

LA PERCEZIONE DELLA MUSICA

DAL SUONO ALLE TEORIE SULL'ORECCHIO MUSICALE.

**OPS: LA PRINCIPALE WEB COMMUNITY ITALIANA PER STUDENTI, LAUREANDI E LAUREATI IN
PSICOLOGIA**

**ARTICOLI, FORUM DI DISCUSSIONE TEMATICI, LIBRERIA SPECIALIZZATA, OPPORTUNITÀ DI
STAGE E LAVORO,
BANCA DATI CURRICULUM, CORSI DI FORMAZIONE, ARCHIVIO TESI DI LAUREA E MOLTO ALTRO
ANCORA...**

VISITA LA COMMUNITY ALL'INDIRIZZO WWW.OPSONLINE.IT

La Percezione della Musica.

DAL SUONO ALLE TEORIE SULL'ORECCHIO MUSICALE.

1. IL SUONO.

BASI FISICHE E FIOLOGICHE DELLE PERCEZIONI TONALI

“If a tree falls in the forest, and there is no one to hear it, will be a sound?...”

Questo dilemma filosofico ci permette di mettere in evidenza due diversi significati della parola “suono”. Questo termine, infatti, può essere espressione di un fenomeno di tipo fisico:

“Il suono è un movimento organizzato di molecole, causato dalla vibrazione di un corpo in un mezzo- acqua, aria, ... o altro.”

o descrizione di una sensazione:

“Il suono è una sensazione uditiva prodotta attraverso l'orecchio dall'alterazione... di pressione, disposizione di particelle, o velocità delle particelle che si propagano in un mezzo elastico quale l'aria.”

Entrambe le definizioni sono corrette, l'unica cosa che le distingue è che nella prima il suono è visto come causa e nel secondo come effetto.

I Generatori di suono e La vibrazione sonora.

Ciò che a noi interessa del rapporto tra acustica fisica e psicologia della musica è ciò che ci permette di stabilire e precisare le condizioni fisiche che permettono la percezione del suono.

Ogni movimento che si ripete nel tempo è definito movimento periodico. Un corpo vibrante in contatto con l'atmosfera produce movimento delle particelle di aria portando alla formazione di onde sonore. Quindi, se noi ad esempio pizzichiamo con un dito una corda ben fissata alle due estremità, ottenendo dei suoi, possiamo vedere anche a occhio nudo che la corda si pone in rapido movimento periodico. Questo movimento viene trasmesso per risonanza alle particelle circostanti, e quindi alla membrana del timpano; da qui si propaga all'orecchio interno e poi fino ai centri acustici cerebrali dove dei processi fisiologici danno origine alla percezione acustica. Naturalmente è fondamentale la presenza di un mezzo quale l'aria, infatti se mettiamo la corda in vibrazione all'interno di una campana di vetro a vuoto pneumatico, noteremo che la vibrazione non produce più suono.

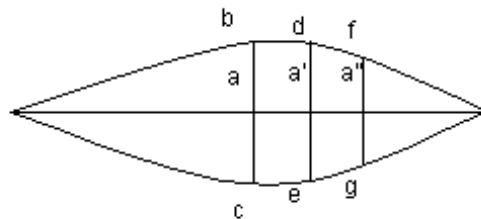
La natura delle vibrazioni sonore si dimostra anche in modo molto semplice con un diapason. Se questo viene percossa a “martello” entra in *vibrazione*. Le vibrazioni possono essere facilmente percepite toccando lievemente il diapason con un dito. Volendo precisare le vibrazioni possiamo legare all'estremità di una delle due branche

una matita sotto la quale si lascia scorrere una striscia di carta tinta in nerofumo. La punta oscillante iscrive sul foglio una curva periodica, espressione delle oscillazioni, una *linea ondulata*. Registrando il tempo in secondi o frazioni di secondo e segnandolo sulla carta a intervalli regolari, è possibile determinare quante onde vengono a trovarsi in un tratto posto tra due segni, cioè quante volte il diapason ha oscillato nello spazio di un secondo.

