

Il suono: teorie antiche, teorie moderne

Il suono è prodotto dal movimento. Meglio: dalla *vibrazione*. Tutto nell'universo vibra, dalle particelle subatomiche alle galassie. Senza la vibrazione nulla esisterebbe. È una condizione propria della materia: la sua manifestazione la chiamiamo *energia*. Non sappiamo bene cosa sia, ma riusciamo a descriverla immaginandola come un'onda. La celebre formula di Einstein $E=mc^2$ ci dice che la materia è una sorta di 'condensazione' dell'energia, ovvero della vibrazione. Quando la materia sprigiona energia, oltre ad alterare il proprio stato, coinvolge tutto quello che le sta intorno, permettendo all'uomo di percepirne le perturbazioni.

Il numero di vibrazioni dell'onda e la sua ampiezza sono i principali fattori che i nostri sensi riescono a decodificare, ma solo a certe condizioni. Le onde elettromagnetiche, di dimensioni subatomiche, possono vibrare da 200 milioni di volte al secondo (onde radio) a 300 trilioni (raggi gamma), ma l'uomo riesce a registrare con gli occhi solo una ristrettissima porzione, posta più o meno al centro dello spettro (400-800 mila miliardi di vibrazioni), che il cervello interpreta come *colore*. Il rosso è il colore con la vibrazione più 'lenta', seguono: arancio, giallo, verde, ciano, blu, viola. Vibrazioni ancora più rapide sono dette ultravioletti e, sotto la soglia, infrarossi. Entrambe non le vediamo.

Sia chiaro: a meno di non guardare una fonte luminosa (vibrante), i colori che percepiamo non provengono dall'oggetto, ma dalla luce rifratta che giunge a noi con una vibrazione condizionata, cioè colorata, dalla superficie dell'oggetto colpito.

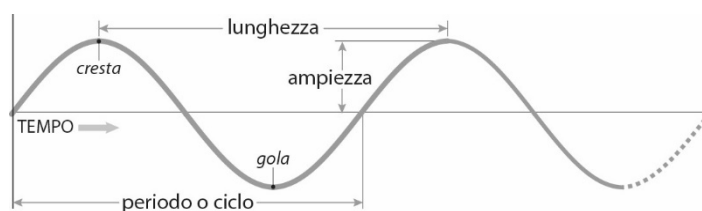
Non v'è spostamento di materia nella propagazione delle vibrazioni, solo di energia, pertanto le onde elettromagnetiche possono propagarsi anche nel vuoto (che evidentemente è meno vuoto di quanto sembri). Non così per il suono che, pur essendo anch'esso un'onda, scaturisce dalla vibrazione dei corpi, non dall'energia. Nel vuoto, mancando masse fisiche da coinvolgere, non può diffondersi.

L'onda sonora produce insomma lo stesso fenomeno di un sasso gettato in acqua: fa vibrare la materia circostante (nello specifico l'atmosfera). I corpi solidi tendono a vibrare sempre allo stesso modo, invece l'aria, che è rarefatta, si adegua alle vibrazioni dei corpi solidi: una corda pizzicata indurrà l'aria circostante a vibrare con la stessa frequenza; la lunghezza di un flauto produrrà un'onda d'aria condizionata dallo spazio delimitato dal caneggio.

Altezza, intensità

Le frequenze delle onde sonore prevedono numeri più ragionevoli di quelle luminose. Si calcolano sempre in Hertz (Hz) – in omaggio al fisico che alla fine dell'Ottocento dimostrò l'esistenza delle onde elettromagnetiche – unità di misura che conta le vibrazioni in un secondo: l'uomo ode vibrazioni fra 20 Hz (suoni gravi) e 20 mila (suoni acuti), fuori da questo *range* si parla di infrasuoni e ultrasuoni. La musica tuttavia tende ad usare suoni compresi fra i 50 e i 5000 Hz. La frequenza determina pertanto l'*altezza* di un suono, termine che non va confuso con il *volume* (suono forte o debole), reso dall'ampiezza dell'onda: più un'onda è ampia (dimensione verticale) più il volume è forte; più un'onda è lunga (dimensione orizzontale) più il suono è grave. Quando si parla delle caratteristiche fisiche del suono è bene

