

EFFETTI DELLA VENTILAZIONE MECCANICA E NATURALE SULLE PRESTAZIONI DI COMPrensIONE NARRATIVA E MATEMATICA DEGLI STUDENTI

Matteo Pellegatti (1, 2), Simone Torresin (3), Chiara Visentin (4), Francesco Babich (5), Nicola Prodi (6)

- 1) Università degli Studi di Ferrara – Dipartimento di Ingegneria, Via G. Saragat 1, 44122 Ferrara. matteo.pellegatti@unife.it
 2) Eurac Research – Istituto per le energie rinnovabili, Via A. Volta 13/A, 39100, Bolzano. matteo.pellegatti@eurac.edu
 3) Eurac Research – Istituto per le energie rinnovabili, Via A. Volta 13/A, 39100, Bolzano. simone.torresin@eurac.edu
 4) Università degli Studi di Ferrara – Dipartimento di Ingegneria, Via G. Saragat 1, 44122 Ferrara. chiara.visentin@unife.it
 5) Eurac Research – Istituto per le energie rinnovabili, Via A. Volta 13/A, 39100, Bolzano. francesco.babich@eurac.edu
 6) Università degli Studi di Ferrara – Dipartimento di Ingegneria, Via G. Saragat 1, 44122 Ferrara. nicola.prodi@unife.it

SOMMARIO

La pandemia di COVID-19 ha portato l'attenzione sul tema della qualità dell'aria nelle aule scolastiche, evidenziando la necessità di una maggiore aerazione degli ambienti. L'aumento del numero di ricambi orari potrebbe esporre gli studenti a eventi sonori più intensi e disturbanti. L'obiettivo del lavoro è un'analisi di letteratura di come suoni e rumori di ambienti ventilati meccanicamente o naturalmente possano incidere sulle prestazioni di comprensione narrativa e matematica degli studenti.

1. Introduzione

La pandemia di COVID-19 ha notevolmente sensibilizzato la comunità scientifica e i decisori politici rispetto al tema dell'areazione degli ambienti di vita e di lavoro, soprattutto quelli ad elevata e prolungata occupazione come le aule scolastiche. Un ricambio orario maggiore contribuisce infatti a mitigare i rischi del COVID-19, ma, più in generale, incide positivamente sulla qualità dell'aria interna (IAQ). Nell'ottica futura di voler conservare un numero elevato di ricambi orari per migliorare la IAQ delle aule scolastiche, si potrebbe tuttavia incorrere in una maggiore esposizione degli studenti a stimoli sonori legati alla ventilazione meccanica o a quella naturale. Sorge quindi spontanea la domanda di come l'esposizione a questi eventi possa incidere sulle prestazioni degli studenti (dalla scuola primaria fino all'Università) in termini di intelligibilità, prestazioni cognitive e comfort. In questo lavoro sarà inizialmente illustrata la procedura generale usata per l'analisi della letteratura che riguarda gli effetti del rumore di ventilazione sugli studenti in aula, e si focalizzerà poi sui lavori che includono compiti di comprensione narrativa e di matematica.

2. Metodi

E' stata inizialmente condotta una ricerca su Scopus, utilizzando la seguente stringa: TITLE-ABS-KEY ("nois*" or "natural sound*" or acoustic*) and ("ventilation" or "Intelligibility" or "comfort" or "perception" or "Listening Effort" or "cognitive" or "student's performance") and ("School*" or "University"). Gli articoli così identificati sono quindi stati selezionati secondo il titolo e i criteri di inclusione indicati in tabella 1, e riorganizzati in funzione del tipo di compito e abilità considerata (Percezione del parlato, Attenzione, Memoria, Compiti di comprensione narrativa, Compiti matematici, Auto-valutazione del comfort) e del tipo di stimolo presentato. L'ultimo passaggio è stato l'analisi qualitativa dell'effetto dei rumori. Per l'analisi sono stati considerati solo gli eventi sonori legati alla ventilazione meccanica e naturale (rumori di origine stradale,

aeroportuale, ferroviaria, suoni naturali etc..). La quiete o un basso livello di rumore sono stati utilizzati come condizione di riferimento per valutare l'effetto (positivo, negativo o nullo) dello stimolo sul compito specifico, determinato come variazione della prestazione nel compito (incremento, diminuzione, nessuna variazione).

