

La gestione della trasmissione del SARS-CoV-2 e del conseguente rischio contagio: il punto di vista di un ingegnere

written by Giorgio Buonanno | 2 Aprile 2021

Potrebbe sembrare strano che un ingegnere possa discutere della trasmissione del SARS-CoV-2 ed intervenire direttamente nel dibattito pubblico sulle azioni intraprese dalle Autorità Sanitarie a tutela della salute pubblica con riferimento alla pandemia del COVID19.

Purtroppo, però, nonostante i [continui tentativi personali](#) e di tutta la mia comunità scientifica (sono uno studioso dell'aerosol e della qualità dell'aria) con i quali abbiamo cercato di condividere le nostre conoscenze, la comunità medica e le Autorità Sanitarie hanno negato e negano tuttora il contributo della trasmissione aerea dei virus, il cosiddetto aerosol. La visione ottocentesca dell'OMS e delle Autorità Sanitarie Nazionali, basata sulle conclusioni errate degli esperimenti di Flugge (1897) e Chapin (1914) ha comportato un approccio alla pandemia estremamente confuso, ascientifico e non adeguato al livello attuale delle nostre conoscenze. Basti ricordare solo alcuni episodi:

- *Marzo 2020*. L'OMS, anche tramite la [dr. Maria Van Kerkhove](#), COVID19 technical lead, correla la trasmissione del SARS-CoV-2 unicamente ai cosiddetti droplets e attraverso le superfici. Quali sono state le conseguenti azioni intraprese e applicate anche in Italia? Distanziamento e lavaggio delle mani. La frenesia iniziale della sanificazione legata alla

trasmissione per superfici è oggi (giustamente) scomparsa dal momento che questo tipo di trasmissione (come noto nelle comunità scientifiche) ha un ruolo assolutamente marginale.

- Il 28 marzo 2020, due mesi dopo che l'OMS aveva dichiarato il COVID-19 un'emergenza sanitaria globale, l'agenzia ha trasmesso un messaggio di salute pubblica su Twitter e Facebook. "FACT: # COVID19 IS NOT AIRBORNE", etichettando le affermazioni contrarie come disinformazione. Ma le prove hanno rapidamente stabilito che il virus viene trasmesso per via aerea e i ricercatori hanno criticato aspramente l'agenzia.
- Aprile 2020. La Protezione Civile tramite il dr. [Borrelli](#) dichiara l'inutilità delle mascherine chirurgiche per contenere l'epidemia. Questo approccio viene direttamente dall'OMS che ha avuto un atteggiamento molto tiepido inizialmente nell'uso di dispositivi di protezione individuale, anche rispetto al personale sanitario che è stato esposto senza la protezione adeguata dei filtri facciali, unici dispositivi di protezione individuale realmente efficaci rispetto alla trasmissione aerea.
- Maggio 2020. Nelle "Indicazioni ad interim per la prevenzione e gestione degli ambienti indoor in relazione alla trasmissione dell'infezione da virus SARS-CoV-2. Versione del 25 maggio 2020, Gruppo di Lavoro ISS Ambiente e Qualità dell'Aria Indoor 2020, ii, 13 p. Rapporto ISS COVID-19 n. 5/2020 Rev. 2" dell'ISS, la trasmissione aerea del COVID19 non viene considerata. Tutti i protocolli, sui quali si sono basati gli investimenti delle attività commerciali per garantire la sicurezza negli esercizi commerciali, si sono conseguentemente rivelati inadeguati a contenere i contagi.
- Giugno 2020. L'OMS, tramite la [dr. Maria Van Kerkhove](#), dichiara che "la diffusione del COVID19 degli asintomatici è molto rara".

- *Luglio 2020.* A seguito di una lettera sottoscritta da [239 scienziati](#), l'OMS è costretta a [dichiarare](#) "possibile" la trasmissione aerea del COVID19. Al di là del documento però, nessuna azione concreta è intrapresa per mitigare questa via di contagio.
- *Agosto-Settembre 2020.* La seconda ondata viene associata in Italia a dei presunti comportamenti non virtuosi: in realtà erano leciti per il CTS e a fine agosto l'incidenza in Italia era di gran lunga inferiore ad altri paesi europei come Francia, U.K., Spagna, ... Il dr. Fauci, noto virologo di fama mondiale [ammette l'errore](#) della sua comunità scientifica nel trascurare la trasmissione aerea.
- *Settembre 2020.* Si impone l'utilizzo delle mascherine all'aperto. Dal punto di vista scientifico questa misura risulta non necessaria dal momento che il distanziamento è sufficiente per avere rischi trascurabili negli ambienti aperti.
- *Novembre 2020.* Il 9 novembre il Ministero dell'Istruzione sulla base della riunione del CTS del giorno precedente impone l'uso obbligatorio delle mascherine chirurgiche per gli studenti seduti al banco. Fino ad allora, quindi, soggetti esposti in un ambiente chiuso potevano erroneamente considerarsi in sicurezza se distanziati ed indipendentemente dalle condizioni di ventilazione.
- *Febbraio 2021.* La dr. Maria Van Kerkhove per la prima volta parla di respiratory droplets (aerosol) e della ventilazione. Non c'è però nessun aggiornamento nelle posizioni ufficiali dell'OMS.
- *Marzo 2021.* Si impone una distanza di sicurezza maggiore (fino a 2 m) perché le varianti del COVID19 sono più infettive. Questa misura non ha alcuna valenza scientifica.

