Lineamenti di storia dell'acustica dalle origini all'epoca moderna

Il *Trattato dei fondamenti naturali e principi dell'armonia* del teorico inglese William Holder come momento di passaggio tra l'acustica classica e l'acustica moderna.

Mara Zia

Fin dalle loro origini, cioè dal tempo dei greci, gli studi sulla musica seguirono due direttive: l'analisi fisico-matematica del suono e la reazione percettiva dell'uomo al fenomeno "musica". Ne deriva una duplice indagine della realtà sonora, una astratta in cui l'uomo ricerca gli strumenti di analisi della natura e una fenomenologica dell'esperienza sonora percepita, in cui l'uomo diviene soggetto dell'indagine stessa. Nell'antica Grecia questi due livelli di analisi musicale erano rappresentati da due scuole distinte, rispettivamente dai pitagorici (VI sec. a. C.) e dagli aristosseniani (IV sec. a. C.). Tra la matematica degli uni e l'empirismo degli altri si inseriva la concezione cosmologica di Platone, per il quale l'autentico musico era il filosofo, cioè colui che non si chiude in un discorso specialistico e non mira a finalità pratiche di esecuzione strumentale, ma più ampiamente intende la musica come espressione dell'ordine matematico dell'universo. Le due correnti coesistettero nei secoli, ma fu la tradizione pitagorico-platonica ad emergere grazie all'influenza sulla musica delle discipline matematiche.

Dall'antica associazione di musica e scienza si sviluppò l'acustica — cioè la disciplina che spiega i fenomeni musicali — ma il termine "acustica" (dal greco acouw = udire) compare per la prima volta nell'opera del matematico tedesco Caspar Schott M*agiae Universalis* solo nel 1657.

Le nozioni fondamentali che attualmente possediamo dall'acustica musicale risalgono al lunghissimo periodo che intercorre tra i primi studi di Pitagora sul monocordo e le ultime scoperte di Newton circa la propagazione del moto attraverso i fluidi. Un notevole passo in avanti è stato compiuto solo alla fine del XIX secolo: lo sviluppo della fisica, la scoperta del calcolo infinitesimale applicato alla meccanica, l'avvento dell'elettronica permisero l'introduzione di nuove apparecchiature per la generazione e l'analisi del suono.

L'acustica musicale nacque, dunque, con Pitagora e con la scoperta dei rapporti musicali attraverso la suddivisione del monocordo[1]. Pizzicandone la corda si ottiene un determinato suono (unisono); dividendo la corda a metà con l'ausilio del ponticello mobile e pizzicando una delle parti si sente l'8ª, la cui frequenza[2] sta in rapporto 2 a 1 (2:1) con l'unisono. Se la corda è divisa in due parti, una doppia dell'altra, pizzicando la parte più lunga pari a 2/3 della corda intera, si ottiene la 5ª (2:3) e così via fino a completare la scala musicale. Questi rapporti erano noti già da tempo a livello percettivo, ma i pitagorici li identificarono con esatti rapporti numerici, stabilendo così la relazione di inversa proporzionalità tra la lunghezza della corda e l'altezza del suono. Pochi numeri interi, la *tetractys* pitagorica (1-2-3-4), stavano alla base delle consonanze perfette della scala greca: 1:1 è l'unisono, 2:1 l'8ª, 2:3 la 5ª, 3:4 la 4ª. Tutti gli altri erano dissonanti.

Molto meno scientifica la scala aristossenica era, invece, costituita da suoni determinati dall'orecchio e dall'intelletto, senza un'accordatura prefissata.

Successivamente Aristotele, partendo dalle osservazioni dei pitagorici sull'origine dei suoni dall'urto di corpi solidi, intuì la funzione dell'aria come veicolo di propagazione del suono.

Con la caduta di Atene (IV sec. a.C.) il patrimonio musicale greco venne assorbito dalla cultura romana la quale, sebbene non abbia apportato innovazioni rilevanti, compì un'opera di conservazione e diffusione. La fonte antica più autorevole fu Severino Boezio che nella sua opera *De Institutione Musicae* (500 ca.) compì una rilettura delle conoscenze musicali degli antichi greci. L'importanza di Boezio risiede nel suo ruolo di mediatore tra la cultura antica e il Medioevo; e la successiva riscoperta del mondo classico nel XV secolo da parte degli Umanisti attraverso l'opera boeziana, gettò le basi della rivoluzione scientifica del Seicento. Fu Boezio a codificare — e per questo definito antiaristossenico — la concezione platonico-pitagorica come appartenente alle scienze "esatte" e a fondare gli studi musicali sulla filosofia naturale collegata alle discipline matematiche.

