

# NOTE MUSICALI

## PARTE PRIMA - 2.

### LE CARATTERISTICHE DEI SUONI

#### Il suono

Segue da PARTE PRIMA - 1

**Spessore spaziale.** Con spessore spaziale si intende la capacità di percezione delle nostre due orecchie di triangolare la posizione della sorgente sonora e quindi quando ci troviamo in una sala da concerto ed ascoltiamo una intera orchestra suonare, ossia circa 50 strumenti musicali diversi il cui suono proviene a semicerchio da 50 diverse posizioni possiamo apprezzare la profondità spaziale del brano suonato anche o forse ancora meglio se lo ascoltiamo ad occhi chiusi per concentrarci meglio sul suono. L'impressione che se ne trae è quella di essere immersi in quei suoni come se fossero prolungamenti delle nostre facoltà di apprezzare distanze e direzioni. Alcuni autori hanno sfruttato più approfonditamente questa capacità percettiva utilizzando ad esempio un bosco al posto del teatro e altoparlanti posizionati sugli alberi al posto del classico semicerchio. L'effetto che ne hanno tratto è veramente considerevole (si sentono i suoni provenire da una parte o da dietro in tonalità un poco più acute, passarci sopra velocemente a tutto volume ed andarsene dalla parte opposta, smorzandosi in toni più bassi) e l'ascolto che se ne trae diventa un fenomeno molto più intenso, anche psicologicamente rispetto a quello del classico teatro. Il più noto di questi autori fu sicuramente il tedesco Karlheinz Stockhausen (1928-2007).

**La psicoacustica studia il comportamento dei meccanismi fisiologici e psicologici che intervengono nella percezione uditiva ed è un capitolo della psicofisica,** e quel poco che sappiamo ci può aiutare a comprendere forse come e perché il nostro cervello elabori il suono in tal modo.

Il dominio della psicoacustica si può suddividere in due diversi campi di osservazione: a) la capacità dell'udito di valutare le caratteristiche fisiche dei suoni; b) quella di coglierne le variazioni. Sia in un caso che nell'altro è fondamentale il concetto di soglia, termine con il quale in biologia e psicologia si intende genericamente il valore minimo di intensità di stimolazione necessaria perché si verifichi una certa risposta biologica o psicologica. Quando, in psicofisica, l'interesse è rivolto a determinare la differenza tra stimoli percepibili e stimoli non percepibili si parla di soglia assoluta; quando, invece si vuole determinare la minima variazione apprezzabile, si parla di soglia differenziale. Nella pratica, tuttavia, più che il valore assoluto della variazione interessa il rapporto percentuale di questa con il valore dell'intensità dello stimolo iniziale, come, del resto, enunciato dalla legge di Weber: "uno stimolo deve essere aumentato di

una frazione costante del suo valore perché la differenza cominci a diventare percepibile".

Nell'intento di ottenere risultati più agevolmente quantificabili, nelle ricerche di psicoacustica vengono usati prevalentemente suoni puri, in tale accezione chiamati toni, così come rumori opportunamente calibrati come, per es., il rumori naturali omogenei o bianchi (cui abbiamo già accennato).

La sensibilità umana è massima tra duemila e cinquemila battiti al secondo.

Per questo motivo le apparecchiature ad alta fedeltà sono dotate del comando loudness che, inserito, introduce un circuito di compensazione avente il compito di esaltare in modo opportuno le frequenze estreme e migliorare la fedeltà dell'ascolto a basso volume.

Il comportamento psicoacustico del sistema uditivo per quanto riguarda la sensazione di altezza al variare dell'intensità è molto complesso.

Come nel caso dell'intensità, la valutazione delle variazioni di frequenza è fortemente influenzata dalla velocità di queste e i valori dati si riferiscono a valutazioni istantanee mentre variazioni lente possono ingannare anche orecchie esercitate.

