

Obstáculos para la Implementación de Mejoras en la Calidad del Aire Interior

Jesse Smith
Traducción: J.A. Muñoz
Publicación en el foro [AE](#)

1. TL;DR

Muchos informes indican que las [intervenciones de calidad del aire interior](#) (IAQ, por sus siglas en inglés) probablemente sean efectivas para reducir la transmisión de enfermedades respiratorias. Sin embargo, hasta la fecha se ha puesto muy poco énfasis en implementar estas intervenciones. Supongo que el gremio de trabajo de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado (HVAC, por sus siglas en inglés) y mantenimiento de edificios en los EE. UU. han creado obstáculos significativo para poder implementar estas intervenciones. También creo que la adopción generalizada de medidas de IAQ será significativamente obstaculizada por ellos en el futuro. El impacto variará de manera predecible dependiendo de la naturaleza de la intervención y su implementación. Deberíamos favorecer técnicas sencillas con una supervisión mejorada y subcontratar o verificar el trabajo técnicamente complejo con personas ajenas a la actual fuerza de trabajo de HVAC. También deberíamos hacer las condiciones y dispositivos de IAQ lo más transparentes posible tanto para los expertos como para los ocupantes del edificio.

Para omitir mi biografía y la sección de horrores técnicos, proceda a las recomendaciones en la sección 4.

2. ¿Quién soy yo? ¿Por qué pienso esto? ¿Qué tan seguro estoy?

Comencé a trabajar en la construcción en 1991. Realicé un aprendizaje formal de carpintería en Victoria BC a mediados de los 90 y me mudé a los EE. UU. en 1999. Alrededor de 2008 comencé a tener más interés en HVAC porque, a pesar de pagar precios elevados a los subcontratistas locales, nuestros proyectos tenían problemas persistentes de HVAC. A pesar de nuestras quejas nos aseguraban de que ellos estaban siguiendo prácticas ejemplares. Nuestros proyectos estaban plagados de alta humedad, ruido fuerte, fallos mecánicos frecuentes y diferencias de temperatura de una habitación a otra. Esto me llevó a aprender primero todos los aspectos del diseño y control del sistema, y culminó en hacer instalaciones completas del sistema. En el camino pude obtener mi licencia de Maestro HVAC en NJ, realicé el trabajo térmico de aproximadamente 2k en mejoras energéticas de uso ligero, obtuve múltiples certificaciones en HVAC y diseño de baja energía, y me convertí en un experto regional en el diagnóstico de edificios. Desde 2010 he trabajado como contratista o consultor para aproximadamente una docena de contratistas importantes de HVAC y cientos de propietarios de viviendas.

Estoy muy seguro de que la aptitud de la fuerza laboral de HVAC es insuficiente para implementar ampliamente y confiablemente las intervenciones de IAQ y esto es un obstáculo serio. Mis comentarios son específicos para los EE. UU. He discutido estos problemas libremente con amigos y conocidos que trabajan a nivel nacional y en otras partes de los EE. UU. y creo que estos problemas son comunes en la mayor parte del país. Los problemas son específicos para la fuerza laboral residencial y comercial, pero no para obreros que están cercamente monitoreados por equipos de ingeniería mecánica (por ejemplo, hospitales). Basado en alguna experiencia limitada, sospecho que estos problemas también son comunes en Canadá, pero estoy menos seguro sobre de que tan grave son.

3. Horrores Técnicos: ¿Por qué es tan Difícil?

Dentro de HVAC, muchos trabajos importantes actualmente no se realizan o se delegan a personas que en gran medida son incapaces de realizarlos. Muchas personas mienten de su capacidad para realizar un trabajo del cual son incapaces, informan haber hecho cosas que no han hecho, o incluso hacen declaraciones que contradicen las leyes de la física.

