



Documentación

NTP 358: Olores: un factor de calidad y confort en ambientes interiores

Les odeurs: Un facteur de qualité et confort à l'intérieur des bâtiments

Odours: A factor of indoor air quality and confort

Redactora:

M^a José Berenguer Subils
Licenciada en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

La percepción de un olor por el ser humano genera una respuesta de tipo psicofisiológico que justifica la importancia que en la vida diaria tiene el sentido del olfato. Los ambientes interiores tales como oficinas, centros comerciales, hospitales, etc., son espacios en los que, a menudo, la percepción de olores desagradables genera quejas sobre la calidad del aire. Por ello en los ambientes interiores, junto a alteraciones de la salud que puedan manifestarse, hay que considerar de forma especial efectos de tipo sensorial tales como olores o irritación, ya que la prevalencia de estos últimos en forma de síntomas y/o quejas entre los ocupantes de un edificio enfermo o que presente problemas es muy alta.

Introducción

El ser humano percibe el aire como la suma de dos sensaciones difícilmente diferenciables, una olfativa y otra química o irritante, que se dan de forma simultánea frente a muchos compuestos químicos. La sensación olfativa está localizada en una pequeña área de la cavidad nasal, afectada por un gran número de sustancias (aprox. 500.000) de las cuales 4000 pueden ser diferenciadas por las células olfativas, aunque la posibilidad de identificación sea muy limitada. La sensación irritante, que depende de las terminaciones nerviosas libres del nervio trigémino, se extiende por todas las membranas mucosas y se manifiesta, también, frente a un gran número de sustancias (aprox. 100.000) generando sensaciones pungentes que se describen como picor, irritación, quemazón, frescor, molestia, etc. En un edificio, el aire contiene cientos de compuestos químicos a concentraciones muy bajas, miles de veces inferiores a cualquier valor de referencia existente para aire, por lo que intentar su identificación y su control es imposible. Además, cuando ocurre un problema de aire cargado, irritante, molesto o de mal olor no existe, en general, un único responsable sino que se trata de un efecto combinado, por lo que se tiende a considerar a los olores en un interior como una clase única de contaminantes.

Casi todas las sustancias irritantes pueden también estimular las sensaciones olfativas. Normalmente se nota que un olor tiene un "toque" o un "algo" que implica la coactivación de ambas. Algunas veces los productos de limpieza e incluso productos de higiene personal "anuncian" su eficacia con un aroma a limpio o refrescante procedente de un compuesto con una sensación irritante. Cuando se realizan experimentos con personas se solicita, a menudo, a los participantes que separen, frente a un estímulo, los atributos de olor de los de irritación. Para ello puede recurrirse a personas que carecen de la función olfativa o individuos anósmicos, ya sea por nacimiento o por accidente, y se compara su

respuesta frente a sujetos normales o normósmicos.

Para establecer la calidad de un aire no es suficiente con conocer la composición del mismo, sino que hay que tener en cuenta su impacto en las personas que lo respiran. Se puede definir un aire de calidad como aquel que aporta al ser humano lo que él quiere y, así, el aire en un edificio será de calidad alta o pobre según sus ocupantes estén, o no, conformes con él. En la práctica se pide que el aire que se respira, además de no representar ningún peligro para la salud, resulte fresco y agradable; cualidades estas últimas que están directamente relacionadas con la presencia de compuestos con olor.

Efectos sobre la salud

En el caso concreto de los olores, los efectos adversos descritos por la presencia en un interior de aromas, perfumes, humo de tabaco, olores no familiares o desconocidos, etc., incluyen efectos somáticos difícilmente justificables por las concentraciones presentes en aire. Entre los citados en la bibliografía se hallan náuseas, vómitos, dolor de cabeza, algunas reacciones aparentemente neurotóxicas, tales como comportamiento evasivo, pérdidas de memoria o problemas de concentración, interacciones con otros sistemas sensoriales o biológicos que provocan reacciones de hipersensibilidad y cambios en las pautas de respiración, y estrés, especialmente frente a olores repetitivos y/o no identificados. Algunos de estos efectos dependen de la dosis y pueden aumentar con el tiempo.

