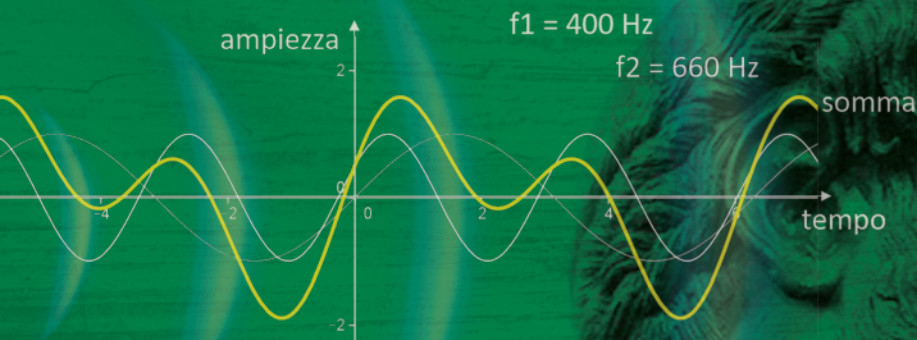


SHEILA VERONESE

ACUSTICA

Fisica, Sordità e Riabilitazione

Prefazione di
DANIELE MONZANI



IDELSON-GNOCCHI





Prefazione

Le scienze audiologiche, tecniche audiometriche e la riabilitazione protesica della perdita uditiva sono in forte sviluppo e negli ultimi vent'anni hanno visto una netta progressione delle tecnologie digitali e dell'Intelligenza Artificiale applicate in questo settore. Per questo motivo la conoscenza e l'acquisizione di metodiche d'indagine clinico-strumentale delle problematiche legate alla sordità sono un requisito indispensabile a tutti gli stakeholders del settore.

È con grande piacere che introduco questo importante lavoro scritto da Sheila Veronese, una professionista affermata e molto apprezzata nel mondo accademico dell'Università di Verona, con anni di esperienza nella diagnosi e nel trattamento delle patologie uditive. La sua carriera l'ha vista impegnata in numerosi progetti di ricerca e in altrettanto apprezzati lavori scientifici. Sheila Veronese ha deciso di raccogliere le sue conoscenze e intuizioni in questo volume, che sono sicuro diventerà indispensabile a tutti coloro che, discenti e docenti, hanno a cuore l'Audiologia moderna.

Il libro esplora in modo completo tutti gli aspetti dell'acustica psico-fisica e della riabilitazione uditiva, affrontando non solo le teorie consolidate, ma anche proponendo nuove prospettive che si integrano perfettamente con le attuali sfide professionali, come la neuroplasticità del sistema uditivo. Uno degli aspetti più innovativi di quest'opera è il capitolo dedicato alla fisica della fonazione, dove vengono dettagliatamente descritti i meccanismi della produzione vocale allargando pertanto l'interesse del volume anche agli specialisti in Foniatria e ai Logopedisti.

Nel corso della mia carriera, ho avuto il privilegio di lavorare fianco a fianco con Sheila Veronese, e posso testimoniare la sua dedizione instancabile nel migliorare la qualità dell'assistenza ai pazienti e la sua passione nel formare i professionisti del futuro. Alla luce di queste considerazioni invito tutti i professionisti, i ricercatori e gli studenti ad esplorare con interesse le pagine di questo libro che rappresenta una lettura imprescindibile per chiunque desideri approfondire la propria comprensione dell'audiologia e migliorare le proprie competenze in questo campo così cruciale per la salute e il benessere.

Daniele Monzani
Professore Ordinario di Audiologia,
Università degli Studi di Verona

Introduzione

Akoustikós è un aggettivo della lingua greca che significa “riguardante l’udito” e deriva dal verbo akoúein “sentire, percepire, apprendere mediante l’udito”. È interessante notare come l’apprendimento sia legato al sentire.

La fisica acustica è quella parte della fisica che studia la generazione, la propagazione e la ricezione del suono. Ma la fisica acustica accompagna l’uomo dalla sua nascita.

Le prime ricerche di acustica, risalgono, nell’antichità classica, a Pitagora e alla sua scuola, cui particolarmente sono dovuti studi sui suoni emessi da tubi sonori e corde vibranti. È di Vitruvio la scoperta di una certa analogia fra il meccanismo di propagazione del suono e il movimento delle onde su uno specchio d’acqua; mentre è attribuibile a Plinio il Vecchio la constatazione che il suono si propaga con velocità molto minore della luce, e a Tolomeo l’idea che l’altezza d’un suono dipenda in definitiva da proprietà meccaniche della sorgente sonora.

Uno studio sperimentale sistematico dei fenomeni sonori ha inizio con G. Galilei, cui risalgono idee e ricerche sulla natura del suono e sui suoi caratteri, sulle proprietà delle corde vibranti, sui metodi per la determinazione della velocità del suono nell’aria, ecc.; a lui è dovuto in particolare l’aver riconosciuto nell’altezza d’un suono un elemento legato alla frequenza di vibrazione della sorgente sonora e di aver intuito la natura composita del suono delle corde. Quasi contemporanee all’opera di Galilei sono quelle di G. Benedetti, di G.F. Sagredo, che nel 1615 dimostra che il mezzo di trasmissione del suono è l’aria, di M. Mersenne, che effettua una prima determinazione della velocità del suono, e di P. Gassendi, cui è dovuta, fra l’altro, l’osservazione dell’indipendenza della velocità dall’altezza del suono. Nel 1663 O. von Guericke dimostra che il suono si propaga non solo nell’aria ma anche nei liquidi e nei solidi; frattanto, mentre si moltiplicano le misurazioni della velocità del suono nell’aria e si precisa l’influenza su di essa di vari fattori (vento, temperatura ecc.), alcuni problemi passano dall’ambito della sperimentazione a quello della ricerca teorica.

