

Non solo muffe o CO₂ o SARS-CoV-2 se parliamo di qualità dell'aria interna.

Valentina Raisa - Architetto

Alla fine del mese di dicembre 2021 esce sulle principali testate giornalistiche una notizia inerente all'importanza della ventilazione degli ambienti chiusi. L'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità) l'avrebbe definita la quinta strategia per combattere i contagi dovuti al ben noto virus che ha iniziato a circolare in Italia presumibilmente da febbraio 2020. Immagino che, assieme a me, altri colleghi che si occupano da molti anni di IAQ (Indoor Air Quality) si siano domandati: "ci voleva una pandemia per comprendere come la ventilazione degli ambienti interni sia così tanto importante?". Nel prosieguo cerco di esporre in maniera volutamente sintetica quali sono le cause dell'inquinamento dell'aria interna e come la ventilazione si sia dimostrata una strategia utile per prevenire patologie dell'edificio e delle persone.

Inquindoor '89 e le Linee Guida 2001

I primi studi sulla qualità dell'aria interna risalgono almeno a due secoli fa. Senza partire dalle analisi del 1853 di M.J. von Pettenkofer, professore di igiene all'Università di Monaco, basta riferirsi all'anno 1989 quando la provincia di Milano realizzò un importante convegno sull'inquinamento dell'aria negli ambienti interni. Esso si chiamò Inquindoor '89 e fu accompagnato da una importante pubblicazione. Potete osservare la sua copertina in figura 1. Gli esperti che vi parteciparono illustrarono come, per troppi anni, le indagini sulla qualità dell'aria avessero interessato solo gli inquinanti atmosferici, trascurando però quelli degli ambienti "confinati".



Figura 1 – copertina della pubblicazione Inquindoor '89.

Nel 2001 uscì il Supplemento Ordinario n. 252 della Gazzetta Ufficiale Serie Generale n. 276 del 27-11-2001, interamente dedicato al tema dell'inquinamento degli ambienti "confinati", come si può vedere in figura 2. Si tratta di un documento molto copioso ed estremamente interessante che è possibile acquisire tramite internet. La sua finalità era quella di promuovere le iniziative di promozione della salute e di prevenzione dei rischi presenti nell'ambiente interno. Perché? Per abbattere i costi sociali dovuti alle cure di malattie la cui incidenza era sempre più in ascesa, come asma, allergie respiratorie ed altre patologie più gravi.

Le linee guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati, infatti, riportano molto chiaramente come i livelli di concentrazione che gli inquinanti raggiungevano all'interno degli edifici fossero generalmente uguali o superiori a quelli dell'aria esterna e come le esposizioni indoor fossero maggiori di quelle outdoor poiché la quantità di tempo trascorso dalle persone all'interno degli edifici è molto maggiore di quello trascorso all'esterno. Dal 2001 ad oggi gli edifici sono molto più "sigillati" e quindi, ovviamente, possiamo ragionevolmente pensare che il problema si sia amplificato.

	<p>Figura 2 – copertina del S.O. 252 della G.U. 276 del 27-11-2001</p>
--	--

Le pubblicazioni citate hanno due punti in comune: elencano e descrivono tutti i possibili inquinanti degli ambienti interni soffermandosi sugli effetti nocivi che possono comportare per la salute dell'uomo ed in più suggeriscono la ventilazione degli ambienti come strategia per tutelare la salute. Si chiede di porre attenzione al fatto che la ventilazione – ossia la presenza di un sistema progettato per il rinnovo dell'aria che deve funzionare indipendentemente dall'utenza – non corrisponde all'aerazione che è un'azione volontaria di apertura dei serramenti da parte delle persone.

Inquinanti indoor e loro effetti sulla salute

I vari inquinanti degli ambienti interni si possono raggruppare in tre categorie: contaminanti biologici, chimici e fisici.

I **contaminanti biologici** si possono catalogare come prodotti di uomo e animali, polvere, allergeni. Si tratta per lo più di particelle organiche disperse (bioaerosol) costituite da microrganismi vitali, pollini, spore acari e altro materiale biologico derivante. L'uomo può essere fonte di contaminanti biologici se emette agenti infettanti nel corso di malattie delle prime vie aeree trasmissibili per contagio diretto oppure in maniera indiretta mediante diffusione nell'aria e nelle superfici.