Questo per dire che, a prescindere dal fattore culturale, dalla nota di partenza, dalla sua intensità o durata di esecuzione, tali complicazioni rendono la vita difficile ai compositori musicali, anche semplicemente perché gli intervalli di un semitono (ci sono dodici semitoni in una scala di sette note) sono esattamente identici, qualunque sia la nota di partenza, ossia sta col tono di riferimento nel rapporto di 1,05946 (che corrisponde alla radice dodicesima di due). Non vogliamo qui approfondire questa complessissima materia, i suoni mascherati, i suoni di combinazione, fenomeni inerziali o suoni che addirittura si formano a causa delle dimensioni del nostro timpano, o fenomeni di ordine spaziale o intenzionale, la riflessione sonora o le armoniche, i fattori soggettivi o dovuti all'età dell'udente, solo far comprendere che ci saranno delle ragioni molto valide se le informazioni sonore sono tante e così articolate, oltre che così pervasive nel nostro cervello.

Ancora qualche accenno su altri fra i più comuni fenomeni riguardanti i suoni: **risonanza, lunghezza d'onda, onda stazionaria, riflessione, rifrazione, interferenza e assorbimento.**

**Risonanza.** Ogni corpo ha una **frequenza naturale di risonanza**, quindi quando viene opportunamente sollecitato entra in vibrazione alla sua frequenza naturale di risonanza e può essere sollecitato anche semplicemente avvicinandogli un corpo che vibri a quella determinata frequenza. Abbiamo già detto che il diapason sollecitato con un martelletto o colpendolo contro un oggetto rigido entra in risonanza alla sua frequenza caratteristica (quattrocentoquaranta Hz, la frequenza del quarto La della tastiera del pianoforte) e quando un corpo entra in risonanza tende a mantenere quella vibrazione per un certo tempo; ora se durante questo tempo avviciniamo il diapason alla corda del pianoforte che suona la stessa

nota, questa corda si metterà a sua volta a vibrare, mentre, come potremmo notare, tutte le altre corde circostanti non si muoveranno per nulla.

**Lunghezza d'onda.** Abbiamo già detto che i corpi possono vibrare intorno al loro stato di quiete creando pressioni e depressioni nel mezzo in cui sono immersi. **La distanza fra due pressioni successive** (o fra due depressioni successive: la misura non cambia se la frequenza è costante) **si chiama lunghezza d'onda.** In generale, come ad esempio succede per le corde, più l'oggetto sollecitato è corto, ovvero la sua lunghezza d'onda è corta, e più è alta la sua frequenza di risonanza. La lunghezza d'onda viene definita come il rapporto tra la velocità e la frequenza. Ciò, ad esempio, significa che, a parità di frequenza, la lunghezza di un'onda sonora è più corta di quella di un'onda luminosa, che come abbiamo visto è circa novecentomila volte più veloce. Questo fattore ha consentito di indagare con maggiore accuratezza il mondo quantistico in quanto si sono costruiti corpi vibranti così piccoli che la loro lunghezza d'onda è più piccola della dimensioni di un atomo, cosa che non è impossibile utilizzando la luce, che, come abbiamo detto, ha una lunghezza d'onda tanto più grande ed in particolare più grande di quella di un atomo (<https://science.scien...>).

**Onda Stazionaria.** Un'onda **stazionaria** è una perturbazione periodica di un mezzo materiale, le cui oscillazioni sono limitate nello spazio: in pratica non c'è propagazione lungo una certa direzione nello spazio, ma solo un'oscillazione nel tempo. L'esempio classico è quello di una corda che vibra fra due **nodi** (cioè i due punti in cui la corda è fissata sopra e sotto) alla sua frequenza naturale: il ventre (la parte centrale) di questa corda continua ad oscillare alla sua frequenza di risonanza e l'energia non si propaga da un punto all'altro, rimane costantemente lì; invece il ventre crea nell'aria alternativamente una compressione e una decompressione, ossia una compressione da una parte e una decompressione dalla parte opposta, quindi le situazioni si invertono: ciò provoca il movimento di quest'onda che diventa viaggiante in quanto i suoi nodi e i suoi vertici si spostano continuamente nello spazio. In ogni caso se sommiamo in ogni istante le due onde viaggianti opposte avremo come risultante l'onda stazionaria. L'esempio più semplice che illustra questo fatto è costituito dai tubi sonori. Un flauto, ad esempio è un tubo di circa 60 cm di lunghezza. Un singolo impulso sonoro impiega quindi meno di due millesimi di secondo per percorrerlo, dopo di che incontra un'estremità, o un foro laterale. Lì parte dell'energia viene trasmessa all'aria esterna, e parte viene riflessa di nuovo entro il tubo, che percorrerà ora a ritroso per altri due millesimi di secondo fino ad incontrare l'altra estremità della canna. Naturalmente in un tempo così breve un impulso acustico non può essere percepito dall'orecchio come un suono. Affinché se ne possa trarre una sensazione sonora definita è necessario quindi che, in seguito a centinaia o migliaia di riflessioni avanti e indietro, si costruisca nel tubo un'oscillazione stabile. In

