

Patrizia Iandolo

Acustica musicale

Fondamenti fisici della musica

Phasar Edizioni

Patrizia Iandolo  
Acustica musicale. Fondamenti fisici della musica

Proprietà letteraria riservata.  
© 2005 Patrizia Iandolo

© 2005 Phasar Edizioni, Firenze.  
[www.phasar.net](http://www.phasar.net)

I diritti di riproduzione e traduzione sono riservati.  
Nessuna parte di questo libro può essere usata, riprodotta o  
diffusa con un mezzo qualsiasi senza autorizzazione scritta  
dell'autore.

Copertina: Phasar, Firenze  
Stampa: Global Print, Gorgonzola (Mi)

ISBN 88-87911-44-4

**Patrizia Iandolo**

# **Acustica musicale**

**Fondamenti fisici della musica**

**Phasar Edizioni**



## Introduzione

*Fondamenti fisici della musica* è il sottotitolo del presente manuale di acustica musicale. Una formula che, per chi ha presente le tesi di acustica prescritte dai programmi ministeriali per i candidati agli esami di Storia ed Estetica musicale nei Conservatori e Istituti musicali pareggiati, richiama una conoscenza introduttiva dei concetti fondamentali dell'acustica e della fisiologia e psicologia della percezione uditiva.

La trattazione illustra, infatti, in forma chiara e dettagliata, i fenomeni fisici che stanno alla base della generazione, propagazione e ricezione del suono anche nel suo aspetto musicale. Si parla dunque delle leggi che regolano quei fenomeni che sono percepiti dal nostro senso dell'udito e interpretati dal nostro cervello. Il testo, inoltre, affronta i problemi relativi alle vibrazioni delle corde e delle piastre e alla produzione del suono nei tubi sonori, in relazione al funzionamento dei corrispondenti strumenti musicali. Di importanza fondamentale per la comprensione della musica sono poi le nozioni relative alle scale musicali e ai vari intervalli. Ecco allora i fenomeni ben noti ai musicisti come la risonanza, i battimenti e il terzo suono di Tartini, nei termini in cui l'acustica li concepisce e ne imposta la descrizione.

Pur conservando una divisione in capitoli che si riferisce alle cosiddette "tesi ministeriali", il volu-

me sviluppa in senso aggiornato la trattazione degli argomenti presi in considerazione in termini accessibili agli studenti di musica. Si tratta di concetti essenziali per la formazione di un musicista, necessari per conoscere meglio l'acustica del proprio strumento.

## Capitolo 1

### ***Fondamenti fisici del ritmo. Il fenomeno dell'oscillazione pendolare e le sue leggi. Il metronomo***

#### ***Fondamenti fisici del ritmo***

Le definizioni di ritmo hanno radici molto remote, che risalgono all'antica Grecia. A tal proposito sembra utile riportarne alcune fra le più note e accreditate.

*Il ritmo è l'ordine del movimento.*

Platone (427-347 a.C.)

*Il ritmo è un principio intrinseco della musica, della danza e della poesia.*

Aristosseno (discepolo di Aristotele)

*Il ritmo è la misura del tempo per mezzo della percussione: se questa è fatta con suoni il ritmo è musicale; se è fatta con parole il ritmo è poetico.*

Avicenna (980-1037)

*La nostra intelligenza ammira nei movimenti invisibili dei suoni, l'immagine delle proprie idee e dei propri sentimenti. Essa percepisce il movimento*

*ritmico sempre variato delle onde sonore (ossia dei suoni) come in riva al mare essa ammira il movimento delle onde.*

Helmholtz (1821-1894)

*Il ritmo è l'ordine e la proporzione nel tempo e nello spazio.*

Vincent d'Indy (1851-1931)

*Il ritmo è la musica nel tempo. Esso è strettamente legato al succedersi degli accenti, e il significato ritmico di una frase musicale può mutare interamente se ne viene spostata la successione, se cioè un tempo forte viene sostituito da uno debole e viceversa.*

Dizionario Ricordi

*Il ritmo si stabilisce sia per la successione periodica dei tempi forti e deboli, indipendentemente cioè dalla durata dei suoni, sia per la successione regolare dei valori di durata nell'ambito di un ordine determinato.*

Dizionario Larousse.

Attingendo dalle varie definizioni possiamo considerare il ritmo, come oggi lo intendiamo, un fenomeno periodico dovuto alla regolare successione di eventi. Il termine periodico va attribuito a

ogni avvenimento che si ripete nello stesso modo a intervalli uguali di tempo. È quindi una forma e una forza che governa la vita del cosmo (il moto dei corpi celesti), la vita degli esseri viventi (le pulsazioni cardiache, il respiro, la cadenza del nostro passo nell'atto del camminare)...

In ogni movimento ritmico distinguiamo la **fase**, il **periodo** e la **frequenza**. La **fase** è un ciclo completo che si articola in un momento debole, detto *arsis* (dal gr. *Ársis* “elevazione”), e in un momento forte, detto *tesi* (dal gr. *Thésis*, deriv. di *tithénai* “porre”). Il **periodo** esprime la durata di ogni fase. La **frequenza** indica il numero di fasi compiute in un dato tempo.