Dall'oscillazione di un suono semplice deriva la forma semplice della linea di oscillazione, detta *vibrazione armonica*, e la relativa linea di oscillazione viene detta *sinusoidale*. Linee sinusoidali si ottengono solo da diapason perfetti, che producono un suono semplice senza toni secondari. Le vibrazioni sonore degli strumenti, invece, hanno una forma molto complicata, ogni curva complessa di questa specie deve essere considerata come composta da somma di oscillazioni semplici (Analisi dei suoni di FOURIER).

Ampiezza delle vibrazioni.

Osservando una corda che vibra si può notare che ogni punto di oscillazione ha in suo movimento. Il punto *a* nel mezzo alla corda che viene messa in vibrazione, compie all'inizio il tratto *a-b*, quindi quello *b-c*, per poi tornare al punto di partenza.



Il tratto compiuto dal punto *a*, in tutta la sua estensione è detto *oscillazione doppia* o *completa* del punto. Naturalmente l'oscillazione completa per il punto *a* sarà il tratto *a-b-c-d-e-a*. Quando si parla di ampiezza di oscillazione di una corda o di una linguetta, si intende con ciò la massima possibilità di elongazione del corpo oscillante. Nel caso dell'esempio l'ampiezza della corda oscillante è il tratto *a-b* perché *a* è il punto della corda nel quale essa si allontana al massimo della sua posizione di equilibrio. In genere l'ampiezza si indica con la lettera greca λ .

DIPENDENZA DELLA SENSAZIONE SONORA DALL'AMPIEZZA DELLA VIBRAZIONE.

Le oscillazioni sonore periodiche, di qualsiasi ampiezza non vengono tutte percepite come suono dall'organo uditivo, deve essere raggiunto un certo grado di forza. L'entità della forza dello stimolo necessaria a renderlo udibile varia da individuo a individuo, esiste tuttavia un determinato *valore medio di soglia*. Questo valore è molto basso, ciò significa che l'orecchio umano possiede una sensibilità incredibilmente elevata per le vibrazioni dell'aria. La soglia di intensità viene usata per l'esplorazione dell'acuità uditiva che viene definita mediante il *valore assoluto di soglia*. Come *soglia assoluta* intendiamo quella minima intensità sonora che è ancora sufficiente a produrre una sensazione apprezzabile. Quanto è più bassa la soglia di intensità tanto più elevata è l'acuità uditiva. La legge è: *l'acuità uditiva è*

inversamente proporzionale all'altezza della soglia di intensità. Il valore soglia della sensazione è legato alla anche all'altezza del suono.

Perché uno stimolo sia percepito come “suono” non deve avere solo una certa intensità ma anche una determinata *durata*. La durata ottimale perché un suono venga percepito varia, secondo l'altezza e il colorito tonale, tra 2 e 20 oscillazioni. La durata necessaria per la percezione è anche in rapporto con il decorso generale dello stimolo sonoro. A tale riguardo si offrono tre possibilità:

- a) Il suono può mantenere la stessa forza per tutta la sua durata;
- b) Il suono può essere forte all'inizio e successivamente indebolirsi;
- c) Il suono può essere prima debole e poi raggiungere la sua piena forza.

Tra gli strumenti musicali sono soprattutto quelli a pizzico e a percussione che producono suoni che cessano rapidamente. Nel pianoforte si tende a mantenere costante l'intensità tonale durante tutta la durata del suono, ciò viene raggiunto con il rivestimento in feltro dei martelletti. La voce umana è l'unico “strumento” che è capace di regolare secondo il bisogno tutte le variazioni di altezza e stabilità.

Per studiare la sensibilità per i suoni è importante oltre la *soglia assoluta*, anche la *soglia differenziale*. Essa è la più piccola differenza di intensità tonale che viene percepita come tale; esiste una rapporto con la forza del suono, l'aumento dell'intensità tonale può essere avvertito molto più facilmente quando si tratti di suoni leggeri che non di suoni forti. La *legge di Weber* aiuta a capire questa problematica, si può infatti affermare che *due stimoli di qualità simile possono produrre una differenza di sensazione chiaramente percepibile se si trovano in un rapporto di intensità determinato e costante*. Tutto ciò significa che variando l'intensità dello stimolo il *valore relativo* della soglia di differenza rimane identico.