Principales fuentes contaminantes de olores

Es importante distinguir entre los olores procedentes del exterior, que pueden llegar al edificio a través de los sistemas de renovación de aire o por infiltraciones a través del suelo o desagües, y los generados en el interior del propio edificio. Los primeros están muy influidos por la situación del edificio respecto al entorno, especialmente por su proximidad a zonas de tráfico intenso, a vertederos, a actividades agrícolas o a instalaciones industriales. Sin embargo, la mayoría de olores tienen su origen en el propio interior del edificio, siendo la causa principal sus ocupantes y las actividades por ellos desarrolladas. En el Cuadro 1 se recogen las principales fuentes contaminantes de olores que pueden afectar un ambiente interior.

Cuadro 1: Principales fuentes contaminantes de olores

ORIGEN	ENTRADA O GENERACIÓN	EJEMPLOS
EXTERIOR	Ventilación	Humos de escape de automóvil, asfaltado, construcciones
	A través del subsuelo	Derrames y fugas de productos químicos en depósitos enterrados
	Desagües	Alcantarillado
INTERIOR	Ocupantes	Bioefluentes, humo de tabaco
	Actividades	Material de oficina, fotocopiadoras, impresoras laser, cocinas, mantenimiento y limpieza
	Estado del edificio	Humedades, aire acondicionado
	Obras	Disolventes, adhesivos, pinturas, barnices
	Materiales de construcción (incluyendo adsorción/emisión)	Paneles, moquetas, tapicerías, mobiliario

Características de un olor

Desde el punto de vista de su percepción, un olor presenta cuatro características que permiten su definición y medida y que se resumen en el Cuadro 2.

Cuadro 2: Características de un olor. Definiciones

INTENSIDAD	Fuerza de la sensación percibida
CALIDAD	Carácter diferenciador y grado de parecido de un olor
ACEPTABILIDAD	Grado de gusto o disgusto de una sensación de olor
UMBRAL DE OLOR	Concentración mínima de un estímulo odorífico capaz de provocar una respuesta

La intensidad o fuerza de un olor depende de la concentración en aire del compuesto(s) que lo origina y varía según una función exponencial:

$$I = kC^n$$

El exponente n varía en un margen aproximado entre 0,2 y 0,7, y es un parámetro crítico como indicador de la efectividad relativa de la dilución para el control de un determinado olor.

Existen diferentes métodos para establecer la fuerza relativa de un olor. Algunos, como el propuesto por la American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) define una escala:

0 = sin olor o justo reconocible, 1 = olor ligero, 2 = olor moderado y 3 = olor fuerte. Otros utilizan el concepto de unidades de olor que indican el número de volúmenes de aire limpio (sin olor) necesarios para diluir el olor existente en el ambiente hasta el umbral de olor. También pueden usarse diferentes concentraciones de un compuesto de referencia como el n-butanol.

En el caso de mezclas, se presentan efectos interactivos complejos ya que la intensidad percibida es inferior a la suma de las intensidades percibidas para cada uno de los componentes individuales. De forma aproximada puede estimarse la fuerza de una mezcla con olor, con una exactitud del $\pm 50\%$, a partir del componente individual de mayor olor.

La calidad de un olor o carácter: permite describir y diferenciar cualitativamente los distintos olores. Son ejemplos típicos términos y expresiones tales como afrutado, mohoso, rancio, perfumado, olor a sudor, a alcantarilla, a nuez, a creosota, a podrido, a quemado, etc. En el caso de que se presenten simultáneamente dos olores, si la calidad u olor característico de cada uno de ellos es lo suficientemente diferente, podrán distinguirse separadamente. Ello explica los fracasos que se obtienen a veces al intentar enmascarar un olor con otro en teoría agradable.

La aceptabilidad o tono hedónico de un olor: es un factor totalmente subjetivo que permite hablar de olores agradables, desagradables, nauseabundos, etc. En un ambiente

interior suele ser una característica poco significativa ya que al estar la percepción de un olor basada en una combinación entre la frecuencia de aparición, su calidad y su intensidad, incluso olores aceptados con agrado tales como perfumes, comida, café, etc. pueden ser molestos según el momento en que se manifiesten o si se prolongan en el tiempo. Además, una exposición continua y prolongada a ciertos olores puede causar una disminución en la habilidad para percibirlos al desarrollarse una adaptación olfatoria.