Anche se gli errori sembrano tanti e su diversi fronti, essi hanno in realtà un'unica radice: il non aver considerato la

trasmissione aerea del COVID19, con conseguenti:

1. incapacità nel controllo dei contagi e impossibilità del tracciamento;
2. inadeguatezza delle misure di protezione sia per il personale sanitario che per i cittadini;
3. interventi non correlati al rischio effettivo;
4. protocolli non adeguati con costi sostenuti elevati;
5. incapacità di “convivere” con il virus.

E' evidente che una pandemia richiede oggi un approccio multidisciplinare, con competenze anche nei settori della scienza dell'aerosol, dell'ingegneria ambientale e dell'impiantistica con riferimento alla ventilazione. Purtroppo queste competenze sono rimaste sempre fuori dal CTS. Eppure il contributo sarebbe stato molto importante. Abbiamo infatti definito l'emissione del carico virale di un soggetto infetto anche asintomatico¹, sviluppato tool per la stima del rischio in ambienti chiusi ([1], [2]), proposto soluzioni ingegneristiche per convivere realmente con il virus, con la finalità di ridurre ma non di interrompere le attività della nostra società².

Cosa avrebbero potuto fare quindi gli ingegneri?

Il contributo degli ingegneri pre-vaccino: la gestione del rischio in una classe scolastica

La scuola rappresenta ancora oggi uno dei settori su cui si concentra il dibattito pubblico. C'è il partito del pro-apertura (con in testa molti virologi/immunologi) e chi ritiene sia un ambiente a rischio e che le attività possano essere sostituite con la famosa DAD (didattica a distanza). Al più grande termodinamico della storia, Lord Kelvin, si attribuisce la seguente citazione *“Quando puoi misurare ciò di cui stai parlando, ed esprimerlo in numeri, puoi affermare di saperne qualcosa; se però non puoi misurarlo, se non puoi esprimerlo con numeri, la tua conoscenza sarà povera cosa e*

insoddisfacente...". Mai citazione è stata più calzante come nel caso in esame dove in realtà si discute di opinioni e non di certezze.

Per affrontare questo problema definiamo il seguente scenario:

1. classe scolastica di 50 m²;
2. 25 studenti + 1 insegnante presenti;
3. tempo di esposizione degli studenti 5 ore, dell'insegnante 1 ora (di spiegazione);
4. ventilazione naturale (come nella totalità delle scuole italiane);

Per la valutazione del rischio si farà riferimento all'[AIRC tool sviluppato dall'Università di Cassino](#), dalla Queensland University of Technology (Australia) e dalla New York City University.

Il caso peggiore risulta quello di un insegnante infetto che spiega (a voce alta) per un'ora. Questa situazione rappresenta la condizione delle nostre classi scolastiche fino al 9 novembre scorso (scenario di riferimento), senza alcun intervento sulla ventilazione, attenuazione dell'emissione o dispositivi di protezione personale durante la permanenza in classe.

In tabella sono riportati i valori di R_{evento} (numero di persone infettate nel caso di insegnante infetto) e gli effetti su questo parametro in funzione dei possibili interventi di mitigazione del rischio.



Rispetto alla condizione di riferimento, le misure intraprese dalle Autorità Sanitarie hanno riguardato essenzialmente l'adozione di mascherine chirurgiche con una riduzione del parametro R_{evento} a 4.2, valore assolutamente inaccettabile. L'eventuale utilizzo di filtri facciali comporterebbe un

$R_{\text{evento}} = 1.6$. Questi due valori, corrispondenti a due definiti livelli di rischio, possono essere raggiunti (e migliorati) con scelte ingegneristiche: un utilizzo di un purificatore dell'aria comporterebbe livelli di rischio migliori (2.5) rispetto alle mascherine chirurgiche, mentre con un impianto di ventilazione meccanica controllata si migliorerebbe (1.4) la situazione relativa all'uso di filtri facciali. Le scelte ingegneristiche avrebbero anche un ulteriore vantaggio: il controllo delle condizioni ambientali rispetto all'aleatorietà delle condizioni di rischio con i dispositivi di protezione individuale delegata alla capacità di uso di persone non esperte. L'obiezione del mondo medico alle scelte ingegneristiche si è incentrata sulla difficoltà di investire somme ingenti per la sicurezza. Ed allora, quanto costerebbero queste soluzioni?

