que tasas de ventilación de dos a tres veces más altas que las requeridas actualmente en edificios no residenciales, serían rentables. (Gráfico 1).

**Partículas finas**

La exposición a partículas finas (PM2.5) está emergiendo como un importante problema de salud pública en todo el mundo. Las normas mínimas para la ventilación como ASHRAE Standard 62.1 requieren un nivel de filtración de partículas que no es efectivo para partículas en estos rangos de tamaño. Hasta hace poco, se requerían filtros MERV 6, según

**Gráfico 2**

**Eficiencia fraccionada de típicos filtros MERV. (ASHRAE Standard 52.2). Fuente: Kowalski, W. and W. Bahnfleth. 2002. Airborne-microbefiltration in indoorenvironments. HPAC Engineering.**



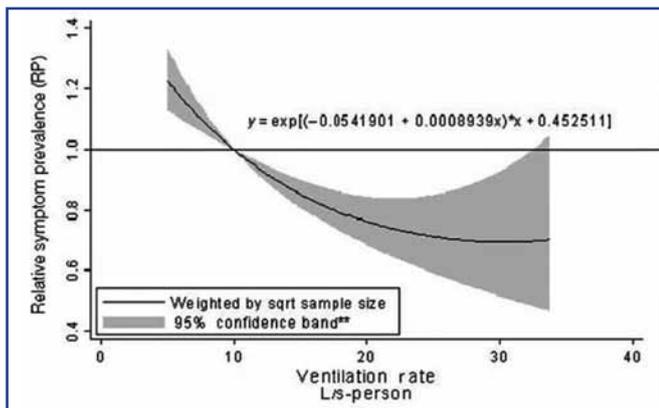
**Gráfico 3**

**a) Beneficios netos por la reducción de la morbilidad y mortalidad en varias localizaciones en función del índice MERV de los filtros, b) Detalles de costos beneficios en Londres. Fuente: Montgomery, J., C. Reynolds, S. Rogak, S. Green. 2015. Financia-implications of modifications to buildingfiltrationsystems. Building and Environment**

la clasificación de ASHRAE Standard 52.2 en unidades de tratamiento de aire con superficies húmedas. La eficacia de un solo pase de dichos filtros para partículas de alrededor de 1 µm puede ser inferior al 10%. En las versiones más recientes de la norma, este requisito se ha actualizado a MERV 8, que aproximadamente duplica la eficiencia de las partículas de 0 (1) µm, pero esto aún no es suficiente para lo-

grar las reducciones en la exposición que se necesitan. Para hacerlo, se requieren filtros en el rango MERV 11-13 con eficiencias mínimas cercanas al 50%, que muchos interesados en la IAQ de sus edificios están instalando voluntariamente. (Gráficos 2 y 3)

La filtración en fase gaseosa sigue siendo poco utilizada excepto en aplicaciones especiales donde existe la necesidad de controlar contaminantes específicos de los materiales utilizados en los procesos industriales y en los laboratorios. Esto se debe en parte al costo de tales sistemas, así como a los problemas asociados con la especificación de este sistema para una mezcla no especificada de contaminantes de baja concentración como se encuentra en la mayoría de los edificios. El estado de las alternativas a la ventilación y la filtración de partículas con agentes patógenos es similar. Se ha confirmado que



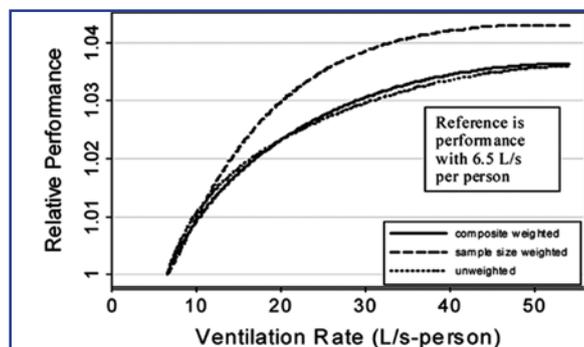
**Gráfico 1**

**Efecto de la ventilación en la incidencia de los síntomas del síndrome del edificio enfermo. (fuente: W. Fisk, A Mirer, M. Mendell. 2009. Quantitative relationship of sick buildingsyndromesymptom-swthventilationrates. Indoor Air).**

la irradiación germicida ultravioleta es eficaz para controlar las contaminaciones en el aire y en la superficie. Tiene una pequeña cuota de mercado en comparación con la filtración, pero aplicación está creciendo con bastante fuerza. También se debe decir que el uso de filtros de aire de todo tipo se ha visto obstaculizado por normas de aplicación y calificación inadecuadamente desarrolladas para tales dispositivos, que han permitido la entrada al mercado de productos ineficaces y, en algunos casos, peligrosos.