Umbral de olor: Es un valor teórico obtenido a partir de un porcentaje especificado de la población. No es un hecho fisiológico o una constante física sino que representa un valor estadístico.

Es conveniente distinguir entre:

- **Umbral de detección:** o concentración mínima del compuesto que producirá una respuesta sensorial en los receptores olfativos de una población dada, en un porcentaje que, por convención, se ha especificado sea el 50%, aunque se puede subir al 100% si se quiere incluir a la población menos sensible o reducirlo al 10% para considerar sólo a la más sensible, y
- **Umbral de reconocimiento:** o concentración mínima a la que una parte de la población (generalmente el 50%) es capaz de describir el olor de un compuesto.

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 1987), en su Guía de Calidad de Aire para Europa, considera también un umbral de molestia:

- **Umbral de molestia o concentración** a la que sólo una pequeña proporción de la población (< 5%) manifiesta molestias durante una pequeña parte del tiempo (< 2%). Dado que la sensación de molestia puede estar influida por factores psicológicos y socioeconómicos, un umbral de molestia no puede definirse sólo en base a la concentración.

A modo de resumen puede decirse que el umbral de detección está relacionado con la intensidad, el de reconocimiento con la calidad y el de molestia con la aceptabilidad.

Existen varios trabajos sobre olores en los que se recogen los datos disponibles sobre este tema. La American Industrial Hygiene Association (AIHA) publicó en 1989, como ayuda para la investigación higiénica, una revisión crítica datos sobre umbrales de olor (detección y reconocimiento) para compuestos con valor límite de exposición para puestos de trabajo (TLV). Comparando estos datos con valores umbral de irritación se observa que los valores de olor suelen ser muy inferiores a los de irritación y, por tanto, no es por criterios de irritabilidad que se justifican las quejas y molestias que su presencia en un ambiente interior, e incluso al aire libre, genera entre la población. Una excepción importante es el formaldehído, contaminante muy frecuente en interiores, que, según datos de la OMS, tiene un umbral de olor de $0,06 \text{ mg/m}^3$ y un umbral de irritación de $0,1 \text{ mg/m}^3$ para exposiciones cortas.

Evaluación de un olor

Dada la complejidad del factor olor dentro de la percepción general de un ambiente interior, su evaluación es una herramienta crítica para el establecimiento de la calidad del aire y se ha convertido en una ciencia especializada, con una aplicación directa en aquellos casos en que es difícil establecer una diferencia clara entre olores molestos y problemas de disconfort. La ASHRAE (Standard 62-1989) ha desarrollado unos estándares de

ventilación destinados a limitar en los edificios los problemas de olor debidos a sus ocupantes, principalmente bioefluentes y humo de tabaco, para lo cual establece unos aportes de aire basados en unidades por persona. En realidad, como ya se ha comentado, en un interior hay otras fuentes contaminantes responsables de la presencia en aire de un gran número de compuestos químicos con muy variados límites olfativos (con factores de hasta 1010). La determinación química de los mismos no aporta salvo excepciones, ninguna solución a las quejas de olor que se asocian, con frecuencia, con el Síndrome del Edificio Enfermo. En principio es preferible otro enfoque consistente en preguntar a la gente cómo percibe el aire y expresar su calidad como porcentaje de insatisfechos en un determinado momento, por ejemplo justo al entrar en un ambiente. En 1988, Fanger definió las bases para una mejor comprensión de muchos de los problemas que se manifiestan en un interior al incorporar este concepto a sus estudios e introducir dos unidades nuevas, el olf y el decipol, para cuantizar las fuentes contaminantes y los niveles de contaminación tal como los percibe el ser humano.

Un **olf** se define como la contaminación emitida (bioefluentes) por una persona estándar, es decir un adulto medio que trabaja en una oficina o en un entorno no industrial similar, sedentario, que está en una ambiente de confort térmico, y que tiene un estándar higiénico equivalente a 0,7 baños/día.