Tabella 1 – Criteri di inclusione per la selezione degli articoli.

| STUDI INCLUSI | STUDI ESCLUSI |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Condotti in campo (scuole ed università) o in laboratorio. - Test di intelligibilità, abilità cognitive e comfort. - Presentazione del compito sia in modalità uditiva che visiva. - Analizzati almeno o i rumori di ventilazione meccanica, o quelli di origine stradale, aeroportuale e ferroviaria o suoni naturali - Solo articoli su rivista in inglese | <ul style="list-style-type: none"> - Ambienti scolastici diversi dall'aula - Scuola dell'infanzia - Analizzati solamente rumori interni alla classe o all'edificio scolastico, ad esempio parlato dei compagni o suono della campanella. - Condotti solamente su soggetti con problemi uditivi. - Includono solo misure acustiche. - Studi non reperibili - Revisioni della letteratura |

3. Risultati e discussione

La ricerca ha prodotto un totale di 3300 articoli, ridotti a 40 in seguito alla selezione per titolo e criteri di inclusione. Si presentano in figura 1 e 2 i risultati dei 20 studi relativi ai compiti di comprensione narrativa e di matematica. È possibile osservare come il numero dei primi sia maggiore di quello dei secondi (16 di comprensione contro 8 di matematica, 4 in comune) e come gli studi che riportano effetti negativi dovuti agli stimoli siano in numero maggiore per i compiti di comprensione narrativa rispetto a quelli di matematica. In riferimento ai compiti comprensione, il rumore stradale peggiora la prestazione degli studenti [1-4], mentre [5-9] riportano effetti nulli di questo specifico rumore. In [4] l'effetto negativo è tuttavia limitato a livelli esterni di circa 80dB. Il rumore aeroportuale ha un effetto negativo secondo [7,10-12], mentre secondo [6,8,13] non si manifesta alcuna modifica nelle prestazioni. Un solo

studio [14] ha analizzato l'effetto del rumore ferroviario su questa tipologia di compiti, riportando un effetto nullo. Tutti gli studi che hanno analizzato il rumore della ventilazione meccanica [15-16] sono concordi nel sostenere che ci sia sempre un peggioramento delle prestazioni nella comprensione. Gli stessi studi mostrano anche come all'aumentare del livello del rumore calino le prestazioni. Di contro le prestazioni matematiche peggiorano solo in presenza del rumore stradale [1,2,4]. Per [4] vale la stessa limitazione sul livello vista per le prestazioni di comprensione narrativa, mentre l'effetto negativo di [2] è limitato all'accuratezza delle operazioni. Sempre secondo [2] il ragionamento matematico si presenterebbe infatti resistente al rumore da traffico. I rimanenti studi [16-20] non riportano effetti negativi di nessun rumore sulle performance matematiche, anzi [20] illustra un miglioramento con il rumore della pioggia. Da notare come l'esposizione a suoni naturali sia pressoché assente nella letteratura selezionata.

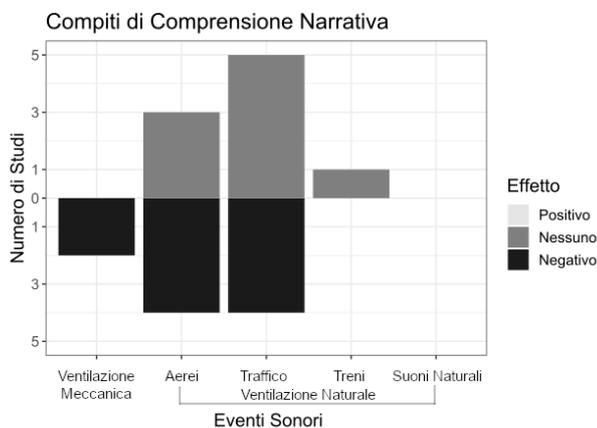


Figura 1 – Effetto del rumore, in funzione della tipologia dello stesso, su compiti di comprensione narrativa

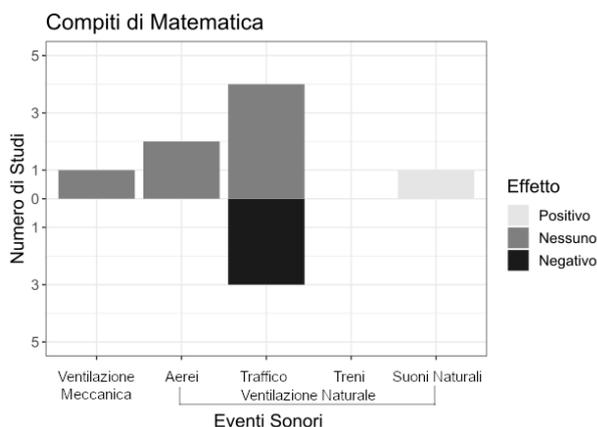


Figura 2 – Effetto del rumore, in funzione della tipologia dello stesso, su compiti matematici.

4. Conclusioni

Un'analisi della letteratura sull'effetto degli eventi sonori di ventilazione meccanica e naturale sugli studenti ha permesso di inquadrare gli effetti prodotti su compiti di comprensione narrativa e di matematica. I compiti di comprensione sono stati oggetto di un numero maggiore di studi e, sulla base di una analisi qualitativa, sembrano maggiormente influenzati dalla presenza di rumore rispetto a quelli matematici. Per la sola comprensione sono state riscontrate prestazioni inferiori degli studenti all'aumentare del livello dello stimolo. La quasi totalità degli studi si è concentrata tuttavia solamente

sull'esposizione di rumori tralasciando quella di suoni (ad es., naturali). Uno studio più approfondito di questi potrebbe aiutare ad acquisire una conoscenza più completa sugli effetti (positivi e negativi) dell'esposizione a eventi sonori nelle classi.