Ejemplos incluyen:

- Cálculos precisos de carga/pérdida de calor: Estos se utilizan para dimensionar los sistemas de calefacción y refrigeración, y en la mayoría de las áreas son obligatorios por código para sistemas nuevos y de reemplazo. El dimensionamiento competente (Manual J para residencial) es visto como muy importante por prácticamente todos los expertos en HVAC. Sin embargo, a pesar de décadas de inversión en capacitación y cumplimiento, un gerente técnico líder de un programa de energía limpia me informó que más del 90% de los Manual J revisados por su programa tenían errores significativos evidentes debido a la inconsistencia interna (por ejemplo, carga de conductos en un sistema hidrónico) o inconsistencias obvias con información pública en zillow o google maps. En un ejemplo especialmente flagrante, una de las mayores empresas de HVAC en el estado tuvo a su administrador de envíos de Manual J de vacaciones. El reemplazo temporal olvidó renombrar archivos y envió aplicaciones nombradas por su capacidad instalada (1 tonelada, 2 toneladas, 3 toneladas, etc.), revelando que la empresa había presentado copias de los mismos puñados de diseños para miles de hogares.
- Establecer y corregir el flujo de aire: En sistemas equipados con una caldera y un aire acondicionado esto es especialmente común. El motor del ventilador de la caldera mueve el aire para la calefacción y refrigeración. Sin embargo, la mayoría de los ventiladores de calderas son capaces de mover un rango de flujo de aire para diversas capacidades de aire acondicionado (un ventilador de caldera de 5 toneladas puede tener una capacidad de flujo de aire de 3 a 5 toneladas) y, por lo tanto, debe ser programado. La gran mayoría de estos no están programados, dejando el ventilador en una configuración predeterminada, que generalmente es su mayor flujo de aire nominal. En la mayoría de los casos,

esto es demasiado alto. El efecto neto es una pérdida significativa de deshumidificación en un número considerable de hogares y ruido excesivo del sistema. Casi todas mis llamadas de diagnóstico de "hogar muy húmedo" tienen esta condición, a menudo con múltiples técnicos de HVAC que no logran detectar el problema antes de mi visita a pesar de los síntomas obvios (poco o ningún condensado producido por el sistema de AC).

- Durante las primeras fases de la pandemia de Covid-19, los funcionarios de salud pública pidieron a los gerentes de escuelas de todo el país que mejoraran los filtros de su sistema HVAC centralizado a MERV 13 y configuraran los ventiladores para circulación continua. Sin embargo, un número considerable de gerentes de edificios informó que estos sistemas, "no podían manejar la presión de una actualización del filtro". Esta declaración fue tomada en su mayoría al pie de la letra por los funcionarios de salud pública y los padres de familia, a pesar de que la gran mayoría de los casos fueron 1) la corroboración de información a través de manuales de equipos no se proporcionó en ningún caso que conozca, y 2) no se basó en mediciones de presión (presión estática externa) (TESP) tomadas del equipo en ningún caso que conozca. En la gran mayoría de los casos, las personas que hacían esta afirmación ni siquiera poseían las herramientas o el conocimiento para medir el TESP. Al evaluar esta afirmación en persona y de forma remota varias veces, aún no he encontrado una conclusión respaldada por datos, lo que sugiere que la posición predeterminada debería ser que la afirmación es falsa.
- A mediados de los 90, John Proctor creó [CheckMe](#) como una herramienta para evaluar las afirmaciones falsas desenfrenadas de los técnicos que cargaban refrigerante. Los datos recogidos por Proctor en 8.873 sistemas sugerían que el 65% necesitaban ajuste de reparación de carga. Estas reparaciones en gran medida no se habrían descubierto en ausencia de la herramienta CheckMe.
- La electrificación en respuesta al calentamiento global ha ganado correctamente una significativa tracción política. Sin embargo, la electrificación requerirá la adopción generalizada de bombas de calor en climas fríos, la mayoría de las cuales actualmente requieren la instalación y verificación de carga de refrigerante presencialmente. El refrigerante de equipo residencial más común hoy en día es el R410a, que tiene un potencial de calentamiento global (GWP 2088) algo un poco alto. Los procedimientos para la instalación de sistemas "herméticos y secos" están contenidos en manuales de equipos y ampliamente difundidos por guías de campo de la industria y estándares. En principio, el cumplimiento de estos estándares de instalación hace que la falla a corto plazo sea extremadamente rara. Sin embargo, a pesar del acceso generalizado a estos estándares, muchos de los beneficios de la electrificación están siendo recuperados por tasas altas de fuga de refrigerante inesperado, principalmente debido a una falla sistemática de los obreros de HVAC a seguir las mejores prácticas.