A partir de esta definición de olf cualquier otra fuente contaminante puede expresarse en número de olfs, es decir, en número de personas estándar necesarias para que el aire resulte igualmente insatisfactorio. La calidad de un aire puede, por tanto, expresarse en función del porcentaje de insatisfechos, es decir del número de personas que cuando entran en un local encuentran el aire inaceptable. Se toma como referencia un ser humano porque existe un buen conocimiento de como percibe éste los bioefluentes.

Dado que la contaminación del aire depende de la fuente contaminante y de la dilución de esta contaminación que se logre con la ventilación, se define un decipol como la contaminación ambiental generada por una persona estándar (un olf), pero teniendo en cuenta un aporte de 10 L/s de aire no contaminado (1 decipol = 0,1 olf / (L/s)). Es decir, un decipol es la calidad de aire percibida en presencia de un olf ventilado a 10 L/s con aire fresco. A medida que aumente el número de decipoles disminuirá la calidad del aire y aumentará el número de insatisfechos.

En edificios bien ventilados con fuentes de contaminación bajas (edificios sanos) la contaminación percibida en el aire está por debajo de 1 decipol lo cual, según los estudios realizados, implica un máximo del 15% de insatisfechos. Los espacios con poca renovación o con fuentes contaminantes de importancia, pueden percibir una contaminación en el aire de 10 decipol o un 60% de insatisfechos. En la práctica el objetivo de conseguir en un interior una calidad de aire de 0,1 decipol o de un 1 % de insatisfechos es difícil de alcanzar.

Existen propuestas para utilizar estas unidades para calcular la ventilación necesaria desde el punto de vista del confort y lograr un determinado nivel de calidad de aire. Para ello se expresa en olfs la potencia (o fuerza) de cada una de las fuentes contaminantes presentes en un interior y su suma da la carga sensorial u olfativa con la que se calculan las tasas de ventilación adecuadas. Hay que tener en cuenta que por el momento el olf y el decipol sólo pueden medirse usando al hombre como unidad de medida lo cual significa usar paneles de opinión. Es un desafío para el futuro desarrollar un instrumento que pueda medir la "contaminación percibida" en aire, es decir un medidor de decipoles.

Hay que destacar que los decipoles no informan respecto a si la contaminación existente representa un peligro para la salud ya que cualquier riesgo específico debe considerarse

por separado. Sin embargo, debe considerarse que en algunos casos puede representar una primera aproximación en este sentido.

La realización de medidas mediante paneles puede ser en algunos casos necesaria para verificar, en la práctica, que los requerimientos de confort se cumplen. Pueden hacerse utilizando paneles no entrenados aunque la mayoría de investigadores prefieren personas entrenadas (expertos). En ambos casos los panelistas deben refrescar primero sus sentidos respirando un aire de buena calidad, ya sea exterior o en una habitación especial, y emitir su opinión inmediatamente después de entrar en contacto con el aire a estudiar. Los dos métodos más utilizados para evaluar la calidad de un aire son el método decipol y el método umbral:

- El **método decipol** utiliza un panel de unas 10 personas entrenadas para evaluar la calidad de un aire directamente en decipoles. Para ello utiliza como referencia 2-propanona y la producción del olor se basa en la evaporación pasiva de este compuesto que se hace llegar al panelista mediante un flujo de aire constante. Previamente se ha establecido (265 personas) la relación entre calidad de aire percibida en decipoles y concentración en aire de 2-propanona y esta relación se utiliza para entrenar a las personas que van a efectuar las mediciones.
- En el **método umbral** se diluye una muestra de aire con aire limpio (sin olor) para determinar la dilución a la cual el 50% de un panel de 8 personas ya no puede distinguir entre el aire diluido y el aire limpio. El número de diluciones, expresado en unidades de olor por m^3 de aire a $20^{\circ}C$ (u.o./ m^3), es el valor numérico para la concentración de olor de la muestra de aire original.

Una de las mayores dificultades que se presentan para la medición y evaluación de un olor es el amplio margen de variables existentes. Además de las diferentes percepciones individuales, hay factores tales como la humedad y la temperatura que afectan la sensibilidad para el olor e incluso pueden aumentar su intensidad. Por otra parte es difícil establecer generalizaciones en este campo, aunque los estudios realizados parecen indicar que las mujeres son más sensibles a los olores que los hombres.