Nei **contaminanti chimici** possono essere annoverati ossidi di zolfo e di azoto, monossido di carbonio, ozono, particolato aerodisperso, composti organici volatili, benzene, formaldeide, Idrocarburi aromatici policiclici, fumo di tabacco ambientale (e di legna), antiparassitari, amianto e fibre minerali sintetiche. Alcuni sono originati proprio negli ambienti interni, mentre altri possono penetrare con l'aria esterna, ad esempio in occasione di fenomeni di elevato inquinamento esterno.

Tra i **contaminanti fisici** occorre fare una distinzione tra radiazioni ionizzanti e radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti. Le prime sono legate alla possibile esposizione dovuta alla presenza di gas radon. Le seconde invece vengono prodotte nelle vicinanze di tutti i conduttori elettrici al passaggio della corrente.

Per quanto riguarda i possibili effetti sulla salute di tutti gli inquinanti sopra citati, si potrebbe scrivere un trattato! Non a caso ci sono migliaia di pubblicazioni scientifiche sul tema. In questo articolo si vogliono solamente fornire alcune informazioni generali in maniera che, chi non ha familiarità con la materia, possa acquisire alcuni riferimenti per approfondirla in un successivo momento.

Vediamo ora alcuni rischi che si possono correre se esposti ad alcune delle sostanze di cui si è appena parlato. Un contaminante non è molto conosciuto è il **radon**, gas radioattivo inodore ed incolore che non è presente in tutte le zone d'Italia: per questo motivo esistono delle specifiche mappature che possono essere individuate in rete. La prolungata esposizione al radon è stata associata come seconda causa di manifestazione del cancro al polmone dopo il fumo di sigaretta.

Un inquinante di cui purtroppo si sente parlare ancora troppo spesso è il **monossido di carbonio**, anch'esso inodore ed incolore, che viene prodotto durante i processi di combustione. Il suo accumulo in spazi completamente o parzialmente chiusi può provocare la morte per avvelenamento di persone ed animali presenti.

Anche l'**ozono**, i cui livelli elevati nell'aria esterna spesso preoccupano durante la stagione estiva, può essere presente in alte concentrazioni in ambienti dove ci sono stampanti laser e fax o apparecchi che producono raggi ultravioletti. A seconda della concentrazione induce irritazione ad occhi e gola o all'apparato respiratorio, oppure tosse, mal di testa ed un senso di oppressione al torace che rende difficoltosa la respirazione. Soggetti particolarmente sensibili possono essere soggetti ad attacchi di asma anche a basse concentrazioni. Alla alta concentrazione di 1,7 ppm può produrre edema polmonare.

Spesso, poi, si sente parlare dei **composti organici volatili (VOC)** che sono molto diffusi: sono una serie di sostanze (tutte contenenti carbonio, da cui il termine organico) in miscele complesse che evaporano con facilità già a temperature ambiente. Possono essere emessi da materiali da costruzione e di arredo, nonché da colle, solventi, prodotti per la pulizia della casa, ecc. Possono provocare danni a breve termine (irritazioni agli occhi, al naso e alla gola, mal di testa, nausea, vertigini, affaticamento, dispnea, asma e reazioni allergiche cutanee) e a lungo termine (effetti cronici che, a seconda del composto che li genera, comprendono danni ai reni, al fegato, al sistema nervoso centrale) sulla salute umana. Inoltre, alcuni composti organici volatili (benzene e formaldeide) sono inseriti nelle liste dell'International Agency for Research on Cancer (IARC) come cancerogeni per l'uomo.

Collegato a questo formulo un interrogativo: non vi siete mai chiesti come mai sulle etichette di vari detersivi o deodoranti si vede scritto "arieggiare abbondantemente dopo l'utilizzo prima di soggiornare"?

