

## L'INTELLIGIBILITÀ DEL PARLATO NELLE AULE PRIMARIE: COSA SUCCEDDE SE L'INSEGNANTE HA PROBLEMI VOCALI.

Pasquale Bottalico (1), Silvia Murgia (2)

1) Department of Speech and Hearing Science, University of Illinois, Urbana-Champaign, Champaign, pb81@illinois.edu

2) Department of Speech and Hearing Science, University of Illinois, Urbana-Champaign, Champaign, smurgia2@illinois.edu

### SOMMARIO

Questa ricerca ha lo scopo di valutare la migliore condizione acustica delle aule di scuola primaria che permetta una intelligibilità del parlato ottimale anche quando l'insegnante soffre di disturbi della voce. Per valutarlo, il Word Intelligibility by Picture Identification (WIPI) test è stato somministrato a bambini tra i 7 e gli 11 anni in 4 scuole degli Stati Uniti. I parametri acustici dell'aula sono stati misurati al fine di correlarli con i risultati dell'intelligibilità del parlato e la difficoltà di ascolto.

### 1. Introduzione

L'intelligibilità del parlato è quantificata come la percentuale di un messaggio compreso correttamente [1] e valutata attraverso test che permettono di ottenere punteggi di intelligibilità [2]. Tuttavia, questo indice può non riuscire a catturare lo sforzo percettivo dell'ascolto (come l'ascolto di una voce rauca o di un accento non familiare), componente percettiva che può essere descritta attraverso la valutazione della difficoltà [3]. Per quanto riguarda la quantificazione oggettiva della trasmissione della comunicazione in una stanza, è possibile ricorrere a (1) lo Speech Transmission Index (STI), considerando la diminuzione della modulazione di ampiezza del discorso dovuta al rumore e al riverbero [4-5] e (2) il rapporto segnale-rumore (SNR), rapporto tra il parlato e i livelli di rumore.

Nel 1981, Houtgast [6] ha somministrato test di intelligibilità a circa 500 bambini dagli 8 ai 15 anni in aule con una varietà di condizioni di rumore del traffico stradale e con un RT nella gamma da 0,7 a 1,5 s. In un lavoro del 2008 di Bradley e Sato [7], l'intelligibilità è stata correlata a S/N(A) e all'età degli alunni della scuola primaria. Sono stati testati soggetti di 6, 8 e 11 anni in aule con un RT in condizione occupata a media frequenza pari a 0,4 s, e in presenza di rumore causato principalmente da bambini in altre aule. Astolfi et al. 2012 [8] hanno descritto la capacità degli studenti della scuola primaria (983, delle classi 2-5) di comprendere il parlato in aule reali con diversi tipi di rumore e riverbero (da 0,4 s a 1,6 s). In tutti questi studi precedenti, i punteggi di intelligibilità sono stati ottenuti con test eseguiti unicamente con voci di qualità normale. Tuttavia, per oltre quattro milioni di insegnanti negli Stati Uniti la voce è uno strumento di lavoro fondamentale. Questo li rende soggetti ad alto rischio di sviluppo di disturbi della voce legati alla professione, definiti come perdita delle normali funzioni del parlato, rispetto alla popolazione generale (60% degli insegnanti contro il 28,8%).

Questa ricerca ha lo scopo di valutare le condizioni acustiche che permettano alti livelli di intelligibilità del parlato in modo da garantire il miglior successo accademico per gli studenti di scuola primaria anche quando l'insegnante soffre di disturbi della voce.

### 2. Metodologia

#### 2.1 Stimoli vocali

Gli stimoli vocali utilizzati sono composti dalle parole del WIPI test. Le parole sono state registrate in una stanza insonorizzata a parete singola. Una attrice donna ha pronunciato le parole con una qualità della voce normale e ripetuto la registrazione simulando una voce disfonica.

#### 2.2 Casi studio

I test sono stati condotti in 4 classi di due scuole degli Stati Uniti. La prima scuola è collocata nell'area del campus universitario. Entrambe le aule in cui sono state eseguite le misurazioni, sono collocate al piano terra. La prima aula ha un'area di 39 m<sup>2</sup>, una altezza media di 2,7 m e un volume di 106 m<sup>3</sup>. Nel soffitto sono presenti pannelli fonoassorbenti e le finestre sono poste nel retro dell'aula nella parte alta della parete. La seconda aula ha un'area di 61 m<sup>2</sup>, altezza media di 3,15 m e volume di 191 m<sup>3</sup>. Anche in questo caso le finestre si trovano nella parte alta della parete di fondo dell'aula. I tempi di riverberazione ad aula occupata sono 0,34 s e 0,71 s rispettivamente per la prima e la seconda classe.