La competencia en HVAC es un fuerte determinante del éxito de la intervención de IAQ. Sorprendentemente, los expertos en salud pública han evitado en gran medida examinar la fuerza laboral que presumiblemente se encargaría de realizar la mayoría de las intervenciones que ellos proponen. En parte, sospecho que esto se debe a diferencias en sus respectivas culturas, tareas realizadas dentro de ellas y algunas diferencias intrínsecas entre el trabajo de cuello blanco y de cuello azul.

El trabajo de salud pública es similar a la mayoría del trabajo de conocimiento en el que 'hacer' es físicamente mínimamente distinto de 'investigar', 'proponer' o 'planificar'. Con respecto al trabajo físico, hablar o escribir es mucho más fácil. Además, el trabajo de cuello blanco a menudo se caracteriza por mayores niveles de transparencia, y la deshonestidad está mal vista y frecuentemente hay que rendir cuentas. Ninguno de estos es cierto en el trabajo de HVAC, donde la honestidad no es una norma cultural fuerte, y muchas tareas carecen de la suficiente transparencia para permitir su supervisión.

4. Recomendaciones

Durante muchos años, las habilidades deficientes han resultado en resultados subóptimos para los ocupantes de muchos edificios. Por ejemplo, al comienzo de la pandemia de Covid-19, muchos profesores habían sufrido por años de problemas de confort aparentemente intratables a pesar de muchos intentos fallidos de reparación. Una vez que la pandemia llegó, estos profesores entendieron que la ventilación y la filtración proporcionadas por los mismos técnicos tenían una verificabilidad inherentemente menor que los trabajos de HVAC anteriores. Naturalmente, dudaban en dejar la salud de los ocupantes a las mismas personas que les habían fallado con frecuencia. Por lo tanto, el éxito de las futuras intervenciones de IAQ depende significativamente de proporcionar información clara y verificable a los ocupantes de los edificios.

Intervenciones que probablemente fracasarán

La complejidad y la opacidad predicen fuertemente el fracaso. Las tareas que involucran la medición directa del flujo de aire o sus proxies de larga data (temperatura y presión) son especialmente problemáticas, ya que no se entienden bien. La mayoría de los técnicos no tendrán el conocimiento o las herramientas para cuantificar el flujo de aire. Téngase en cuenta que los técnicos y los gerentes mienten habitualmente, por lo que preguntar si un individuo o una empresa puede realizar una tarea tiene el potencial de elegir la mentira en lugar de la competencia.

Supongamos que quisiéramos inventar un dispositivo aparentemente viable pero pragmáticamente horrible que explotara los peores rasgos de la industria.