Possiamo quindi concludere che l'**intensità** è direttamente correlata all'ampiezza delle oscillazioni. Per Intensità di un'onda sonora si intende l'energia trasmessa attraverso l'area di 1 m² orientato perpendicolarmente rispetto alla normale direzione di propagazione dell'onda. Diviene quindi logico capire che distanziandoci da una fonte sonora fissa, percepiamo una diminuzione di intensità del suono, a livello matematico è possibile esprimere l'intensità in funzione della distanza dalla fonte sonora (r = distanza dalla fonte sonora); risulta infatti che:

$$I = 1/r^2.$$

In genere si tende a esprimere l'intensità in watt/m². l'orecchio umano abbraccia l'intervallo che va da 1 Watt/m² (il suono più alto, detto anche “Soglia di sensibilità”) a 10⁻¹² watt/m² (il suono più basso detto soglia di udibilità, corrisponde a 0.000000000001)

Frequenza delle oscillazioni.

Dopo l'ampiezza la seconda proprietà dell'oscillazione è il tempo necessario per compiere un'oscillazione completa. A livello di formula si esprime come:

$$f = 1/T$$

dove T corrisponde al periodo, ossia il tempo richiesto per compiere un'intera oscillazione. Nell'esempio precedente consisterebbe nell'intervallo di tempo necessario a compiere il tratto *a-b-a-c-a*. Questo periodo di tempo viene chiamato *tempo di oscillazione*. Visto che esso soprattutto nei suoni più alti posta a numeri straordinariamente piccoli, è stata introdotta per la sua determinazione un'altra grandezza che è il *numero delle oscillazioni* o *frequenza* ossia il numero di oscillazioni che si hanno in un secondo. Tra queste due grandezze esiste un rapporto matematico per cui all'aumentare del tempo di oscillazione, minore è la frequenza di oscillazione. La frequenza in genere viene definita in cicli al secondo, oppure in **Hertz**, ove 1 Hz corrisponde a 1 ciclo/secondo.

DIPENDENZA DELLA SENSAZIONE SONORA DAL NUMERO DI FREQUENZA..

L'altezza del suono dipende dal numero delle oscillazioni, rispettivamente dalla lunghezza d'onda, si afferma, infatti che, *maggiore è la frequenza di oscillazione, più "alto" è il suono*. Una corda aumenta le sue vibrazioni in rapporto all'aumento di tensione che le viene impresso, ossia, in un'unità di tempo essa può compiere più oscillazioni e ciò si traduce in aumento dell'altezza del suono.

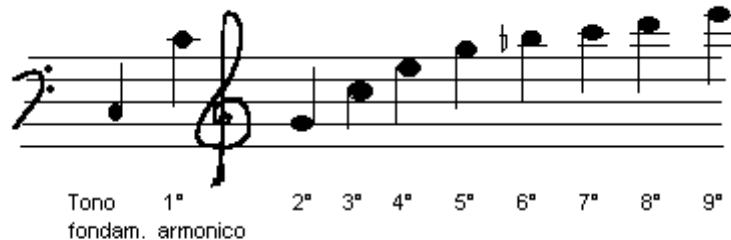
Limiti superiori e inferiori della percezione sonora: mentre il numero delle oscillazioni sonore possibili in un secondo è pressoché illimitato, per l'udito esistono due limiti. È infatti necessario che una corda compia almeno 16-24 vibrazioni al secondo (cioè circa un Do₂) perché il suono risultante sia chiaramente percepito. Per quanto riguarda, invece, il limite acustico superiore, si sono ottenuti risultati diversi a seconda dello strumento utilizzato nella ricerca. Con il diapason, infatti si può arrivare ad un Fa₇ (22.528 oscillazioni al sec.), con il fischietto di Galton, invece, si è trovato un intervallo che va da Do (64 vibrazioni al sec.) a Do₅ (4138 vibrazioni al sec.). I suoni al di fuori di questo intervallo perdono progressivamente il loro carattere musicale.

