

ISTITUTO SUPERIORE DI STUDI MUSICALI "CLAUDIO MONTEVERDI"

ACUSTICA E PSICOACUSTICA MUSICALE

(M° Andrea Di Giovanni)

PROGRAMMA DEL CORSO

- **Introduzione.**
- **Richiami di matematica e fisica.** Concetto di funzione. Diagramma di una funzione. Funzioni elementari. Alcuni esempi notevoli: la retta, le coniche. Potenze con esponente reale. Funzione esponenziale. Logaritmi. Funzione logaritmica. Funzioni trigonometriche: seno, coseno, tangente, cotangente. Funzioni periodiche. Teorema di Fourier. Il moto. Velocità come derivata. Distanza come integrale. Accelerazione. Moti periodici. Equazioni differenziali lineari. Le leggi della dinamica.
- **La fisica dei suoni.** Moto armonico semplice. Corpo soggetto ad una forza elastica. Oscillatore smorzato. Oscillatore forzato. Risonanza. Oscillatori accoppiati. Modi normali di vibrazione di due oscillatori accoppiati. Modi normali di vibrazione di un sistema di molle e particelle. Onde meccaniche e onde armoniche. Velocità delle onde sonore. Equazione delle onde. Onde longitudinali. Onde trasversali. Sovrapposizione di onde. Interferenza. Onde stazionarie. Onde stazionarie nelle corde. Onde stazionarie nelle canne. Onde stazionarie in due dimensioni. Combinazioni di suoni di diversa frequenza. Il terzo suono di Tartini. Battimenti. Pacchetti d'onda e indeterminazione tonale. Effetto Doppler. Assorbimento. Coefficiente di assorbimento. Riflessione e rifrazione. Trasmissione. Legge di Snell. Diffrazione. Eco e riverbero. Forme d'onda particolari. Sintesi di onde complesse e cenni di analisi di Fourier delle onde sonore. Serie delle armoniche. Caratteristiche del suono: parametri fisici (pressione, frequenza, spettro, inviluppo) e parametri musicali (intensità, altezza, timbro, durata). Tremolo, vibrato, effetto corale e ritmo. Analisi della

qualità tonale. Infrasuoni ed ultrasuoni.

- **I meccanismi dell'udito.** Cenni storici sulla fisiologia del sistema uditivo.

L'orecchio umano. Orecchio esterno e direzionalità del suono. Trasmissione dello stimolo sonoro nell'orecchio medio. Anatomia della coclea e funzionamento dell'orecchio interno. Discriminazione delle frequenze: teoria posizionale o tonotopica, risoluzione e bande critiche, sirena di Seebeck e teoria della periodicità, altre teorie. Orecchio assoluto e orecchio relativo. Riduzione delle capacità uditive con l'età.

- **Psicoacustica musicale.** Intensità e pressione del suono. Misure del livello sonoro. Sonorità e livello sonico di suoni puri, di suoni non puri e di suoni di combinazione. Sonorità e impulsi nervosi. Mascheramento dei suoni: suoni puri o semplici, suoni complessi. Altezza del suono. Altezza assoluta e altezza relativa. Relazione tra altezza e intensità. Altezza virtuale di un suono complesso. Spirale delle altezze e isocromaticità. Il timbro: aspetti soggettivi, sintesi matematica delle forme d'onda dei principali strumenti.

Tridimensionalità del timbro. Spettri mediati nel tempo e formanti. Cenni alla teoria della consonanza musicale.

Differenti approcci alla percezione uditiva: cognitivismo e gestaltismo. Dal dominio visivo a quello uditivo. L'ascolto nel tempo e nello spazio: effetto "Cocktail party", mascheramento binaurale, effetto precedenza. La percezione del rumore. Ambiguità in musica,

- **Cenni di neurofisiologia musicale.** Aspetti neurologici dell'esperienza musicale. Strutture encefaliche. I lobi cerebrali, la rete cerebrale, gli emisferi cerebrali. Localizzazione encefalica delle facoltà musicali. Cervello e linguaggio, cervello e musica. Presupposti neurofisiologici dell'ascolto musicale. L'esperienza musicale. L'ascolto musicale. Emozioni in musica. L'apprendimento della musica. Ricerca scientifica in psicoacustica: scopi e tematiche.

- **Scale musicali e temperamenti.** Scala pitagorica e scala naturale. Scale temperate: temperamento mesotonico, temperamento equabile, altri temperamenti. Aspetti psicoacustici della struttura delle scale musicali.
- **Fisica delle varie famiglie di strumenti musicali classici e della voce umana.** Classificazione degli strumenti musicali. Caratteristiche generali: grado di intensità, direzionalità, attacco, stazionarietà, estinzione, durata. Strumenti a corde. Il pianoforte, il clavicembalo. Gli archi. Strumenti a fiato: i legni e gli ottoni. L'organo. Strumenti a percussione. Strumenti elettronici. La voce umana: l'organo vocale, le corde vocali, il tratto vocale, le formanti della voce.

1. **Acustica architettonica.** Suono diretto e suono riverberato. Parametri caratteristici dell'ambiente: tempo di riverberazione, libero cammino medio, coefficiente d'assorbimento medio dell'ambiente. Isolamento e riduzione del rumore. Assorbimento del suono. Distribuzione del suono. Acustica delle sale: criteri di qualità acustica e criteri di disegno acustico.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

1. A. FROVA, *Fisica nella musica*, Bologna, Zanichelli, 1999;
2. A. Di Giovanni, *Cosa sente il nostro orecchio?*, Monza, Casa Musicale Eco, 2012
3. 2. P. RIGHINI: *L'acustica per il musicista - fondamenti fisici della musica*, ed. G. Zanibon;
4. 3. P. RIGHINI: *Le scale musicali - leggende - pregiudizi - realtà*, ed. G. Zanibon.

ULTERIORI TESTI CONSIGLIATI

1. J. R. PIERCE, *La scienza del suono*, Bologna, Zanichelli, 1999;
2. *Scienza e musica*, dai quaderni de LE SCIENZE, n° 87;
3. J. SLOBODA, *La mente musicale. La psicologia cognitivista della musica*, Il Mulino, 1988;
4. P. COOK (a cura di), *Music, Cognition and Computerized Sound. An Introduction to Psychoacoustics*, MIT Press, 1999.

