

## **RUMORI MOLESTI**

### **La qualità acustica delle aule scolastiche**

tratto da école n° 72

Angelo Chiattella

*(Laboratorio di Acustica – Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris - Torino)*

L'apprendimento scolastico, si sa, è un processo lungo e delicato, il cui percorso e il cui esito sono prevalentemente governati dalle capacità degli insegnanti, ma accanto a queste anche le condizioni fisico-ambientali entro cui si svolge hanno una influenza non trascurabile, che può assumere talvolta un peso rilevante.

Una di queste condizioni al contorno, alquanto negletta nel nostro Paese, è la qualità acustica delle aule scolastiche, la cui inadeguatezza sotto questo aspetto è invece da diversi anni oggetto di controlli ed interventi sistematici in molti altri Paesi. Anche perché le conclusioni delle ricerche finora svolte in questo campo sono concordi: una cattiva acustica delle aule può avere conseguenze fortemente negative per allievi ed insegnanti: rallentando, o addirittura interrompendo il processo di apprendimento in molti dei primi; inducendo affaticamento e frustrazione generalizzati nei secondi.

#### **La comunicazione verbale**

Una cattiva acustica significa infatti, in primo luogo, perturbazione e compromissione della comunicazione verbale, definibile quantitativamente attraverso la misura della perdita di intelligibilità del parlato, ovvero dell'abbassamento, più o meno sensibile, della percentuale di parole correttamente intese da un ascoltatore, rispetto alla totalità di parole pronunciate dal parlatore. Quali possano essere le conseguenze di una perdita di efficienza della comunicazione verbale per l'apprendimento e, più in generale, per i rapporti tra insegnanti ed allievi è, in parte, facilmente intuibile. Tuttavia dagli studi pubblicati si apprende anche che l'entità ed il tipo di disturbi indotti non sono uniformi, ma dipendono dalla fascia di età degli allievi, dalle loro condizioni psico-fisiche e dal contesto socio-culturale da cui provengono

Per quanto riguarda il primo aspetto, è noto infatti che la percezione del parlato non matura prima dei 13÷15 anni d'età, per cui gli allievi più giovani sono, complessivamente, ascoltatori assai meno "efficienti" degli studenti più adulti. Inoltre a differenza di questi, non dispongono ancora di una base culturale in grado di aiutarli a ricostruire e comprendere il senso della frase, o del discorso, dell'insegnante pur non avendo inteso compiutamente tutte le parole pronunciate. Secondo alcune indagini svolte su allievi di età inferiore ai 15 anni con condizioni di udito normali e situati in ambienti ritenuti acusticamente normali, sembrerebbe che solo il 95÷75% delle parole pronunciate dall'insegnante venga correttamente percepito dagli allievi, mentre in condizioni acustiche ambientali definite cattive le percentuali d'intelligibilità precipitano al 65÷35%. Se si considera che, mediamente, una frase inizia a divenire di difficile comprensione quando il 20÷30% delle parole pronunciate non vengono percepite correttamente, si comprenderà la gravità di questo aspetto. Che diviene addirittura allarmante quando i soggetti appartenenti a questa fascia d'età presentano problemi d'udito o altri deficit psicologici, oppure provengono da ambienti familiari culturalmente deprivati, oppure ancora sono di madre lingua diversa da quella in cui avviene l'insegnamento. E non si tratta di percentuali irrilevanti. Secondo, ad esempio,

un'indagine svolta recentemente da un'Agenzia governativa statunitense – per l'Italia non sono a conoscenza di chi scrive dati analoghi - il 13% di un campione rappresentativo di studenti di età compresa tra i 6 e i 19 anni è risultato affetto, per motivi vari, da abbassamenti permanenti d'udito nei campi di frequenza più critici per la comprensione del parlato.

Gli effetti della perdita di intelligibilità sull'apprendimento e sulla vita scolastica in generale sono molteplici e non ancora pienamente analizzati in ogni loro aspetto dalla comunità scientifica. Le indagini finora fatte, sempre in altri Paesi, su allievi di scuole particolarmente penalizzate sotto il profilo acustico hanno tuttavia rilevato costantemente la presenza di percentuali anomale di allievi affetti da disturbi e ritardi nell'elaborazione del linguaggio scritto e parlato, povertà del vocabolario utilizzato, tendenza alla disattenzione e all'isolamento, diminuzione della capacità di concentrazione e del livello di partecipazione alle attività comuni, tendenza ad abbandonare rapidamente i lavori giudicati difficili.

### **I problemi acustici delle aule scolastiche.**

Ma quali sono i fattori fisici che possono pregiudicare la qualità acustica di un'aula scolastica, rendendo difficoltoso percepire e comprendere i discorsi degli insegnanti? I principali sono sostanzialmente tre: la distanza dall'insegnante, il tempo di riverberazione ambientale, il rumore di fondo esistente nell'aula.