Egli distinse il "musicus" dal "citharedus" o dal "tibicem" — cioè chi ha un rapporto intellettuale con la musica da chi ha un rapporto solo pratico-esecutivo — e giunse alla tripartizione che per un millennio riassunse la filosofia musicale degli antichi. *Musica instrumentalis* (quella pratica, manuale), *musica humana* (che coinvolge l'anima e l'armonia psichica), *musica mundana* (quella delle sfere e dei corpi celesti).

E proprio in questo secolo ritorna anche la vecchia diatriba tra la concezione aristossenica e quella platonica, nata dalla disquisizione sulla superiorità della musica o del testo poetico nell'opera in musica. I nuovi aristosseniani erano guidati da Vincenzo Galilei, famoso compositore, liutista e padre di Galileo, e i loro oppositori da Gioseffo Zarlino, insigne teorico musicale. Il campo di battaglia era l'intonazione: i primi sostenevano dovesse essere fondata sulla pratica musicale, i secondi su un apporto scientifico. Intanto emerge la limitatezza della scala musicale pitagorica e la necessità di adottarne una con un'intonazione diversa: le quattro consonanze perfette pitagoriche (unisono, 8ª, 5ª, e 4ª) potevano bastare per la musica monodica, cioè basata su un'unica linea melodica, ma non per quella polifonica il cui sviluppo, a partire dal XII secolo, fu tale da esigere nuove consonanze (3ᵉ e 6ᵉ) per permettere l'esecuzione della musica a più voci. Un nuovo sistema d'intonazione è stato così codificato da Zarlino: nelle *Istitutioni Harmoniche* (1558) egli introdusse il *senario*, cioè la definizione della consonanza nei numeri da 1 a 6, ampliando la *tetractys* pitagorica. Così anche 3ª, maggiore (4:5), 3ª minore (5:6), 6ª maggiore (3:5) e 6ª minore (5:8) erano consonanze a tutti gli effetti[3]. E la nuova scala zarliniana contiene il massimo numero di consonanze perfette.

Determinanti per lo sviluppo della scienza musicale moderna si rivelarono gli studi di Galileo sull'oscillazione del pendolo e le conseguenti osservazioni sulla proporzionalità tra l'altezza e la frequenza dei suoni, sul rapporto tra il numero di vibrazioni e gli intervalli musicali e l'importanza dei parametri di una corda (lunghezza, diametro, densità e tensione) per la vibrazione. Altri insigni studiosi del Seicento diedero il loro contributo alla ricerca musicale su basi scientifiche: Marin Mersenne, considerato il fondatore dell'acustica moderna, dimostra sperimentalmente che l'altezza di un suono è definita dalla frequenza. E poi Cartesio nel *Compendium Musicae* (1618) si occupa in particolare della consonanza, la cui spiegazione scientifica, come per Zarlino, avviene per via aritmetica — solo che Cartesio traduce le grandezze numeriche di Zarlino in segmenti. Si parte da un segmento di lunghezza prefissata, che musicalmente rappresenta il suono più grave e, suddividendolo di volta in volta in parti uguali (si ricordi il monocordo di Pitagora), si ottengono tutte le consonanze più acute di quel suono di base. Cartesio arriva alla conclusione che solo 2, 3 e 5 sono *numeri sonori*, cioè in grado di generare consonanze, mentre 4 e 6, in quanto multipli, lo sono "accidentalmente".

Gioseffo Zarlino, *Ruota dei numei sonori*

L'abbondanza di studi secenteschi su questi argomenti ha preparato la strada al fisico Isaac Newton che con i *Principia Mathematica* (1686) — in cui sono espressi i tre principi di meccanica razionale e la legge di gravi-tazione universale — rivoluzionò il modo di procedere anche nell'acustica musicale. Tutto il mondo che ci circonda è retto da leggi che possono essere sottoposte a calcoli matematici e conosciute empiricamente. È lo spirito sul quale si fonderà l'opera degli enciclopedisti francesi nel secolo successivo.