Capacità di discriminazione sonora: nell'intervallo di udibilità noi possiamo distinguere uno dall'altro i diversi suoni, la sensibilità alla differenza di altezza, però, dipende dalla regione sonora che si prende in esame. Nelle zone dei limiti, infatti la distinzione delle diverse altezze, rimane abbastanza difficile, mentre è più facile per la regione media.

Il timbro.

È la terza caratteristica sonora, è detta anche *colorito sonoro*, ed è la base su cui si differenziano i suoni dei diversi strumenti. Se mediante mezzi matematici scomponiamo il suono di un dato strumento musicale nelle sue oscillazioni armoniche parziali, ci troviamo davanti ad un fenomeno particolare, cioè tutti i suoni portano a risultati che sono in relazione tra loro mediante identici rapporti. Infatti, qualunque suono prendiamo in considerazione, l'analisi delle armoniche ci porta ad avere una serie di toni, il primo, detto *tono fondamentale*, da il nome al suono. Il secondo, terzo,...tono parziale vengono definiti *sopratonari armonici*, e ciò che noi otteniamo da questa serie di rapporti è che il primo sopratono ha un numero di oscillazioni doppie di quelle del tono fondamentale (quindi il suo rapporto sarà 2:1) e viene definito "ottava del suono fondamentale". Il secondo sopratono ha un rapporto di frequenza

3:2 e per questo è definito “quinta del primo soprano”; il terzo soprano è la “Quarta del secondo soprano” perché sta in rapporto 4:3. Il quarto soprano è sempre la “terza maggiore del terzo soprano” (5:4); il quinto è la “terza minore del quarto soprano” (6:5); il sesto è la “terza diminuita del quinto” (7:6); il settimo è la “seconda maggiore del settimo” (8:7), e così via... Ad esempio, se consideriamo come suono il Do, otterremo i seguenti valori:



qui possiamo vedere che il tono fondamentale è il Do, il primo soprano ha frequenza doppia ed è il Do ottava (2:1), il secondo soprano o “secondo armonico” è la quinta (sol1) che ha frequenza tripla rispetto al fondamentale (e 3:2 rispetto al primo soprano), l’ottava doppia (Do2) sta in rapporto 4:3 rispetto al secondo armonico, e 4:1 rispetto al fondamentale, e così via fino all’ultimo, il Mi3 che è in rapporto 10:1 rispetto al fondamentale e 10:9 rispetto al nono soprano.

Non sempre negli strumenti sono presenti tutti i soprano, talvolta alcuni possono mancare, e la forma delle oscillazioni dipende dal numero dei soprano armonici e dalla loro relativa intensità. Questa forma è quella che determina il *timbro del suono prodotto*.

Il metodo che è stato fino ad ora impiegato, si basa sul TEOREMA DI FOURIER. È stato anche dimostrato che il nostro organo uditivo ha anch’esso la capacità di eseguire, fino ad un certo punto, un’analisi dei suoni; questa, però, non è una perfetta analisi matematica, perché il nostro orecchio può percepire solo un limitato numero di soprano, per cui rimane sempre una parte non analizzabile.

H. von Helmholtz creò, nel 1914, e perfezionò metodi fisici per mezzo dei quali è possibile ascoltare di ogni suono musicale il suo scomporsi in toni semplici. Ciò che l’uomo può fare, se dotato di orecchio musicale addestrato, è, prendendo un suono dalla regione media di un pianoforte, scoprire un certo numero di soprano. Ciò è possibile soprattutto se i soprano che si intendono percepire vengono precedentemente rappresentati o lasciati risuonare sul pianoforte molto leggermente.

L’analisi dei suoni musicali è facilitata se si fa uso dei *risonatori* di Helmholtz; questi sono sfere cave di metallo o vetro, con piccole aperture, che entrano in vibrazione solo se raggiunti da onde sonore di specifica frequenza. Quindi, è possibile ricavare gli armonici di un suono fondamentale, semplicemente osservando quali sfere sono entrate in vibrazione.

È importante sapere che note completamente prive di sopratoni non esistono. Esse si possono ricavare solamente mediante complesse apparecchiature elettroniche, anche i diapason più perfetti possono avere alcuni sopratoni.