Prendendo a riferimento i costi definiti dal governo italiano per la mascherina chirurgica (0.50 €) e per i filtri facciali (1.50 €), il costo annuale sarebbe di 2500 €/anno e di 7500 €/anno per classe. Ed i costi delle scelte ingegneristiche? Un purificatore in grado di fornire 3 ricambi/h per una classe scolastica ha un costo di circa 1000 € comprensivo dei costi di esercizio, quello di un impianto di ventilazione meccanica controllata (riferito ad una classe, con costi che si riducono all'aumentare del numero di classi) attorno ai 5000 €. Queste cifre ci fanno capire due aspetti importanti:

1. a parità di rischio le scelte ingegneristiche sono più convenienti economicamente;
2. il costo della scelta ingegneristica è in realtà un investimento dal momento che il purificatore o l'impianto avrebbe costi (solo di esercizio) estremamente ridotti negli anni successivi.

La ventilazione da sola però non è sufficiente per "mettere" in sicurezza una classe scolastica. Bisogna infatti prima di tutto ridurre l'emissione della sorgente (in questo caso far

parlare a bassa voce il docente) e poi agire sulla ventilazione². I valori corrispondenti di rischio di queste azioni combinate che prevedono l'utilizzo di un microfono (100 €) sono ben al di sotto di 1.

E se non ci fosse la possibilità di investire nella ventilazione meccanica? Potremmo pensare di aprire le finestre (aerazione) ma in modo ingegneristico, controllato. Infatti, possiamo monitorare il livello di ventilazione con economici sensori di concentrazione di CO₂ (costo attorno ai 100 €). La CO₂ viene emessa nell'atto respiratorio insieme alla goccioline che trasportano il virus e quindi l'accumulo di CO₂ indica un potenziale rischio di accumulo di carica virale: in funzione dei valori di CO₂, con dei valori di alert, si possono aprire le finestre realizzando una ventilazione (aerazione) praticamente gratis⁴.

Il contributo degli ingegneri post-vaccino: la vera convivenza con il virus

Dal punto di vista ingegneristico, il vaccino rappresenta una delle misure da intraprendere per controllare l'epidemia. Sappiamo che l'immunità di gregge, per un virus con questa contagiosità, sarà impossibile da raggiungere. Ed allora potremmo tornare alla nostra vita pre-COVID19, possiamo tornare a vivere i nostri ambienti indoor con lo stesso stile di vita? Prendiamo a titolo di esempio un ristorante con 100 persone con un tempo di esposizione di circa 1.5 ore (condizioni pre-COVID19). Nella figura è riportato il valore di R_{evento} , ovvero quante persone infetterebbe un soggetto infetto presente al variare della ventilazione e del tasso di vaccinazione. Un ristorante con ventilazione naturale (0.5 h⁻¹) avrebbe oggi (100% suscettibili) un R_{evento} pari a 6, ovvero la persona infetta comporterebbe la trasmissione dell'infezione a 6 persone suscettibili. Con una ventilazione estremamente

elevata (6 h^{-1}) R_{evento} sarebbe ancora ben superiore ad 1. Con il 50% di presenti immunizzati, in ventilazione naturale, R_{evento} sarebbe superiore a 3: in realtà nella condizione di ventilazione naturale solo percentuali di immunizzati superiori al 90% renderebbero sicuro l'ambiente ristorante ai fini della propagazione dell'infezione. Ma se la percentuale di immunizzati arrivasse al 70%? Ecco allora che con la ventilazione (attorno a 3 h^{-1}) si può garantire $R_{\text{evento}} < 1$ non abbandonando il nostro stile di vita.



Questi esempi dimostrano come gli studiosi dell'aerosol e gli ingegneri avrebbero potuto e potrebbero ancora contribuire a contenere i contagi rendendo anche più giuste e più economiche le misure di protezione da adottare.

Bibliografia

¹ Mikszewski, A., Stabile, L., Buonanno, G., Morawska, L., The airborne contagiousness of respiratory viruses: a comparative analysis and implications for mitigation, *Emerging Microbes and Infections*, under review.

² Morawska, L., Tang, J.W., Bahnfleth, W., Bluyssen, P.M., Boerstra, A., Buonanno, G., Cao, J., Dancer, S., Floto, A., Franchimon, F., Haworth, C., Hogeling, J., Isaxon, C., Jimenez, J.L., Kurnitski, J., Li, Y., Loomans, M., Marks, G., Marr, L.C., Mazzearella, L., Melikov, A.K., Miller, S., Milton, D.K., Nazaroff, W., Nielsen, P.V., Noakes, C., Peccia, J., Querol, X., Sekhar, C., Seppänen, O., Tanabe, S.-I., Tellier, R., Tham, K.W., Wargocki, P., Wierzbicka, A., Yao, M., 2020. How can airborne transmission of COVID-19 indoors be minimised? *Environment International*, 142, art. no. 105832, DOI: 10.1016/j.envint.2020.105832

³ Morawska, L., Buonanno, G. [The physics of particle formation and deposition during breathing](#). Nat Rev Phys, 2021.

⁴ Stabile, L., Pacitto, A., Mikszewski, A., Morawska, L., Buonanno, G., 2021, Ventilation procedures to minimize the airborne transmission of viruses at schools, Building and Environment, under review.