sostanza perché un qualsiasi tubo si possa trasformare in uno strumento musicale occorre che soddisfi due condizioni. **1. Che si possano propagare oscillazioni di qualunque frequenza** e per questo si studiano le **guide d'onda**, cioè il diametro del tubo, perché in una canna si può propagare oscillazione acustica di frequenza maggiore di una frequenza minima inversamente proporzionale al diametro del tubo. Questa proprietà non pone una limitazione, almeno per strumenti di piccola dimensione come il flauto, in quanto la frequenza di taglio è in genere negli ultrasuoni. Essa, invece, diventa assai rilevante in strumenti che terminano con una grossa campana. **2. Che l'oscillazione ottenuta dalla sovrapposizione di queste onde viaggianti sia stabile**, ossia se dopo migliaia di viaggi avanti e indietro in quella canna si crea o no un'onda stazionaria, oltre al caratteristico timbro di quello strumento.

**Riflessione.** Tutti conosciamo, per averlo sperimentato direttamente, **il fenomeno della riflessione del suono: il fenomeno dell'eco** (l'onda della nostra voce si riflette contro una parete rocciosa a grande distanza da noi e quindi ci torna indietro con un certo ritardo), ma la riflessione non è un fenomeno così semplice da spiegare. Le sale dei teatri, ad esempio sono costruite in modo tale che le onde provenienti dal palco siano riflesse sulla platea perdendo pochissima potenza. Come abbiamo già detto i pipistrelli utilizzano ultrasuoni per orientarsi nel volo, essendo per altro quasi completamente ciechi. Allo stesso modo i sottomarini si orientano sott'acqua per evitare ostacoli o per mappare il fondo marino (attraverso il S.O.N.A.R., **S**ound **N**avigation **A**nd **R**anging) ecc.. Il S.O.N.A.R. può essere attivo (trasmette e riceve il suo proprio segnale senza alcun limite minimo di distanza se l'ostacolo che incontra non è fonoassorbente) oppure passivo se raccoglie i suoi ambientali (prodotti da balene, delfini ecc.). Solitamente nella funzione attiva viene utilizzato un ultrasuono a quaranta chiloherzt e viene usato anche fuori dall'ambiente marino, ad esempio per la robotica. Nel caso che l'ostacolo che incontra sia molto frastagliato può verificarsi il fenomeno della **riflessione diffusa**, che impedisce una precisa mappatura dell'ambiente circostante. Però non è sufficiente la presenza di un ostacolo per provocare questo fenomeno, anzi, la presenza di un ostacolo non è né necessaria né sufficiente. Infatti la riflessione sonora si verifica solo se la dimensione dell'ostacolo è molto maggiore della lunghezza d'onda dell'onda sonora che incide su di esso o se impedisce all'onda di superarlo perché circonda la sorgente da tutte le parti o almeno per buona parte, come nelle sale da concerto, e questo ostacolo deve essere composto con materiali non fonoassorbenti (che vedremo in dettaglio nei paragrafi seguenti). Come detto, la presenza di un ostacolo non è nemmeno condizione necessaria per la presenza del fenomeno della riflessione. L'onda riflessa può originarsi anche in presenza di variazioni delle caratteristiche fisiche del mezzo di propagazione dell'onda: ad esempio l'onda che si genera all'interno di uno strumento musicale a fiato (che suona grazie al fiato dell'esecutore) si riflette contro le pareti