Per quanto riguarda il rapporto con gli strumenti musicali, sempre Helmholtz concluse, dopo alcuni studi, che i suoni privi di intensi sopratoni (maggior parte delle canne d'organo coperte) sono piacevoli ma non molto energici. I suoni accompagnati da un certo numero di sopratoni più bassi, (fino al sesto) sono molto sonori e quindi utilizzabili per la musica. Così sono i suoni del pianoforte e del corno, quelli delle canne d'organo aperte e i "piano" soavi della voce umana. Quando, invece, in uno strumento sono presenti solamente sopratoni dispari, come nel clarinetto e nelle canne d'organo strette coperte, il suono diviene vuoto e nasale. Se i sopratoni più alti (oltre il sesto), sono molto marcati, allora il suono diventa rigido e aspro; quando invece sono presenti questi ultimi sopratoni, ma non sono particolarmente intensi, i suoni, nonostante l'asprezza, sono pieni di espressione. Gli strumenti che godono di quest'ultima caratteristica dei suoni sono quelli a corda, l'oboe, il fagotto, la tromba e i registri più alti della voce umana.

Quei suoni che posseggono un alto numero di sopratoni si avvicinano al carattere del rumore e perdono progressivamente la precisione dell'altezza tonale. Ciò si nota soprattutto in strumenti quali i tamburi, i timpani, e i piatti concavi, piani e vibranti.

In fisica e in teoria musicale spesso viene affrontata anche l'ipotesi di esistenza di una *serie di sottotoni*. Questa viene concepita partendo dal suono fondamentale e movendosi in modo contrario, capovolgendo cioè i sopratoni. Quindi il numero delle oscillazioni dei sottotoni armonici deve trovarsi nel rapporto inverso dei numeri interi al tono fondamentale, quindi $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$,... la serie dei sottotoni ha un significato solamente teorico e non ha alcun valore pratico nella musica, in quanto i sottotoni non sono udibili. Per quanto riguarda la percezione musicale non si può neppure pensare che dei fenomeni appena o non affatto percepibili, possano costituire una *base* per qualche tipo di teorizzazione.

Analisi e Sintesi di Fourier.

Il matematico francese B. J. Fourier (1768-1830) inventò un tipo di analisi matematica, per mezzo della quale è possibile dimostrare che ogni onda periodica può essere rappresentata come una somma di singole onde di specifica ampiezza, frequenza e periodo. Inoltre per lo spettro armonico, le frequenze delle onde componenti sono correlate in un modo semplice: esse sono tutte multipli di una singola frequenza, ad esempio: $f_0, 2f_0, 3f_0, \dots$

Un'onda quadra richiede la somma di un infinito numero di componenti la cui frequenza corrisponde a numeri dispari dell'onda fondamentale ($f_0, 3f_0, 5f_0, 7f_0, \dots$).

Una rappresentazione di Fourier di un'onda complessa di durata limitata (come quella di un suono musicale) richiede un infinito numero di armoniche.

Alcuni fenomeni particolari.

Per quanto riguarda la fisica del suono è importante considerare anche altri fenomeni particolari che influiscono nella percezione della struttura musicale. Tra questi abbiamo:

- 1) **Sovrapposizione di toni di uguale frequenza e fase** = La sovrapposizione di due toni di uguale frequenza e fase porta come risultato ad un unico tono che ha la stessa frequenza, la stessa fase ma la cui ampiezza corrisponde alla somma delle componenti delle due vibrazioni. Se le due onde componenti sono in fase opposta, ossia con una differenza di fase di 180° , entrambe le oscillazioni si annulleranno a vicenda (effetto di interferenza).