**Primo fattore: la distanza.** Un'indagine svolta negli Stati Uniti su allievi di età inferiore ai 15 anni, normoudenti e situati in una tipica aula scolastica, ha rilevato una marcata perdita di intelligibilità con il crescere della distanza degli allievi dalla cattedra da cui l'insegnante parlava con voce normale. Da un'intelligibilità intorno al 95% a 2 metri di distanza si scendeva a circa il 50% quando la distanza aumentava ad 8 metri. Questi semplici dati rivelano che spesso gli allievi seduti nei banchi sistemati a metà e in fondo all'aula hanno una difficoltà di comprensione del parlato ben superiore a quanto tradizionalmente ritenuto. Di qui la tendenza in molte scuole a raggruppare, quando possibile, gli allievi vicino alla cattedra o da parte degli insegnanti più avveduti a passeggiare, durante la lezione, in mezzo ai banchi in modo da attenuare questo inconveniente.

Un'altra soluzione raccomandata dagli esperti, è dotare le aule più grandi di sistemi elettronici di amplificazione della voce opportunamente progettati in termini di praticità ed economicità. Ma si tratta, va detto, di una raccomandazione al momento assai poco attuata anche nei Paesi più attenti a quest'ordine di problemi.

**Secondo fattore: il tempo di riverberazione.** In ogni ambiente chiuso il suono che si ode è il risultato di una combinazione tra onde sonore che raggiungono l'ascoltatore per via diretta e onde sonore che pervengono per via riflessa, ovvero che si propagano dalla sorgente fino ad incidere sulle varie superfici rigide che delimitano l'ambiente da dove vengono riflesse, spesso più volte, prima di raggiungere l'ascoltatore. La grandezza che descrive questa caratteristica acustica degli ambienti chiusi, spesso erroneamente indicata come "eco", è il tempo di riverberazione (TR), ovvero il tempo durante il quale una certa quantità di energia sonora continua a persistere all'interno di un ambiente chiuso dopo che il segnale sonoro è stato interrotto. Tanto più lungo è questo tempo, tanto maggiore è il contributo del suono riflesso rispetto a quello diretto.

Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) – ma anche secondo diverse normative e legislazioni nazionali – il tempo di riverberazione ammesso per le aule

scolastiche deve essere compreso tra 0,6 e 0,8 secondi. Oltre a questo, va però precisato, la letteratura scientifica indica altri criteri di definizione del TR ottimale, alcuni basati, ad esempio, sul volume di ogni singola aula e sulla frequenza. In ogni caso, da un'indagine effettuata nel 1995 da alcune USL dell'Emilia-Romagna, Toscana e Veneto sull'acustica degli edifici scolastici [1] è emerso che su 284 aule esaminate ben l'82,7% presentava TR sensibilmente superiori a quelli ammessi da qualsiasi riferimento normativo. E un eccesso di suono riverberato, rispetto a quello diretto, significa pregiudicare sensibilmente l'intelligibilità del parlato, rendendo difficoltosa la distinzione dei singoli segnali vocali e delle pause che separano una parola dall'altra. Ciò vale per gli allievi normoudenti, ma ancor più per gli allievi che soffrono di deficit uditivi e di disturbi caratteriali.

I rimedi sotto il profilo tecnico non mancano. L'installazione di controsoffittature e/o di rivestimenti murali fonoassorbenti, in grado cioè di attenuare opportunamente la riflessione delle onde sonore incidenti, è un tipo d'intervento di correzione acustica ambientale largamente diffuso e collaudato da diversi decenni, anche se in generale di costi non indifferenti. Esiste anche una specifica legislazione [2] [3] che impone ai costruttori il rispetto di limiti e requisiti specifici relativi a questa ed altre questioni attinenti l'acustica delle aule di nuova realizzazione. Rimangono però i vecchi edifici scolastici, e il dato emerso dalle rilevazioni delle USL dimostra eloquentemente quanto poco sia stato fatto e quanto rimanga ancora da fare per ridurre le carenze legate a questo aspetto.

**Terzo fattore: il rumore di fondo.** È questo il fattore d'inquinamento acustico più grave e diffuso nelle aule scolastiche. In tutti i Paesi che si sono finora occupati di questa questione, la sua presenza e il suo livello si sono rivelati infatti come la principale causa di riduzione dell'intelligibilità del parlato. A ciò si aggiunga che un elevato rumore di fondo provoca solitamente un aggravamento degli effetti negativi associati ai primi due fattori considerati.