Concluse il Seicento l'opera di un musicista dilettante che ha ripreso le principali teorie musicali avanzando anche dei suggerimenti innovativi per l'epoca. Si tratta

del teologo e matematico inglese William Holder (1614-1696) e del suo *Trattato dei fondamenti naturali e principi dell'armonia* (1694), specchio dello spirito musicale e scientifico del XVII secolo. Scritto per i membri della Royal Society — un'accademia scientifica inglese che accoglieva studiosi di ogni disciplina — il trattato di Holder acquistò larghi consensi soprattutto da parte di un pubblico colto ma non necessariamente musicista, grazie alla chiarezza e semplicità con la quale sono stati esposti tutti gli argomenti.

E Holder fondò la sua indagine sulla musica proprio partendo dalla teoria greca. Da Pitagora egli attinse tutto ciò che derivava dagli studi sul monocordo; Aristosseno gli suggerì il continuo confronto tra il suono emesso dalla corda e la sensazione uditiva dell'orecchio. Al di là di questo, Holder spiegò il "fenomeno musicale" attraverso le vibrazioni delle corde rifacendosi ai recenti studi di Galileo sull'oscillazione del pendolo. Il teorico inglese affrontò gli argomenti più generali di acustica: natura e propagazione delle onde sonore, fondamenti fisici degli strumenti musicali e loro accordatura, intervalli, cause fisiche della dissonanza, scale musicali. Per primo Holder avanzò l'ipotesi della suddivisione dell'intervallo di 8ª in 53 piccole parti chiamate *comma*; in base a questa suddivisione egli diede ad ogni intervallo contenuto nell'8ª un preciso valore in comma. Così, per esempio, la 5ª era formata da 31 comma, la 4ª da 22, il tono — cioè la 2ª maggiore — da 9, ripartiti quest'ultimi tra i due semitoni, ora chiamati diatonico e cromatico. Il semitono diatonico è l'intervallo formato da due note vicine aventi nome diverso (Do-Reb) e quello cromatico da note vicine con lo stesso nome (Do-Do diesis). Formato da un semitono cromatico e da uno diatonico, il tono abbraccia 9 comma e l'8ª, formata da cinque toni e due semitoni diatonici, abbraccia quindi 53 comma (45+8)[4]. Con il temperamento equabile[5] i due semitoni sono stati unificati, per cui gli intervalli Do-Reb e Do-Do diesis si equivalgono. Ma questo artificio, introdotto per comodità, non corrisponde all'intonazione naturale che distingue i due tipi di semitono. E l'ipotesi di Holder che il comma fosse la 53esima parte dell'8ª è stata considerata valida per molto tempo quando si seguiva l'intonazione naturale e si distinguevano i semitoni[6].

Holder suggerì anche un metodo per accordare gli strumenti a suono fisso. Secondo il sistema attuale l'accordatura viene effettuata procedendo per intervalli di 4e e 5e giuste, dato che per queste due distanze, con l'introduzione del temperamento dell'8ª, si vengono a creare differenze minime rispetto agli stessi intervalli naturali. Ed è esattamente attraverso questi intervalli che Holder intuì il sistema migliore per accordare gli strumenti a suono fisso.

Pochi prima di lui dedicarono un intero libro ai problemi della teoria fisica e della matematica della musica e proprio per questo motivo il *Trattato dei fondamenti naturali e principi dell'armonia* segna una nota di carattere innovativo nel più ampio contesto della secentesca teoria musicale inglese ed europea.

Note

1 Strumento formato da una corda tesa su una cassa di risonanza con un ponticello centrale mobile.

2 La frequenza è il numero delle vibrazioni di una corda nell'unità di tempo.

3 In realtà la 6ª minore (5:8) non è contenuta nel *senario*, ma Zarlino giustifica ciò dicendo che la 6ª minore appartiene solo "potenzialmente" al senario, essendo 8 il doppio di 4.

4 Il comma (=frammento, particella) è la differenza tra i due semitoni. È quasi impercettibile al nostro orecchio, anche se in realtà esiste, e per questo con il sistema temperato questa lieve differenza è stata ripartita in modo da formare suoni omofoni unificando diesis e bemolli.

5 Sistema d'intonazione per gli strumenti a suono fisso in base al quale ogni suono viene determinato matematicamente ed ogni intervallo sta in rapporto fisso con l'8ª. Per ottenere questo, l'8ª è stata suddivisa in 12 semitoni uguali. Questo sistema ebbe come teorico l'organista tedesco A.Werckmeister (1691) e venne messo in pratica da J.S.Bach con i due volumi del *Clavicembalo ben temperato* (1722-44).

6 Attualmente gli intervalli vengano misurati con il sistema dei "cents", dove un cent è la 1200esima parte dell'ottava.