- 2) **Battimenti** = Se vengono fatti vibrare contemporaneamente due diapason alla stessa altezza di tono avremo come risultato un suono calmo, continuo, unitario, monotono. Se allontaniamo tra loro i toni dei due diapason (o suoniamo sul pianoforte due tasti vicini tra loro e li lasciamo esaurire da sé) noteremo che emerge un fenomeno caratteristico che è l'aumento e la diminuzione periodica alternante dell'intensità tonale. Questo fenomeno è detto *battimento*. Esso dipende dal fatto che le oscillazioni dei due toni non coincidono perfettamente, le particelle d'aria ricevono quindi una spinta da entrambe le oscillazioni, ma queste spinte contemporanee avvengono nella stessa direzione ad un certo istante, mentre all'istante successivo avvengono in direzione opposta e quindi la loro intensità diminuisce. Il valore massimo di intensità viene raggiunto all'inizio e alla fine (rafforzamento), mentre nel mezzo si tocca un minimo (indebolimento). Inoltre, il numero di coincidenze delle due oscillazioni nell'unità di tempo è uguale alla differenza di frequenza dei due toni, nella stessa unità di tempo. Il tratto compreso tra due rafforzamenti è detto battimento, e si verifica soprattutto quando un tono ha compiuto un'oscillazione doppia in più dell'altro. Possiamo quindi concludere che il *numero dei battimenti di due suoni in un secondo corrisponde esattamente alla differenza delle loro frequenze*. L'impressione che i battimenti esercitano su di noi dipende dalla loro frequenza. Se essi sono pochi al secondo sono abbastanza piacevoli, se invece sono più frequenti l'effetto diviene irritante, come quello di un film girato troppo lentamente e che produce tremolio di figure spiacevole alla vista. Un aumento della frequenza non permette di riconoscere i battimenti come tali, rimane un carattere di rigidità e asprezza del suono. Inoltre, se la differenza di frequenza dei due toni diviene ancora maggiore il fenomeno scompare.

- 3) **Toni di combinazione** = facendo risuonare due toni contemporaneamente fino all'esaurimento possiamo percepire altri toni, detti *toni di differenza* e *toni di sommazione*, indicati, nel complesso *toni di combinazione*. Questi furono scoperti da Sorge (1740-1745) e da Tartini (1754). Partendo da due toni con frequenza x e y si può vedere che in particolari condizioni divengono udibili, oltre che tali toni, anche toni a frequenza $x-y$ e $x+y$ ossia i toni di differenza e sommazione. Quindi, per esempio, se un tono ha frequenza 200 e un altro 300 potremo percepire la presenza di un tono di

differenza di 100 oscillazioni al sec, ossia l'ottava più bassa del tono più bassa, e un tono di sommazione di 500 oscillazioni al sec., ossia la sesta maggiore del tono più alto. Il valore pratico di questi toni di differenza è che permettono, ai suonatori di strumenti a corda, di avere un mezzo per controllare se un intervallo è ben definito. È sufficiente una lievissima discordanza di un intervallo puro per produrre un cambiamento percettibile dei toni di combinazione. Nella costruzione dell'organo già da molto tempo viene impiegato in pratica l'esaurirsi sonoro dei toni di differenza. Al posto delle canne più lunghe e più costose, necessarie alla produzione dei toni bassi, si sono impiegate canne più corte che davano i soprtoni del tono desiderato. Se due canne più piccole (più alte) vengono insufflate, il tono di differenza sostituisce e rimpiazza il tono di differenza mancante. In condizioni particolarmente favorevoli i toni di differenza di una melodia a due voci possono venir percepiti molto chiaramente.

La struttura del nostro sistema tonale.

Il sistema delle note musicali.

La parte media della regione tonale comprende un gran numero di suoni ben distinguibili l'uno dall'altro, se infatti consideriamo la seconda ottava superiore, ossia la regione compresa tra il Do₂ (525 oscillazioni) e il Do₃ (1046 oscillazioni), essa comprende più di 1000 toni che possono essere distinti l'uno dall'altro; tuttavia è principio fondamentale di tutte le espressioni musicali, anche le più primitive, di scegliere da questa molteplicità tonale solo pochi suoni che stanno tra loro in un determinato rapporto di intervallo. L'altezza dei suoni utilizzati e il loro ordinamento tonale sono fondati sugli intervalli che vengono utilizzati nelle diverse civiltà e culture musicali aperte o meno a vicendevoli influenze. In questo modo è possibile avere una visione di tutto il possibile *materiale tonale musicale*, da cui possono essere scelte quelle note musicali che caratterizzano il sistema musicale e che insieme formano la *scala musicale*. Con tale termine (*scala*) si intende quella serie di note successive, che costituiscono le singole parti di tutte le melodie e armonie, che è limitata da una nota iniziale e finale. Il complesso delle scale nell'uniforme sistema musicale di un popolo può essere chiamato *sistema tonale musicale* di uno specifico popolo.