Il rumore di fondo esistente in un'aula ha origine dal contesto sonoro nel quale essa è inserita, e a determinarne la presenza ed il livello possono quindi concorrere numerose fonti. Solitamente le principali sono:

le sorgenti di rumore esterne: il traffico stradale, aeronautico e ferroviario; gli impianti industriali e commerciali, i cantieri stradali, ecc.;

le sorgenti di rumore interne all'edificio scolastico: l'attività nelle aule adiacenti, nei corridoi e nelle palestre; il funzionamento degli impianti interni;

le fonti di rumore interne all'aula: il brusio degli allievi, il cigolio dei banchi e delle sedie, gli impianti di condizionamento ambientale, ecc.

Tanto più elevato sarà il livello del rumore di fondo determinato da una o più di queste sorgenti sonore, tanto maggiore sarà per gli allievi, rispetto al segnale vocale dell'insegnante, l'effetto di "mascheramento", ovvero di inibizione della capacità di distinguere un suono in presenza di un rumore con caratteristiche di livello e frequenza simili. Il docente potrà cercare di ovviare al disturbo alzando il volume di voce, ma con scarsi vantaggi per gli studenti e sensibili svantaggi, in termini di affaticamento, per se stesso. Non a caso alcune indagini statunitensi hanno accertato che circa l'80% degli insegnanti lamenta prioritariamente un eccessivo affaticamento vocale, e che le assenze per malattie relative all'apparato vocale raggiungono una media di due giorni all'anno per insegnante.

Le conseguenze derivanti dall'insorgere dell'effetto di mascheramento sono state evidenziate da numerose ricerche. Una delle prime venne effettuata diversi anni fa a Bordeaux in una scuola fortemente esposta al rumore del traffico stradale. Sottoponendo gli studenti ad un test d'intelligibilità di parole emesse, a volume adeguato, da un altoparlante in un'aula priva di altri inconvenienti acustici, si accertò che con il rumore di fondo stradale intorno ai 50 dB(A) la percentuale di errori era del 4,3%. Quando, aprendo le finestre, il rumore di fondo saliva a circa 60 dB(A) le percentuali d'errore aumentavano al 15%. In un'aula "di controllo", non esposta cioè al traffico stradale, le percentuali d'errore diminuivano drasticamente scendendo a valori praticamente irrilevanti a finestre chiuse e a circa il 2% a finestre aperte.

Un'altra più recente indagine svolta in due scuole di New York, opportunamente selezionate in base all'esposizione acustica, ha invece rilevato che gli allievi iscritti alla scuola più acusticamente protetta riuscivano a totalizzare, nei test di riconoscimento delle parole, un punteggio mediamente superiore del 20% rispetto a quello degli allievi appartenenti ad una scuola con le aule esposte alla rumorosità prodotta da un intenso traffico aeronautico.

### **La rumorosità esterna**

In alcuni casi la perturbazione dell'insegnamento da parte della rumorosità esterna si è rivelata talmente grave da imporre soluzioni drastiche. In California, ad esempio, le autorità statali hanno dovuto procedere al trasferimento in altra località di un'intera scuola situata in prossimità di un aeroporto. La decisione è stata presa dopo aver constatato che disturbo prodotto dal traffico aereo era tale da compromettere in continuazione l'intelligibilità dei discorsi degli insegnanti, rendendo le lezioni praticamente incomprensibili alla quasi totalità degli allievi.

Secondo le indicazioni della normativa internazionale e di molte legislazioni nazionali il rumore di fondo ammesso in un'aula scolastica, in assenza degli allievi, non deve superare i 35 dB(A). Oltre tale limite infatti, tenendo anche conto della presenza degli allievi, il rumore di fondo ambientale inizia ad interferire con il segnale vocale, a volume normale (50÷55 dBA), dell'insegnante. In Italia, sempre dall'encomiabile studio citato in precedenza, risulta che il 73% delle aule considerate (111) presentava a finestre chiuse, di cui l'88% fornite unicamente di vetri semplici, un rumore di fondo ambientale di 45÷46 dB(A); aprendo le finestre il livello saliva a 59÷60 dB(A). Valore questo che comporta una grave perdita d'intelligibilità a meno che l'insegnante non riesca a svolgere la lezione alzando la voce fino ad un volume considerato "molto forte", pari cioè a 70÷75 dB(A).

Anche in questo caso per ovviare a questo stato di cose non sono certo le soluzioni tecniche a difettare. Inoltre, considerata la pubblicazione del recente DCPM riguardante i requisiti acustici passivi degli edifici, c'è da sperare che le nuove costruzioni scolastiche siano, fin dalla loro progettazione, assai più protette da ogni forma d'inquinamento acustico. Ma il problema fondamentale da risolvere continua ad essere la ristrutturazione, sotto questo profilo, degli edifici scolastici costruiti in precedenza e che ospitano la stragrande maggioranza degli studenti italiani. Certo le risorse economiche da reperire per un intervento di bonifica sistematico sul territorio non sarebbero poche, ma la scuola pubblica qualche miglioramento qualificato delle proprie strutture fisiche potrebbe, dovrebbe, meritarselo. Perlomeno in un Paese normale.