Passiamo ora agli **acari**, fra gli esseri viventi più antichi sulla superficie della terra, che hanno dimensioni di circa 200-300 micron per cui sono invisibili ad occhio nudo. Le loro feci, liberandosi nell'aria, possono essere

facilmente inalate ed entrare a contatto con organi o apparati sensibili provocando la tipica sintomatologia allergica. Anche gli **allergeni** degli animali hanno pochi micron di dimensione: una volta essiccati, possono essere facilmente sospesi e trasportati nell'aria. Si concentrano prevalentemente nella polvere, nei cuscini, materassi, coperte e piumoni. Essi possono indurre nei soggetti allergici difficoltà nella respirazione, con respiro sibilante o tosse, starnuti, ma anche prurito agli occhi, eczema, rinite allergica e congiuntivite. In alcuni casi i sintomi possono essere così cuti da indurre una condizione di stato asmatico.

Spesso poi si parla del **biossido di carbonio, CO₂**, come inquinante degli ambienti interni: è un prodotto della combustione e del processo di respirazione. È anche noto che l'anidride carbonica, quando monitorata, è assunta come "indicatore" del livello dell'inquinamento degli ambienti interni. Infatti, è ragionevole pensare – ed è stato rilevato - che al crescere della sua concentrazione aumentino anche quelle degli altri contaminanti. In letteratura è possibile individuare vari studi che associano all'aumento del livello di CO₂ negli ambienti una riduzione delle prestazioni (come la capacità di apprendimento nelle scuole) e della produttività dei lavoratori: ne cito uno molto importante realizzato da un gruppo di lavoro internazionale della REHVA (Federazione Europea delle Associazioni Culturali del settore della Climatizzazione), pubblicato in Italia nel 2008 in seguito ad una traduzione dall'inglese: "Clima interno e produttività negli uffici".

In ultimo vorrei citare cosa accade, specialmente nelle residenze, quando la concentrazione di **vapore acqueo** non è tenuta sotto controllo. Il vapore di per sé non è sostanza inquinante, ma la sua presenza in quantità eccessiva può dare luogo alla formazione di **muffe** più o meno visibili (come, ad esempio, sulle superfici fredde retrostante armadi) e favorire lo sviluppo di microrganismi. Le muffe, nello specifico, appartengono al regno dei funghi e quindi possono emanare spore che si disperdono nell'aria. Se esse atterrano su un punto bagnato o umido, possono trovare le condizioni favorevoli per crescere. La presenza di muffe è associata all'insorgere di malattie legate all'apparato respiratorio come irritazione di naso, occhi e gola, emicrania e difficoltà di concentrazione, fino ad arrivare alla rinite allergica, asma e polmonite da ipersensibilità.

La ventilazione degli edifici come strategia per migliorare la qualità dell'aria interna

Il paragrafo precedente, seppur sintetico e non esaustivo, ha voluto evidenziare come la presenza di contaminanti all'interno degli ambienti possa provocare svariate patologie. Lo stesso Ministero della Salute, nel 2001, si dedicò all'approfondimento di questa tematica perché ogni malattia che deve essere curata comporta dei costi che incidono sulla gestione della Sanità Pubblica. Se esistono delle modalità per fare in modo che le persone non si ammalino è importante metterle in atto, anche al fine di risparmiare il denaro della collettività. La ventilazione è una importante strategia, soprattutto quando non è possibile controllare le fonti di emissione dei contaminanti: a questo proposito tutte le direttive europee sull'efficienza energetica nell'edilizia ne parlano in questi termini, sino dalla prima edizione del 2002 (2002/91/CE e successivi aggiornamenti). Questo è provato non solo da memorie scientifiche – ho affermato nell'incipit che ce ne sono migliaia – ma anche dalla pratica professionale. Basti pensare che i primi sistemi di ventilazione meccanica

