

# ACUSTICA MUSICALE

Prof. Paolo Camiz

## INTRODUZIONE

Lo scopo di queste lezioni è quello di presentare il fenomeno musicale da un punto di vista scientifico, servendomi però non solo della matematica e della fisica, ma anche dell'anatomia e della neurofisiologia: infatti limitarsi alle scienze esatte ridurrebbe la musica a un fenomeno puramente meccanico o gasdinamico, cioè la produzione e la propagazione dei suoni, mentre la musica è anche, e soprattutto, un'esperienza percettiva, mnestica e intellettiva; si rende quindi necessario prendere in considerazione i meccanismi di fruizione, l'orecchio e la corteccia uditiva, sia dal punto di vista della loro struttura anatomica, sia da quello dell'organizzazione sinaptica (quest'ultima a livello solo di congettura).

### Parte prima

Per affrontare questa problematica occorre innanzitutto definire ed esplorare l'universo dei suoni, naturali e artificiali, di origine animale, umana o tecnologica, e metterli in relazione con gli apparati capaci di percepirli ed analizzarli; tra questi vanno considerati, oltre alle orecchie e relative corteccie uditive, gli strumenti tecnologici sia fisici che matematici, cioè i registratori e gli analizzatori di Fourier.

Successivamente si potrà esaminare come da questa interazione possa nascere l'esigenza di ricevere e inviare informazione, e in che modo tale informazione possa venir codificata; una particolare attenzione verrà dedicata ai codici musicali ed al loro contenuto fisico-matematico; in questo contesto è particolarmente rilevante la struttura topologica e metrica dello spazio uditivo, sia nel suo aspetto musicale che in quello linguistico, la quale non è priva di ambiguità e di contraddizioni.

Verrà poi affrontato il problema della consonanza/dissonanza, esaminando le varie teorie e proponendo un allargamento.

### Parte seconda

La descrizione completa di uno strumento musicale dal punto di vista fisico-matematico è un'impresa colossale, vista la complessità del sistema; per poterlo affrontare in modo più semplice conviene innanzitutto dividere lo strumento in parti che possano essere trattate separatamente, per poi rimetterle insieme, naturalmente tenendo conto dei mutui accoppiamenti. La parte che meglio si presta ad una mo-

dellizzazione fisico-matematica è il risuonatore, che verrà esaminato nelle sue varie forme: già in questa situazione addomesticata sarà necessario procedere ad ulteriori semplificazioni senza le quali le equazioni che governano il moto del risuonatore non sono risolubili analiticamente in modo semplice: occorre cioè idealizzare il sistema, supponendo ad esempio che la corda, o la membrana, siano infinitamente sottili, flessibili ed estensibili, oppure che le pareti del tubo sonoro siano infinitamente rigide e che non assorbano o cedano umidità.

Si vedrà poi come le altre due parti dello strumento, essenziali per il suo uso, come l'eccitatore e il radiatore, oltre a richiedere una descrizione spesso molto più complessa del risuonatore, ne modifichino in parte le caratteristiche.

Verranno esaminati in dettaglio risuonatori come la corda (pizzicata, percossa, strofinata), le sbarre, le membrane (percosse o strofinate), le lamine e le piastre, le cavità come gli ambienti (passivi) e i tubi sonori (eccitati per mezzo di getto d'aria e di ancia), e infine la voce. I vari risuonatori esaminati sono elencati in base al numero di dimensioni del modello idealizzato: infatti pur essendo tutti ovviamente tridimensionali, la loro trattazione risulta molto semplificate se si considerano infinitesime le misure delle dimensioni trasversali; in questo modo la corda, ma anche i tubi, diventano unidimensionali, le membrane e le piastre bidimensionali, mentre la completa tridimensionalità rimane solo alle cavità.

Le corrispondenti equazioni differenziali, una volta isolata la parte temporale, danno luogo per la parte spaziale ad una serie di problemi agli autovalori, tra loro analoghi ma differenti in base al numero delle dimensioni rilevanti, alla forma dei risuonatori e ai sistemi di coordinate più convenienti per la loro descrizione.

Il risultato finale sarà la determinazione delle frequenze proprie, dalle quali dipende la maggiore o minore musicalità dello strumento.