interne dello strumento, ma si danno due casi, che raggiunga alla fine del tubo una parete chiusa, allora l'onda che procedeva parallelamente alla direzione di propagazione rimbalza indietro provocando una riflessione senza inversione di fase, mentre se alla fine della canna dello strumento si trova una parete aperta, la differenza di pressione che trova appena fuori (cioè una pressione inferiore) provoca una inversione di fase. L'orecchio umano riesce a percepire due suoni ricevuti in sequenza solo se il tempo di separazione è circa di un decimo di secondo e quindi il fenomeno dell'eco, cui accennavamo sopra si può verificare solo se le montagne si trovano ad almeno 17 metri da noi per via della seguente formula  $D=Vt/2$ , dove  $D$  è la distanza a cui l'eco si può verificare,  $V$  è la velocità dell'onda sonora nell'aria e  $t$  il tempo di discriminazione umana di due note successive, quindi  $(340 \times 0,1)/2$  perché bisogna calcolare andata e ritorno=17metri. Quando questa situazione minima della distanza dei 17 metri non si verifica abbiamo al posto del fenomeno dell'eco quello del **riverbero**, ovvero **una sensazione sonora più intensa** e causata dal fatto che il suono riflesso si sovrappone al suono di "partenza" generando un'impressione di minor nitidezza e di più difficile localizzazione e della sorgente sonora e dell'ostacolo, ma comunque se ben regolato in una stanza può dare la sensazione di trovarsi immerso al centro della musica, per questo la funzione di riverbero si trova in molti amplificatori di qualità. Il fenomeno della riflessione o della codifica con ultrasuoni si applica ancora per comandare elettrodomestici (televisori ecc.), cancelli automatici ecc., sistemi di misurazione del livello del liquido in cisterne inaccessibili o in pozzi profondi, dispositivi montati sul paraurti delle automobili come dispositivi di aiuto per il parcheggio. Vi sono infine importanti applicazioni della riflessione sonora in campo medico: **ecografia** (si usano cristalli di quarzo che vibrano da uno a dieci milioni di Hz) ed **eco-doppler**. La tecnica ecografica si basa sulla diversa capacità di riflettere le onde sonore che sostanze di diversa densità e composizione chimica possiedono: direzionando le sonda ecografica sulle parti da studiare secondo diverse angolature ed analizzando, molte volte al secondo, le onde riflesse si riescono ad ottenere informazioni, tradotte poi in immagini, che rielaborate in sequenza generano addirittura un filmato. Il gel che si mette sulla pelle prima di appoggiare il ricetrasmittente in prossimità della zona da analizzare serve a modificare la riflessibilità della pelle rendendola quasi trasparente allo strumento.

L'eco-doppler è una variante dell'ecografia classica applicata ai vasi sanguigni per rilevare restringimenti, dovuti al colesterolo o a placche aterosclerotiche, o ispessimenti e perdita di elasticità delle pareti. La sola ecografia non sarebbe in grado di rivelare la velocità del flusso sanguigno in un determinato punto dell'arteria (cioè il parametro che effettivamente interessa chi deve fare una prognosi) e quindi si abbina all'effetto doppler, cui abbiamo già accennato, che si basa sullo spostamento in frequenza che subiscono le onde riflesse da corpi in movimento.

**Rifrazione. Un'onda sonora cambia direzione di propagazione quando attraversa regioni in cui si propaga con diverse velocità:** questo si chiama **rifrazione**. La velocità del suono in un gas è direttamente proporzionale alla radice quadrata della sua temperatura. Nell'aria ci sono diversi fattori però, che ad esempio, possono modificare la sua temperatura. Ogni cento metri di altezza, ad esempio, la temperatura dell'aria cala di un grado. Oppure, ad esempio, d'estate dopo una giornata calda, di notte la terra si raffredda molto più rapidamente dell'aria e quindi l'aria al suolo può essere più fredda di quella in alto. Anche una corrente di vento può modificare la temperatura dell'aria, quindi influenzare la rifrazione del suono, non tanto per la velocità del vento che può essere al massimo di 100 volte inferiore alla velocità del suono, ma perché l'intensità del vento è mediamente sempre minore vicino al suolo che in quota, a causa dell'attrito e degli ostacoli presenti vicino a terra, e quindi un'onda sonora orizzontale che si propaga in favore di vento viene piegata verso il basso, mentre, se si propaga controvento, viene deflessa verso l'alto. Si verifica quindi una situazione qualitativamente analoga al caso del gradiente termico: il suono che si propaga in favore di vento corrisponde a quello che si propaga in un'inversione termica, e viaggia più lontano.