La ricerca “esplode”.

Sono fra gli studi di ricerca teorica i problemi delle corde vibranti studiati da B. Taylor, da G. e D. Bernoulli, da L. Euler e soprattutto da d’Alembert. Nel 1710 J. Sauveur scopre il fenomeno dei battimenti; nel 1714 G. Tartini quello dei cosiddetti suoni di combinazione; nel 1762 G.L. Lagrange dà, quasi contemporaneamente a D. Bernoulli, la teoria dei tubi sonori; nel 1786 G. Riccati illustra le leggi che regolano le vibrazioni delle membrane e delle verghe.

Le ricerche del 19° sec. approfondiscono, soprattutto a opera di H. von Helmholtz e lord Rayleigh, lo studio della propagazione ondosa e, in particolare, degli aspetti energetici di questa, mentre le invenzioni del fonografo e del microfono (1877) pongono per la prima volta il problema della registrazione e della riproduzione dei suoni, nonché della loro trasduzione elettrica, problema che costituisce l’oggetto principale dell’elettroacustica. In quest’ultimo settore, crescendo l’importanza delle informazioni sonore nel quadro dei moderni mass media, e nel collegato settore dell’acustica architettonica, si sono avuti i maggiori sviluppi.

Questo testo vuole essere un semplice strumento di comprensione dei vari aspetti della fisica acustica, uno strumento utile a chi deve lavorare nell’ambito della professione sanitaria e medica con le persone sorde. Oltre a quelli che sono i normali fenomeni di generazione e propagazione del suono, introduce, quindi, la percezione umana. Spiega come il suono viene captato, elaborato e trasmesso al cervello a come qui possa determinare delle sensazioni, in quella che si può definire acustica psicofisica.

Visto il moltiplicarsi degli strumenti per il recupero uditivo, vengono, anche, introdotti e spiegati i principali sussidi presenti sul mercato e i parametri tecnici caratteristici di questi sussidi.

Infine, dato che l’uomo sente e parla, cioè produce/genera dei suoni, vengono anche definiti la cassa di risonanza umana e il teorema di Bernoulli sui fluidi viene applicato alle corde vocali.

Ho aggiunto a questo testo anche delle appendici per rinfrescare dei concetti fisici e matematici, pre-requisiti per la comprensione dell’acustica e per approfondire alcuni aspetti.

Indice generale

PREFAZIONE	7
INTRODUZIONE	9
1. IL SUONO	11
Definizione	11
La velocità di propagazione del suono	12
La legge di Ohm acustica	14
2. GRANDEZZA CARATTERISTICHE DEL SUONO	15
La pressione sonora	15
L'intensità sonora	15
La potenza sonora	16
Legame tra intensità e potenza sonora	16
Legame tra pressione e potenza sonora	16
Quali sono le principali grandezze acustiche	16
La densità sonora	17
Precisazioni	17
3. I LIVELLI SONORI	19
La sensazione acustica	19
Il livello sonoro totale in presenza di più sorgenti: calcoli	20
4. LA PROPAGAZIONE DEL SUONO IN CAMPO LIBERO	23
La presenza di ostacoli: riflessione, rifrazione e diffrazione	23
La riflessione	23
L'eco	24
La rifrazione	24
La diffrazione	25
La risonanza	26
Propagazione del suono all'aperto – L'attenuazione per divergenza d'onda	27
Effetti della direttività della sorgente	28
Effetti di attenuazione sonora della propagazione	30
Un fenomeno a parte: l'effetto Doppler	32
5. LA PROPAGAZIONE DEL SUONO IN AMBIENTI CHIUSI	33
La riverberazione	34
6. ANALISI ACUSTICA PER BANDE	37
Lo spettrogramma	39
7. FISICA DELL'ORECCHIO	41
Il sistema uditivo	41
Il padiglione auricolare	42
Il condotto uditivo esterno	43

L'orecchio medio	44
L'orecchio interno	46
I potenziali d'azione	48
8. ACUSTICA PSICOFISICA	51
La sensazione sonora	51
Effetti fisiologici prodotti dal rumore	52
9. LA RIABILITAZIONE Uditiva	55
Considerazioni tecniche sulla sordità	55
Sussidi per l'orecchio medio	55
Sussidi per l'orecchio interno	60
Aspetti tecnici	61
Ruolo dell'audiometrista	62
Ruolo dell'audioprotesista	63
Ruolo del logopedista	63
Numero di elettrodi stimolati: precisazione	64
Set di lavoro e posizione del paziente	64
Sviluppo uditivo dei bambini: quando agire?	64
Neuroplasticità: non va sottovalutata	64
10. FISICA DELLA FONAZIONE	67
Anatomia della fonazione	67
L'effetto Bernoulli	67
APPENDICE 1 - Il moto circolare uniforme	71
APPENDICE 2 - Il moto armonico	73
APPENDICE 3 - I logaritmi	75
APPENDICE 4 - Il mascheramento	77
APPENDICE 5 - Le leve meccaniche	79
APPENDICE 6 - Notazione scientifica e ordini di grandezza	81
APPENDICE 7 - Simboli fisici e matematici usati nel testo	83