La struttura del nostro sistema tonale, basato sull'accordo puro o matematico.

Nella storia della musica europea vi sono tre principi che hanno determinato la struttura del nostro sistema tonale: il *principio di consonanza*, il *principio di Quinta*, ed un altro principio che Revesz, nel suo libro "Psicologia della Musica", chiama *principio pragmatico*.

Per quanto riguarda il principio di consonanza possiamo dire che, anche attraverso lo studio di sistemi musicali di altri popoli, i suoni della scala sono tutti compresi in un'ottava, e non esistono intervalli *specifici* più grandi, quindi, utilizzando le parole di Revesz "l'ottava è l'intervallo naturale nella cui cornice s'inquadrano i vari sistemi musicali, partendo da punti di vista in part acustici, in parte estetici, in parte tecnici".

Se nel nostro sistema tonale paragoniamo tra loro le altre coppie di suoni, possiamo osservare che tra esse vi sono grandi differenze di armonia e di consonanza. Esistono infatti coppie di suoni che possono essere associate ottenendo un risultato

piacevole, e altre che, invece, portano a risultati spiacevoli. Le prime sono dette *consonanze*, mentre le seconde sono dette *dissonanze*. Analizzando le basi fisiche degli intervalli consonanti e dissonanti si è scoperto che il rapporto numerico dei toni, espressi in lunghezza di corda (e, naturalmente anche in frequenza), è molto più semplice negli intervalli consonanti che nella coppie tonali dissonanti. L'ottava è la consonanza più completa, l'intervallo matematicamente più semplice, esprimibile con i più piccoli numeri interi (1:2). Costruendo i rapporti numerici semplici con i numeri interi da 1 a 16, è possibile ottenere tutti i possibili intervalli ordinati in modo crescente. Questo modo di suddividere e articolare l'ottava è detta *scala pura o matematica*, da qui è possibile costruire la *scala naturale diatonica a sette note o maggiore*. Tra i toni successivi della scala si hanno i seguenti rapporti:

do re mi fa sol la si do
 9/8 10/9 16/15 9/8 10/9 9/8 16/15

Questi intervalli non sono uguali, i maggiori (9/8 e 10/9) si alternano ai minori (16/15). I primi sono detti *toni completi* i secondi *semitoni*.

Se prendiamo in considerazione la *scala musicale cromatica a dodici suoni* avremo, sempre all'interno dell'ottava, una più ricca molteplicità di toni. Esiste però un'ulteriore scala la *scala enarmonica* che è ancora più ricca, essa infatti comprende:

Do	Do diesis	Re bem.	Re	Re dies.	Mi bem.	Mi	Mi dies.	Fa bem.	Fa	Fa dies.
1	25/24	27/25	9/8	76/64	6/5	5/4	32/25	125/96	4/3	25/18
Sol bem.	Sol	Sol dies.	La bem.	La	La dies.	Si bem.	Si	Do bem.	Do	
36/25	3/2	25/16	8/5	5/3	125/72	9/5	15/8	48/25	2	

La scala musicale pura comporta le sue difficoltà, se scegliamo come tono di partenza una nota diversa dal do e formiamo la scala diatonica da questa nuova nota fondamentale, si giunge a intervalli diversi, questa diversità nella pratica della musica polifonica comporta difficoltà insormontabili. Questo si nota soprattutto quando insieme a strumenti accordati su scala fissa (soprattutto strumenti a tasto come il pianoforte e organo) si suonano strumenti a corda e si producono voci che intonano intervalli puri, che quindi producono scambi enarmonici. Risulta difficili assimilare con il rigido accordo del pianoforte la massa sonora degli strumenti a scala modificabile e adattabile.

La scala pitagorica.