residenziali sono stati inventati in Francia alla fine degli anni '60 per evitare la proliferazione di muffe sui ponti termici generati da costruzioni con un telaio in cemento armato non isolato, unitamente ad una bassa altezza interna (circa 2,60 m) e a volte una elevata densità abitativa. Si scoprì allora che grazie al minuzioso controllo del ricambio dell'aria era anche possibile risparmiare energeticamente rispetto all'aerazione, cioè all'apertura dei serramenti. La Francia, non a caso, fu la prima nazione ad introdurre l'obbligatorietà della ventilazione meccanica negli edifici residenziali nel 1982 con un apposito decreto che implicò la realizzazione di un pacchetto di norme tecniche dedicate alla sua progettazione (calcolo delle portate d'aria, identificazione del numero di bocchette per la mandata e la ripresa, ecc). Da quel momento fino ad oggi la tecnologia è fortemente evoluta ed oggi il mercato può contare di svariate possibilità di realizzare la ventilazione degli ambienti, grazie anche a centrali molto evolute che permettono addirittura la filtrazione dell'aria esterna ed il recupero di calore.

C'è chi ancora afferma che i requisiti di salubrità ambientale interna si ottengono con l'aerazione, specialmente se abbondante. Questo, purtroppo, crea molti fraintendimenti. Mi è capitato di seguire una controversia legale come tecnico di parte di una famiglia che aveva acquistato nel 2009 un appartamento in classe C. Dopo poche settimane dall'occupazione si formarono abbondanti muffe in prossimità di alcuni angoli freddi e dietro gli armadi. I proprietari informarono il costruttore: egli replicò che ciò accadeva a causa di uno scarso ricambio d'aria e che quindi era necessario aerare abbondantemente e frequentemente. Questo protocollo venne applicato, ma il problema si fece ancora più evidente; inoltre, una bimba facente parte del nucleo familiare iniziò a manifestare problemi respiratori. Si aprì quindi un contenzioso durante il quale si scoprì che, nonostante il progetto dell'edificio prevedesse la posa di adeguato spessore di materiale isolante, esso non fu mai posto in opera. Questo causò la presenza di ponti termici non corretti sui quali, non a caso, si formavano le muffe. In questi frangenti è logico che aerare abbondantemente durante i mesi freddi peggiora il problema! Le superfici interne diventano ancora più fredde creando le condizioni ottimali per la proliferazione delle muffe. Inoltre, bisogna pensare che nelle stanze da letto il momento di maggiore generazione di vapore è la notte, quando le persone certo non si possono svegliare più volte per ricambiare l'aria! Il problema della presenza delle muffe fu definitivamente risolto installando un sistema di ventilazione meccanica, mentre quello della mancanza dell'isolamento termico previsto dal progetto, con un adeguato risarcimento economico.

Ha ancora senso nel 2022 parlare della sola aerazione degli ambienti?

Ho visto recenti immagini di studenti nelle loro aule scolastiche che sono stati costretti ad assistere alle lezioni in pieno inverno con i serramenti aperti per prevenire la diffusione della SARS-CoV-2. Quindi la risposta è senza dubbio: no! Se l'aerazione è saltuaria e avviene quando gli ambienti non sono occupati, forse può avere un senso, ma se essa deve comportare temperature dell'aria interna inferiori rispetto a quelle di progetto e

possibili correnti d'aria questo va a discapito del comfort interno e può comunque causare problemi di salute a causa del troppo freddo.

Inoltre, si aggiungono altre implicazioni riguardo all'aerazione:

- Non è possibile filtrare l'aria in ingresso: come gestire questo aspetto se agli ambienti sono a ridosso di arterie trafficate e quindi in zone molto inquinate?;
- Possono entrare i rumori esterni e privare gli studenti o i lavoratori della necessaria concentrazione;
- Non è possibile recuperare il calore dell'aria uscente, con conseguente sperpero di energia;
- Non è possibile adattare l'entità del rinnovo dell'aria a seconda delle necessità: nei mesi freddi e ventosi il ricambio d'aria può essere eccessivo, mentre nella mezza stagione completamente insufficiente;
- Non è possibile ricambiare l'aria durante in momenti di non occupazione degli ambienti: questo potrebbe essere molto importante in seguito ad operazioni di pulizia durante le quali potrebbero essere rilasciate sostanze inquinanti che rimarrebbero imprigionate sino alla successiva entrata degli studenti.

Analoghe considerazioni possono valere per tutti gli edifici terziari e residenziali.