Los problemas actuales que creo que deben abordarse para el control de la IAQ en América del Norte (y en otros lugares) son:

- ★ Desarrollo de definiciones prácticas de IAQ que van más allá de la calidad de aire percibida PAQ y se refieren a las exposiciones y sus impactos en la salud y la productividad. ¿Qué necesita medirse? ¿Gas, partículas, agentes patógenos y qué niveles de contaminantes deben controlarse? La falta de una definición integral y métricas relacionadas para cuantificar la calidad del aire es una barrera importante para la IAQ basada en el rendimiento. Las definiciones y métricas IAQ han sido el tema de varias conferencias en los últimos cinco años, incluida la conferencia ASHRAE IAQ 2016 y las reuniones organizadas en Europa por la AIVC. (Gráfico 4).



**Gráfico 4**

**Efecto de la tasa de ventilación en el rendimiento del trabajo de los empleados.** Fuente: Seppänen, O. and W. Fisk. 2006. *Some Quantitative Relations between Indoor Environmental Quality and Work Performance or Health.* HVAC&R Research.

- ★ Análisis de costos más precisos y exhaustivos, sobre las consecuencias de una IAQ pobre. Si no se puede asignar un valor creíble a la IAQ, entonces no se la puede considerar en las decisiones económicas sobre el diseño y la operación del edificio de la misma manera que los costos de construcción y el uso de la energía. Fundamental para esto es la comprensión de las relaciones exposición - respuesta para una gama más amplia de contaminantes

- ★ La mayoría de los diseñadores y propietarios siguen creyendo que una mejor IAQ viene con una penalización energética incorporada. Una mejor comprensión de la relación entre la IAQ y el uso de la energía del edificio que conduce a diseños integrados que son neutrales o mejores en cuanto al consumo de energía. El uso de la recuperación de energía para la ventilación, economizadores de aire exterior en climas apropiados, sistemas HVAC de doble vía que acondicionan por separado el aire de ventilación y proporcionan calefacción y refrigeración razonables, y el uso de filtros de aire para reducir los requisitos de ventilación, son solo algunas formas de hacerlo. La ventilación controlada a demanda a menudo se discute como una solución de baja energía, pero a menos que aumenten las tasas por persona empleadas, puede ser actualmente un factor que limite la IAQ a niveles inferiores a los deseados.

- ★ La creciente dificultad de usar aire exterior para la ventilación en áreas urbanas. Debido a la contaminación al aire exterior, muchas de las ciudades más grandes del mundo tienen aire ambiente que no es adecuado para el uso de ventilación sin tratamiento. Este es a menudo el caso en lugares donde sería muy conveniente usar ventilación natural para controlar la

## EL CONCEPTO DE BIENESTAR

Una tendencia alentadora en América del Norte y en otros lugares es la aparición del concepto de bienestar en los edificios. El Well Building Institute en los Estados Unidos está tratando de abordar algunos de los problemas identificados en esta discusión y de incorporar el conocimiento actual a estándares que abordan muchos aspectos del bienestar. Este esfuerzo tiene cierta similitud con los anteriores esfuerzos de transformación del mercado de la construcción sostenible del Consejo de Construcción Verde de EE. UU y que han tenido profundos efectos en todo el mundo. El principal beneficio de estos movimientos es que llegan al público y estimulan un deseo de cambio que rara vez se crea mediante publicaciones de investigación en revistas "oscuras" (para no especialistas).

calidad de aire interior y enfriar con un mínimo costo de energía. Se necesitan soluciones alternativas. Mientras que las ciudades en América del Norte no sufren de una calidad de aire como la que se encuentra en ciudades como Delhi y Beijing, la calidad del aire urbano sigue siendo un problema.

Desde mi punto de vista, América del Norte se está moviendo actualmente hacia una valoración más alta de la calidad de aire interior y los beneficios de una buena calidad de aire, pero en general se sigue aplicando un enfoque regulatorio para la IAQ que ha estado vigente durante muchas décadas. El cambio radical puede no estar a la vuelta de la esquina, pero los esfuerzos para educar a la comunidad que diseña y opera los edificios sobre la importancia de una buena IAQ y cómo lograrlo y el surgimiento de estándares y clasificaciones que lo promuevan estimula un cambio importante y positivo que está realmente en marcha.