Analoghi fenomeni si verificano in acqua, salvo che qui, essendo l'acqua praticamente incompressibile, la velocità del suono può dipendere anche dalla sua pressione (la pressione aumenta di un'atmosfera circa, per ogni 10 metri di profondità). Quindi vicino alla superficie in acqua avranno maggiore influenza le temperature, mentre in profondità inciderà di più la pressione. Il risultato è che, la velocità del suono nell'oceano in funzione della profondità dapprima decresce, ma poi, raggiunto un valore minimo, torna a crescere fino a raggiungere il valore massimo sul fondo.

Poiché, come si è detto sopra, le onde sonore sono piegate dalla regione dove il suono è più veloce, alla regione dove il suono è più lento, ne consegue che i suoni oceanici tendono ad essere convogliati in un "canale" in cui la velocità del suono ha un valore minimo. Attraverso la rifrazione, quindi, si viene a creare un canale privilegiato sottomarino (diremmo una guida d'onda) che permette al suono di propagarsi sott'acqua a grandissime distanze.

Questo canale, detto **SOFAR** (SOund Fixing and Ranging) si trova a profondità di 600-1200 m alle medie latitudini, mentre si sposta in profondità ai tropici, ed in superficie alle alte latitudini. Abbiamo detto che il fenomeno della rifrazione avviene dal passaggio attraverso due mezzi con diversa velocità di propagazione rispetto al suono e questo sicuramente è vero tra aria e acqua, infatti la velocità del suono in acqua è di circa quattro volte e mezzo più veloce che in aria, ma intervengono altri fattori che invece rendono difficile la realizzazione del fenomeno. Ad esempio i fluidi differiscono anche per densità (l'acqua è circa 1000 volte più densa dell'aria): ciò comporta che sia estremamente difficile trasferire energia elastica dall'aria all'acqua e viceversa tramite

**..segue nell'inserito Arte del prossimo mese ./.**



Copyright © Tutto il materiale è liberamente riproducibile ed è richiesta soltanto la menzione della fonte.

Da questa pagina, cliccando sulle parti sottostanti, si può vedere  
il cartellone e le iniziative aggiornate di Monica e del suo gruppo teatrale.

*Il Laboratorio di formazione teatrale "Signori, chi è di scena!"*

presenta



La compagnia **"Signori, chi è di scena!"** presenta

**Monica Ferri** in



# Dannazione Donna

novità assoluta scritta e diretta da **Marco Ferri**

Opera buffa, thriller o dramma?  
Una commedia che scoppietta  
di risate, emozioni  
e riflessioni.

***Dannazione, donna,  
ti aspettiamo.***

***Ma vieni accompagnata.  
È più divertente.***

Scenografia: **Marzia Savi e Alessandro Amatori**

Assistenti alla regia: **Cristina Turella e Davide Catini**

Ufficio stampa: **Viviana Rubichi** - [dannazioneonna@signorichiediscena.it](mailto:dannazioneonna@signorichiediscena.it)

**sabato 18 novembre 2017 ore 21**

**domenica 19 novembre 2017 ore 18**

biglietti: 8 euro + 2 euro tessera



[signorichiediscena](https://www.facebook.com/signorichiediscena)



[Sig\\_chiediscena](https://twitter.com/Sig_chiediscena)

[info@signorichiediscena.it](mailto:info@signorichiediscena.it) - 3293218493 - [www.signorichiediscena.it](http://www.signorichiediscena.it)

TEATRO  
*San Giustino*

**Teatro San Giustino**

Viale Alessandrino, 144 - Roma

ph. V. De Bernardinis

grafica simonico