5. Bibliografia

- [1] Visentin C, Prodi N, *How Reliable are 11- to 13-Year-Olds' Self-Ratings of Effort in Noisy Conditions?*, *Frontiers in Built Environment*, **7** (2021)
- [2] Ljung R., Sorqvist P., Hygge S., *Effects of road traffic noise and irrelevant speech on children's reading and mathematical performance*, *Noise and Health*, **11** (2009), pp. 194-198
- [3] Ding W., *Influence of road traffic noise on english reading comprehension of Chinese college students majoring in english*, *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, **15** (2020), pp. 109-121
- [4] Papanikolaou M., Skenteris N., Piperakis S. M., *Effect of external classroom noise on schoolchildren's reading and mathematics performance: Correlation of noise levels and gender*, *International Journal of Adolescent Medicine and Health*, **27** (2015), pp. 25-29
- [5] Chen Q. Ou D., *The effects of classroom reverberation time and traffic noise on English listening comprehension of Chinese university students*, *Applied Acoustics*, **179**, (2021)
- [6] Clark C., Crombie R., Head J., van Kamp I., van Kempen E., Stansfeld S. A. A., *Does traffic-related air pollution explain associations of aircraft and road traffic noise exposure on children's health and cognition? A secondary analysis of the United Kingdom sample from the RANCH project*, *American Journal of Epidemiology*, **176** (2012), pp. 327-337
- [7] Clark C, Martin R., Van Kempen E., Alfred T., Head J., Davies H.W. W., Haines M.M., Barrio I.L. L., Matheson M., Stansfeld S. A. A., *Exposure-effect relations between aircraft and road traffic noise exposure at school and reading comprehension: The RANCH project*, *American Journal of Epidemiology*, **163** (2006), pp. 27-37
- [8] Prodi N., Visentin C., Borella E., Mammarella I. C., di Domenico A., *Using speech comprehension to qualify communication in classrooms: Influence of listening condition, task complexity and students' age and linguistic abilities*, *Applied Acoustics*, **182** (2021)
- [9] Prodi N., Visentin C., Borella E., Mammarella I. C., di Domenico A., *Noise, age, and gender effects on speech intelligibility and sentence comprehension for 11-to 13-year-old children in real classrooms*, *Frontiers in Psychology*, **10** (2019)
- [10] Stansfeld S. A. A, Berglund B., Clark C., Barrio I.L. L., Fischer P., Öhrström E., Haines M.M, Head J., Van Kamp I., Berry B.F., *Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: A cross-national study*, *Lancet*, **365** (2005), pp. 1942-1949,
- [11] Seabi J., Goldschagg P., Cockcroft K., *Does Aircraft Noise Impair Learners' Reading Comprehension, Attention and Working Memory? A Pilot Study*, *Journal of Psychology in Africa*, **20** (2010), pp. 101-104
- [12] Evans G. W., Hygge S., Bullinger M., *Chronic Noise and Psychological Stress*, *Psychological Science*, **6** (1995), pp. 333-338
- [13] Haines M.M, Stansfeld S.S.A., Job R.F. S., Berglund B., Head J., *Chronic aircraft noise exposure, stress responses, mental health and cognitive performance in school children*, *Psychological Medicine*, **31** (2001), pp. 265-277
- [14] Klatte M., Meis M., Sukowski H., Schick A., *Effects of irrelevant speech and traffic noise on speech perception and cognitive performance in elementary school children*, *Noise and Health*, **9** (2007), pp. 64-74
- [15] Valente D. L., Plevinsky H. M., Franco J. M., Heinrichs-Graham E. C., Lewis D. E., *Experimental investigation of the effects of the acoustical conditions in a simulated classroom on speech recognition and learning in children*, *The Journal of the Acoustical Society of America*, **131** (2012), pp. 232-246
- [16] Ronsse L. M., Wang L. M., *Relationships between unoccupied classroom acoustical conditions and elementary student achievement measured in eastern Nebraska*, *The Journal of the Acoustical Society of America*, **133** (2013), pp. 1480-1495
- [17] van Kempen E, van Kamp I, Nilsson M, Lammers J, Emmen H, Clark C, Stansfeld S, *The role of annoyance in the relation between transportation noise and children's health and cognition*, *The Journal of the Acoustical Society of America*, **128** (2010), pp. 2817-2828
- [18] van Kempen E, Fischer P, Janssen N, Houthuijs D, van Kamp I, Stansfeld S.S A., Cassee F, *Neurobehavioral effects of exposure to traffic-related air pollution and transportation noise in primary schoolchildren*, *Environmental Research*, **115** (2012), pp. 18-25
- [19] Caviola S., Visentin C., Borella E., Mammarella I., Prodi N., *Out of the noise: Effects of sound environment on maths performance in middle-school students*, *Journal of Environmental Psychology*, **73** (2021)
- [20] Proverbio A.M, de Benedetto F., Ferrari M.V, Ferrarini G., *When listening to rain sounds boosts arithmetic ability*, *PLOS ONE*, **13** (2018)