La seconda scuola è collocata in un'area residenziale. La prima aula, situata al primo piano, ha un'area di 58 m<sup>2</sup>, altezza media di 2,7 m e volume di 156 m<sup>3</sup>. Nell'aula sono presenti pannelli fonoassorbenti nel soffitto e due finestre nella parete laterale. La seconda classe, al piano terra dell'edificio, ha un'area di 72,4 m<sup>2</sup>, altezza media di 3,0 m e volume di circa 216 m<sup>3</sup>. Anche in questo caso il soffitto è costituito da pannelli fonoassorbenti e due finestre sono presenti in una delle pareti laterali. I tempi di riverberazione per la prima e la seconda aula, in condizione occupata, sono rispettivamente 0,29 s e 0,39 s. Le quattro aule ospitavano 55 studenti, equamente distribuiti tra maschi e femmine, con udito normale ed età compresa tra i 7 e i 11 anni.

#### 2.3 Test di Intelligibilità

Il questionario somministrato ai bambini era composto da 8 test che valutavano le seguenti condizioni: 2 qualità vocali (parlato normale e parlato disfonico) e 4 condizioni di rumore (no rumore da 5,6 a 22,6 SNR, rumore basso da 1,4 a 11,3 SNR, rumore medio da -5,8 a -8,8, e rumore alto da -12,9 a -7,4 SNR). In ogni test erano presenti 8 parole, e per ognuna delle parole i bambini dovevano selezionare la figura corrispondente a ciò che sentivano valutando anche la difficoltà nel sentire la parola.

Gli stimoli vocali sono stati riprodotti in aula con l'uso Head and Torso Simulator (HATS, 45BC KEMAR, GRAS, Holte, Danimarca) con un livello del segnale di 66 dBA a un metro di distanza, misurato in condizioni anecoiche. Rumore di chiacchiericcio di bambini, utilizzato per simulare un reale ambiente scolastico, è stato riprodotto grazie al posizionamento di 4 casse Bluetooth JBL Flip 5 distribuite in vari punti dell'aula. Durante il test, 6 registratori Tascam DR 40 X su ognuno dei quali era montato un microfono Behringer ECM 8000, erano posizionati in vari punti dell'aula al fine di registrare i livelli di rumore e lo STI. I risultati ottenuti dai bambini sono stati correlati con i parametri acustici oggettivi misurati dal microfono più vicino.

### 3. Risultati

#### 3.1 Misurazioni acustiche

Un modello lineare misto generalizzato (GLMM) adattato dalla massima verosimiglianza con una distribuzione binomiale (approssimazione di Laplace) è stato utilizzato per analizzare l'intelligibilità e la difficoltà di ascolto. I risultati dell'intelligibilità del parlato in relazione allo STI, sono mostrati nella Figura 1. Il grafico mostra una differenza statisticamente significativa tra il parlato disfonico e il parlato normale. Questa differenza è presente per valori di STI maggiori di 0,37.

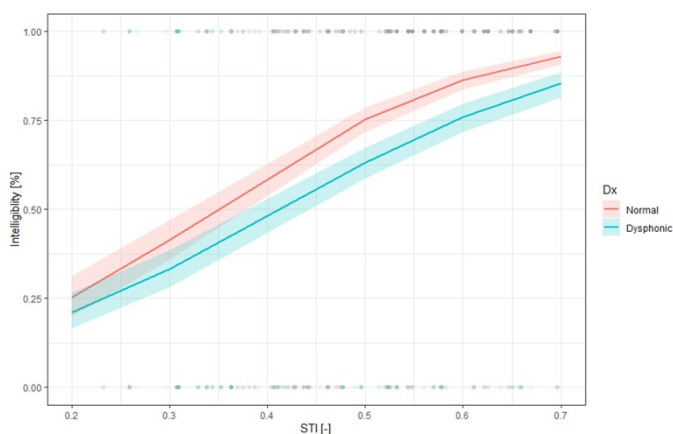


Figura 1 – Linee di regressione dell'intelligibilità del parlato (%) per voci normali e disfoniche in relazione allo STI

La relazione tra la difficoltà di ascolto e lo STI sono mostrati in Figura 2. Anche in questo caso i risultati mostrano una differenza statisticamente significativa per valori di STI maggiori di 0,36 tra le due linee di regressione.