Di contro, tramite un sistema di ventilazione meccanica è possibile controllare il rinnovo dell'aria, anche in base ai segnali ottenibili da sensori (ad esempio di CO₂), filtrare quando necessario l'aria in ingresso, recuperare il calore dell'aria espulsa per cederla a quella in entrata e temporizzare le accensioni e gli spegnimenti anche grazie alla domotica. La presenza di un impianto per il rinnovo meccanico dell'aria non impedisce, ovviamente, di poter aerare in caso di necessità.

Se parliamo di scuole e ventilazione meccanica si può segnalare una regione virtuosa: le Marche che hanno emanato un bando per l'installazione di impianti di ventilazione meccanica delle aule scolastiche. Le informazioni si trovano nella DGR n.148 del 15.02.2021 "Intervento straordinario per lo svolgimento in sicurezza delle attività didattiche a seguito dell'emergenza sanitaria da Covid-19 attraverso l'installazione nelle aule scolastiche di impianti di ventilazione meccanica". E' un vero peccato che in questi ultimi anni e soprattutto con l'emergenza legata alla pandemia degli ultimi anni non sia stato emanato un provvedimento di carattere nazionale, visto che la tematica non è sconosciuta!

Implicazioni progettuali e costi dei sistemi di ventilazione meccanica negli edifici esistenti

La progettazione di sistemi di ventilazione meccanica negli edifici esistenti può implicare a prima vista varie difficoltà principalmente a causa della mancanza di spazi tecnici per l'alloggiamento di centrali e canalizzazioni. Come anticipato, però, il mercato offre svariate soluzioni, tra le quali quelle collegate alla realizzazione di piccoli impianti decentralizzati, ossia indipendenti per ogni ambiente. Se pensiamo ad una

scuola, ogni aula scolastica potrebbe essere dotata del suo piccolo impianto meccanico indipendente per il rinnovo dell'aria. In effetti queste soluzioni sono già state adottate in vari istituti con risultati più che soddisfacenti. Il bando relativo alla regione Marche prevede risorse per €4.000/aula. Forse questo importo non è del tutto sufficiente, parametrizzato all'entità del rinnovo dell'aria da assicurare in ogni aula, ma sicuramente si tratta di un ottimo incentivo, non solo fiscale, ma anche "culturale" e metodologico. Le portate di rinnovo vanno calcolate secondo la normativa tecnica relativamente alla quale si è parlato in un precedente articolo: UNI EN 16798-1. Si ricorda che in Italia è ancora vigente la UNI 10339 del 1995 che è precedente all'uscita delle EPBD, ma è ancora citata in molti regolamenti edilizi; anche essa contiene i riferimenti per calcolare le portate di rinnovo dell'aria nei vari edifici ed al momento attuale è in revisione.

Riflessioni e conclusioni

In questo articolo sono stati sinteticamente analizzati vari aspetti collegati tra di loro: l'esistenza di studi sulla qualità dell'aria in Italia almeno dal 1989, i riconosciuti rischi per la salute legati ad una ventilazione insufficiente, l'inefficacia ed inefficienza dell'aerazione e l'importante e positiva ripercussione legata all'adozione di sistemi di ventilazione meccanica negli edifici residenziali e terziari. Tutte queste tematiche, oltre che affascinanti, sono trattate in innumerevoli studi e le nozioni da esporre potrebbero essere articolate in centinaia di pagine. L'auspicio è che il lettore, a partire dagli spunti offerti in questa breve trattazione, possa autonomamente approfondire il tema della qualità dell'aria negli ambienti confinati. Inoltre, si spera che il Governo approvi presto specifici incentivi fiscali per l'installazione di sistemi di ventilazione meccanica in tutti gli edifici con regole applicative meno complesse rispetto a quelle emerse nella FAQ 16D di ENEA del 2021 nell'ambito del Superbonus 110%. Inutile dire che se durante le scorse estati si fosse provveduto ad equipaggiare le aule con impianti di ricambio dell'aria meccanici sicuramente si sarebbe verificata una minore diffusione dei virus negli ambienti scolastici e, almeno, gli alunni non sarebbero stati costretti, quando presenti, a soggiornare in ambienti freddi con il rischio di ammalarsi, comunque.