Probablemente crearíamos algo como UV en conducto que depende de un rango estrecho de velocidad de flujo de aire, instalado en un sistema capaz de proporcionar demasiado/poco flujo de aire para que el dispositivo sea efectivo. Añadiríamos la posibilidad de que el dispositivo pudiera instalarse en múltiples configuraciones ([al revés o boca abajo](#)) o en múltiples ubicaciones (plenos de suministro o retorno o troncos) con impactos en el rendimiento y la seguridad de cada uno. Finalmente, añadiríamos la condición de que el dispositivo no transmitiría su rendimiento subóptimo a los instaladores o usuarios finales. Si bien puede haber algunas otras condiciones que podríamos añadir para empeorar esto, probablemente hemos creado un dispositivo que está prácticamente garantizado de que no funcionará de manera efectiva, mientras que al mismo tiempo proporciona a los ocupantes de los edificios ingenuos la ilusión de mayor seguridad. Curiosamente, la percepción actual de la salud pública sobre la capacidad de la industria de HVAC encontraría pocas fallas con este dispositivo siempre que su instalación en condiciones óptimas produjera resultados favorables.

Intervenciones que probablemente tendrán éxito

La intervención ideal requiere una sofisticación técnica mínima, y su funcionamiento adecuado es comprensible y visible, idealmente incluso para los ocupantes. Cuando sea necesario, el estudio experto debe ser realizada por personas con conexiones mínimas con la industria de HVAC. Muchas intervenciones actuales son ampliamente prometedoras, pero dejan un margen significativo para la mejora. Dado las limitaciones propuestas aquí, sugiero lo siguiente:

- Mostrar [CO2](#) como [proxy](#): El dióxido de carbono es un buen indicador de la calidad del aire interior en general, y específicamente del riesgo de transmisión de virus respiratorios. Aunque los monitores de CO2 portátiles se han vuelto algo comunes, hasta la fecha las pantallas públicas visibles han ganado muy poco terreno. En parte, esto se debe a la complejidad de los objetivos claros para las habitaciones en las que están presentes tanto la ventilación mixta como la filtración. Sin embargo, probablemente esto podría abordarse a través de múltiples objetivos en habitaciones con filtros independientes con una Tasa de Suministro de Aire Limpio (CADR) conocida.
- Mostrar la Tasa de Suministro de Aire Limpio (CADR) en filtros visibles e independientes. Los filtros independientes son mejores a los centrales porque las personas comunes no pueden verificar fácilmente las tasas de filtración del sistema central pero si las de los filtros independientes. Con mejoras en la visualización de CADR en filtros independientes, sería bastante sencillo para una persona laica sofisticada calcular aproximadamente los intercambios de aire filtrado en una habitación dada.
- Adoptar estándares para los intercambios de aire UV y mostrarlos: La UV es una intervención muy prometedora para reducir la transmisión de enfermedades. Ya hemos establecido que la UV en conducto tiene un fuerte potencial de fracaso.

Sin embargo, a diferencia de la filtración y la ventilación, la UV actualmente carece de un estándar acordado de tasa de trabajo. En consecuencia, las versiones actuales independientes de la tecnología carecen de pantallas visibles que muestren una operación efectiva.

- Mejorar la transparencia del trabajo necesario de HVAC: Cuando se requiere servicio o instalación de HVAC, la transparencia debería ser la posición predeterminada. Los técnicos deben geotag las fotos de rendimiento medido y diagnósticos. Las afirmaciones sobre los parámetros y limitaciones del equipo deben incluir fotos geotag de placas de identificación y secciones resaltadas de los manuales de instalación (la mayoría de los manuales son accesibles a través de búsqueda web actualmente).
- Mejorar la transparencia de los cálculos de ventilación: La mayoría de los cálculos de ventilación (incluyendo ASHRAE 62.1 & 62.2) son moderadamente simples de realizar y no están conectados a las demandas rutinarias del trabajo de HVAC. Nuestra posición predeterminada debería ser tener estos cálculos al menos disponibles, - e idealmente verificados - por personas laicas interesadas.

La fuerza laboral de HVAC y obreros de mantenimiento de edificios son obstáculos significativos para las mejoras generalizadas de la calidad del aire interior (IAQ). Sin embargo, aceptar las limitaciones que he descrito no es aceptar el fracaso. Los fracasos históricos nos proporcionan un plan para el éxito, siempre y cuando los usemos para guiar nuestras acciones futuras.