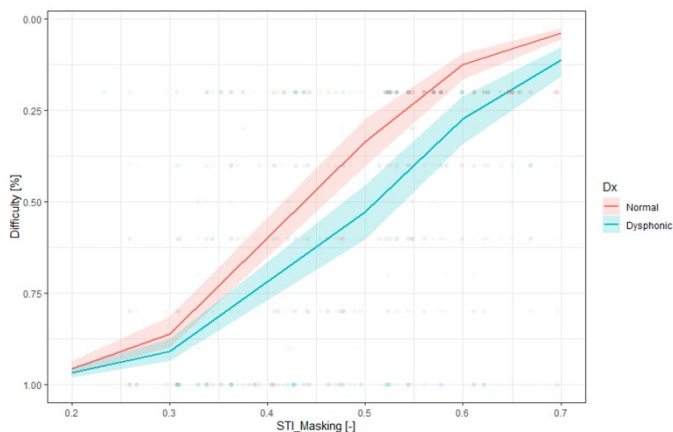


Figura 2 – Linee di regressione della difficoltà di ascolto (%) per voci normali e disfoniche, su una scala da 1 (massima difficoltà) a 0 (nessuna difficoltà)

La relazione tra l'intelligibilità del parlato e la difficoltà di ascolto, i cui risultati sono mostrati nella Figura 3, è statisticamente significativa. Una buona sovrapposizione tra le due linee di regressione identifica la difficoltà di ascolto come un buon rappresentante dell'intelligibilità. La pendenza del rapporto tra intelligibilità e difficoltà di ascolto era di -3,4 per i parlanti con una qualità di voce normale, mentre era di -2,3 per i parlanti disfonici.

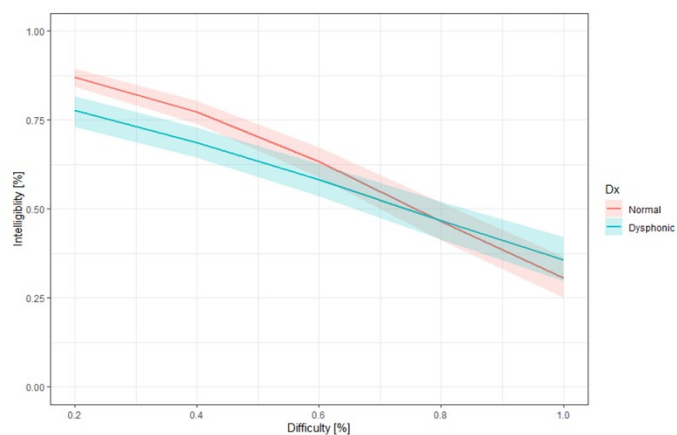


Figura 3 – Linee di regressione della relazione tra l'intelligibilità del parlato (%) e la difficoltà dell'ascolto (%) per voci normali e disfoniche.

### 4. Conclusioni

L'obiettivo di questo progetto è la valutazione delle condizioni acustiche che permettano una intelligibilità ottimale, in classi di scuola primaria, anche quando l'insegnante soffre di disturbo della voce e in presenza del tipico rumore dell'aula. Le principali conclusioni sono: (1) i parlanti disfonici sono meno intelligibili dei parlanti con qualità di voce normale e più difficili da ascoltare per valori di STI superiori a 0,4, (2) In condizioni di cattiva acustica, i due tipi di voce non erano statisticamente diversi, (3) La diversa pendenza del rapporto tra intelligibilità e difficoltà di ascolto implica che, nonostante l'ascoltatore percepisse lo stesso livello di difficoltà, quando la voce era disfonica l'ascoltatore comprendeva correttamente meno parole.

Le informazioni ottenute in questa ricerca possono essere usate per delineare linee guida pragmatiche per dare ai bambini le migliori opportunità di successo accademico, anche quando i loro insegnanti soffrono di disturbi della voce.

### 5. Bibliografia

- [1] ISO 9921:2003, *Ergonomics—Assessment of speech communication*
- [2] ISO T.R. 4870:1991, *Acoustics—The construction and calibration of speech intelligibility tests*
- [3] Morimoto M., Sato H., Kobayashi M., *Listening difficulty as a subjective measure for evaluation of speech transmission performance in public spaces*, The Journal of the Acoustical Society of America, **116**(2004), pp. 1607-1613
- [4] Houtgast T., Steeneken H. J., *Evaluation of speech transmission channels by using artificial signals*. Acta Acustica united with Acustica, **25**(1971), pp. 355-367.
- [5] Steeneken H. J., Houtgast T., *A physical method for measuring speech-transmission quality*, The Journal of the Acoustical Society of America, **67**(1980), pp. 318-326
- [6] Houtgast T., *The effect of ambient noise on speech intelligibility in classrooms*, Applied Acoustics, **14**(1981), pp. 15-25
- [7] Bradley J. S., Sato H., *The intelligibility of speech in elementary school classrooms*, The Journal of the Acoustical Society of America, **123**(2008), pp. 2078-2086.
- [8] Astolfi A., Bottalico P., Barbato G., *Subjective and objective speech intelligibility investigations in primary school classrooms*, The Journal of the Acoustical Society of America, **131**(2012), pp. 247-57