Criterios para la valoración de un efecto sensorial

En la práctica, para valorar un efecto sensorial suelen utilizarse indicadores que permitan estimar o predecir su intensidad y que son los utilizados por las normas de ventilación, ya que lo que éstas pretenden es dar unas condiciones para disponer de un aire de calidad.

Cuadro 3: Indicadores de olor y valores de referencia

TIPO DE MEDICIÓN	VALOR DE REFERENCIA
Compuestos orgánicos volátiles totales	0,2 mg/ m^3 (Mølhave) ^{a)}
Dióxido de carbono ^{b)}	1000 ppm (ASHRAE)
Concentración de tolueno en el tiempo ^{c)}	—

- a. A concentraciones de 3 mg/m³ el olor es significativo.
- b. Representativo de la concentración de bioefluentes presentes.
- c. Indicativo de la variación de la intensidad del olor.

Por su parte la OMS (1987) propone para una serie de compuestos unos valores que no deben superarse para evitar molestias por olor (nivel de molestia) y que se recogen en el Cuadro 4 que también incluye, a título comparativo, los valores de referencia propuestos para evitar efectos, no cancerígenos, para la salud. Además en un informe sobre "Calidad de aire interior: contaminantes orgánicos" (1989) recomienda para aire interior no industrial que los compuestos con olor, no deseados, no deben estar presentes en una concentración que exceda el umbral de detección ED₅₀ (Obtenido a partir de las curvas dosis-respuesta, siendo la dosis efectiva para la cual el 50% de la población responde).

Cuadro 4: Valores de referencia para algunas sustancias en aire, según la OMS, basados en molestias sensoriales por olor y en efectos para la salud, no cancerígenos

COMPUESTO	VALOR DE REFERENCIA BASADO EN EFECTOS SENSORIALES O MOLESTIAS POR OLOR (30 minutos)	VALOR DE REFERENCIA BASADO EN EFECTOS PARA LA SALUD NO CANCERÍGENOS (24 horas)
ESTIRENO	70 µg/m ³	800 µg/m ³ (tracto respiratorio y sistema nervioso central)
FORMALDEHÍDO	100 µg/m ³	100 µg/m ³ (irritación ocular)
TETRACLOROETILENO	8 mg/m ³	5 mg/m ³ (sistema nervioso central)
TOLUENO	1 mg/m ³	8 mg/m ³ (irritación mucosas)
SULFURO DE CARBONO	20 µg/m ³ (fabricación viscosa)	100 µg/m ³ (cambios neurológicos)
SULFURO DE HIDRÓGENO	7 µg/m ³	150 µg/m ³ (irritación ocular)

Bibliografía

(1) AMERICAN INDUSTRIAL HYGIENE ASSOCIATION (ACGIH)

Odor Thresholds for Chemicals with Established Occupational Health Standards
ACGIH, Akron, OH., 1989

(2) AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE)

Ventilation for Acceptable Indoor Quality
ASHRAE Standard 62-1989. Inc., Atlanta, GA., 1989

(3) BLUYSSSEN, P. M., WALPOT, J. I.

Sensory evaluation of perceived air quality. A comparison of the threshold and the decipol method.

Proceedings of Indoor Air⁹³. Vol 1, Helsinki, 12, 1993

(4) FANGER, P. O.

Introduction of the olf and decipol unit to quantify air pollution perceived by humans indoors and outdoors

Energy and Buildings, 12, 1-6 1988

(5) MOLHAVE, L

Human reactions to controlled exposures to VOC's and the "Total VOC" concept

Chemical, Microbiological, Health and Confort Aspects of Indoor AirQuality - State of theArt in SBS. Eds Knöppel, H. y Wolkoff, P. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands, 1992

(6) ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS)

Air Quality Guidelines for Europe

WHO Regional Publications, European Series N^o. 23. Copenhagen, 1987

(7) ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS)

Indoor air quality: organic pollutants

EURO Reports and Studies N^o 111, WHO Regional Office for Europe. Copenhagen, 1989

(8) YOCOM, J. E. Y McCARTHY, S. M.

Measuring Indoor Air Quality. A Practical Guide

John Wiley & Sons, Inc. Chichester, England, 1991