### *Il fenomeno dell'oscillazione pendolare*

La forma più semplice di ritmo si può studiare attraverso il moto oscillatorio pendolare. Per semplificare lo studio del moto pendolare, si fa riferimento a un sistema, detto pendolo semplice, costituito da un punto materiale B sostenuto da un filo flessibile, inestensibile e senza peso di lunghezza  $l$ , fissato a un punto A. Se si sposta il corpo dalla posizione verticale di riposo AB in quella AC, il pendolo compie per virtù della forza di gravità un movimento accelerato in direzione di B; risale, per forza di inerzia, con movimento ritardato, verso il punto D. Qui, dopo un attimo di quiete, riprende il cammino in senso contrario, finché, per graduale

smorzamento, il pendolo tornerà all'iniziale stato di riposo.

Si dice **oscillazione semplice** il moto fra due posizioni estreme da C a D. Si dice **oscillazione completa** il moto compreso fra la posizione di andata e di ritorno CDC.

Il **periodo**,  $T$ , è l'intervallo di tempo durante il quale si compie una oscillazione completa, mentre la **frequenza**,  $f$ , è il numero di oscillazioni complete compiute nell'unità di tempo.

Per **ampiezza** dell'oscillazione s'intende l'arco CD o anche l'angolo  $\widehat{CAD}$ .

Se l'angolo di apertura dell'oscillazione è piccolo (qualche grado), il moto del pendolo può essere considerato un moto armonico semplice. Pertanto, è facile dimostrare che il periodo  $T$  è dato dalla relazione:

$$T = 2\pi \sqrt{l/g}$$

dove  $l$  è la lunghezza del pendolo e  $g$  è l'accelerazione di gravità.

Questa formula compendia le leggi che seguono.

### ***Leggi del pendolo***

#### **1<sup>a</sup> legge – dell'isocronismo**

*Il periodo di oscillazione del pendolo è indipendente dall'ampiezza, cioè le piccole oscillazioni si compiono tutte nello stesso tempo.*

La legge dell'isocronismo scoperta verso il 1580 da Galileo Galilei, osservando il moto oscillatorio di una lampada del Duomo di Pisa, è una legge generale della natura, ma non è matematicamente esatta. Nelle piccole oscillazioni, che sono quelle di cui si occupa l'acustica, si può considerare però rigorosa.

## **2<sup>a</sup> legge**

*Il periodo di oscillazione del pendolo è indipendente dalla massa.*

Difatti la massa non figura nella relazione. A massa diversa corrisponde periodo di oscillazione costante.

## **3<sup>a</sup> legge**

*Il periodo di oscillazione del pendolo è direttamente proporzionale alla radice quadrata della lunghezza  $l$  del pendolo.*

Se, ad esempio, vogliamo raddoppiare la durata delle oscillazioni di un pendolo occorre quadruplicare la lunghezza; se vogliamo triplicare la durata la lunghezza andrà aumentata di nove volte, e così via. Pertanto, la lunghezza del pendolo aumenterà sempre in proporzione del quadrato della durata.

## 4<sup>a</sup> legge

*Il periodo di oscillazione del pendolo è inversamente proporzionale alla radice quadrata dell'accelerazione di gravità  $g$ .*

Un'elettrocalamita, disposta sotto il pendolo, esercita una forza di attrazione, che fa variare l'accelerazione di gravità, a parità di massa del pendolo oscillante.

## *Il metronomo*

Il metronomo (dal gr. *Mètron*, “misura” e *nò-mos*, “norma”) è uno strumento costituito da un pendolo capovolto, le cui oscillazioni si possono regolare mediante lo spostamento di un cursore di determinato peso che viene fatto scorrere lungo un'asta metallica, graduata fra le frequenze 40 e 208 al minuto primo, che porta l'indicazione dei tempi, dal largo al prestissimo, con tutte le classificazioni intermedie. Le indicazioni di movimento più usate sono quelle riportate nello schema seguente:

Indicazioni di movimento	Indicazioni di metronomo
Largo	40-60
Larghetto	60-66
Adagio	66-76

Andante	76-108
Moderato	108-120
Allegro	120-168
Presto	168-200
Prestissimo	200-208

Il meccanismo fu brevettato nel 1816 dal tedesco Johann Nepomuck Mälzel (1772-1838), che perfezionò l'idea dell'olandese Winkel (1780-1826), per aiutare i musicisti a indicare precisamente e oggettivamente la velocità di scorrimento di un pezzo. Mälzel era un famoso inventore di strumenti meccanici, carillons, orologi con suonerie melodiose, cornetti acustici che usava Beethoven per ovviare, almeno in parte, alla propria sordità. Si racconta che Beethoven, divertito dal ticchettio regolare del metronomo, compose una canzoncina in cui su di un accompagnamento "metronomico" ringraziava Mälzel per aver inventato questo misuratore del tempo musicale. E il motivetto di questa simpatica canzoncina venne poi utilizzato da Beethoven nel secondo movimento della sua ottava sinfonia.