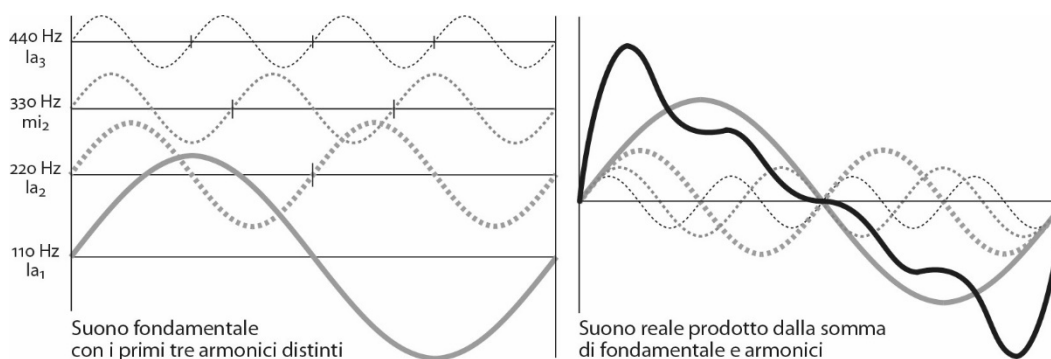
evitare quindi termini equivoci come 'alto' e 'basso' che non si sa se riferiti all'altezza o al volume.



Timbro

Un suono tuttavia non è solo una sinusoide, ma qualcosa di più complesso. In effetti l'onda sonora reale è assai meno regolare di quella raffigurata, e questa sua 'irregolarità' ne determina il *timbro*, cioè la pasta, il colore. L'irregolarità è dovuta all'elasticità del corpo sonoro che non produce solo il suono fondamentale, ma anche altri suoni meno facilmente udibili (parziali). I parziali non si percepiscono distintamente in quanto parte stessa del suono originario, e sono sempre di volume inferiore e di frequenza superiore al fondamentale perché prodotti dalla vibrazione di porzioni più piccole del corpo sonoro. Come sa ogni chitarrista, una corda accorciata genera un suono più acuto (più vibrazioni) perché, a parità di energia, le dimensioni ridotte oppongono minor attrito.

Quando i parziali sono in relazione casuale con il fondamentale si ha un rumore o quello che si chiama suono indeterminato (ad es. un campanaccio), un suono cioè la cui altezza non è identificabile. Quando invece tutti i parziali convergono a valorizzare il fondamentale, l'altezza è ben riconoscibile: in questo caso i parziali si dicono *armonici*. Ciò avviene se i parziali hanno frequenza *multipla* rispetto al fondamentale. Per corpi semplici, tipo una corda, ciò avviene spontaneamente, perché mezza corda vibra a frequenza doppia, un terzo a frequenza tripla e di seguito:







Il timbro di un suono dipende pertanto dal volume degli armonici. Ad es. un corno si distingue da un oboe perché il primo ha gli armonici 1-4 assai sonori, mentre il secondo è caratterizzato soprattutto dagli armonici 4-6.

Consonanze

Gli antichi sapevano che un suono si diffonde nell'aria, ma solo in epoca tardo-ellenica si parlò esplicitamente di vibrazioni; non ci fu modo tuttavia di contare le vibrazioni (frequenza) almeno fino a Galilei. Era invece ben conosciuta la relazione fra altezza del suono e dimensione del corpo sonoro: più la sorgente è piccola, più il suono è acuto. Non avendo modo di ragionare su altezze assolute i primi teorici compresero che gli intervalli più consonanti erano

prodotti da corde accorciate della metà, un terzo e un quarto: l'acustica, ma solo in tempi recenti, spiegherà che tali rapporti sono consonanti perché hanno in comune i primi armonici o i fondamentali.

$\frac{1}{2}$	do		1	
$\frac{2}{3}$	sol		4:3	diatessaron (quarta)
$\frac{3}{4}$	fa		3:2	diapente (quinta)
1	do		2	diapason (ottava)

Questi quattro rapporti, che si ritrovano in tutte le culture antiche, anche orientali, erano probabilmente già noti a caldei ed egizi, ma i teorici greci attribuirono la sua scoperta a Pitagora, sorta di primo matematico del suono. Il mito vuole che la lira di Apollo, donatagli da Mercurio, fosse intonata proprio su queste altezze considerate magiche (Macrobio, *Saturnali* 1.19; Boezio, *Musica* 1.20). I valori intermedi corrispondevano infatti a medi detti 'armonici' (4:3) e 'aritmetici' (3:2), tenuti in gran conto dagli antichi. Platone nel *Timeo* (36a) userà questi medi per descrivere l'anima dell'universo. Gli intervalli, detti *diapason*, *diapente* e *diatessaron*, rimarranno fondamentali in tutta la tradizione musicale occidentale e oggi li chiamiamo ottava, quinta e quarta in ragione del numero di note che contemplanò (i nomi *do fa sol do* usati nella figura sono moderni).