Il nostro sistema tonale può essere costruito in una maniera che si allontana dalla scala matematica, ciò è possibile se ci basiamo su uno specifico intervallo che è la **quinta pura**, che, per quanto riguarda il grado di consonanza e fusione segue l'ottava. Se noi proviamo a spostarci dall'ottava ad un altro suono che si trova ad un intervallo di quinta sotto il tono di partenza otteniamo il quarto grado superiore (nel caso del Do troviamo il Fa). Aggiungendo a quest'ultima l'ottava superiore del do abbiamo trovato i quattro toni che ci forniscono i tre intervalli più consonanti: Ottava, Quinta e Quarta. Se non ci fermiamo alla quinta superiore e inferiore, ma continuiamo la ricerca con lo stesso metodo, verso l'alto e verso il basso otterremo toni che si articolano in ottave e, attraverso la loro trasposizione otterremo la *scala pitagorica a sette note*. La base di questa scala è il principio di arrivare alle note musicali attraverso le quinte e di costruire tutta la serie delle ottave, nota per nota sempre alla stessa maniera. Le note ottenute in questo modo non corrispondono alle esigenze armoniche della scala musicale, poiché non offrono quei gradi di consonanza voluti dall'orecchio e realizzati anche attraverso la scala matematica. Se infatti accordiamo un pianoforte secondo il principio pitagorico è evidente che la scala a sette toni è troppo grande e risulta impura. Questo si può spiegare con il fatto che la quarta Quinta a partire dal Do (ossia la nota Mi) ha una frequenza, rispetto al quinto tono parziale di Do, (cioè sempre il Mi, però ottenuto dalla scomposizione degli armonici secondari di Do), maggiore di 4 oscillazioni al sec., ossia 324 invece di 320. Questa differenza, detta *comma sintonico*, fa sì che la scala pitagorica sia inutilizzabile per la musica polifonica.

Accordando il pianoforte in quinte pure otteniamo una scala musicale ove quarte e quinte sono completamente pure, ma non gli altri intervalli. Ciò che più disturba a questo punto è il disaccordo degli intervalli più costanti, ossia l'ottava, che si allontana dall'ottava naturale per la differenza di un comma pitagorico, tale differenza corrisponde a $\frac{1}{4}$ di semitono.

La scala temperata – sistema tonale dipendente dal principio pragmatico.

Il principio pitagorico ha dominato la musica dell'antichità e del medioevo. Nel momento in cui, però, si è cominciato ad aggiungere voci ai canti, il fattore consonanza cominciò ad essere sempre più importante e gli antichi modi tonali chiesastici regredirono in favore al modo maggiore e minore. La scala pitagorica mal si adattava alla struttura armonica della musica; i tentativi di risolvere le difficoltà condussero a diverse proposte. Lo scopo generale era quello di adattare gli intervalli alle esigenze della prassi musicale, ossia arrivare a un accordo che, da una parte tenesse conto della purezza degli intervalli principali e dall'altra si preoccupasse delle esigenze della musica armonica. Si giunse così a diversi accomodamenti detti *temperamenti* musicali.

Tra tutte le proposte che furono fatte la più nota è quella del Temperamento a mezzo tono. Il tono fondamentale in questo caso sta proprio a metà tra il tono puro maggiore e quello minore. I toni fondamentali del sistema vengono mantenuti mentre le prime quattro Quinte vengono ristrette da costituire una Terza pura. In questo accordo le terze maggiori sono pure e anche i loro contrari (seste minori), salvo pochissime eccezioni; le Quinte sono un po' più piccole, quindi inutilizzabili; solo la

Quinta sol diesis- re diesis (= mi Bemolle), la cosiddetta “Lupo”, è un po’ più grande e il suo contrario un po’ più piccolo. La scelta di tale accordo ha avuto come conseguenza che nella prassi musicale si sono potute utilizzare solo alcune scale.

Dopo lunghe discussioni e diverse proposte si giunse alla decisione di sacrificare la purezza di tutti gli intervalli piuttosto che mantenere delle difficoltà per il suono a più voci e per la modulazione. Si giunse così alla scomposizione dell’ottava in 12 intervalli *tutti di uguale grandezza*, stabilendo quindi l’accordatura a 12 intervalli *uniformi*, l’accordatura *normale a semitoni*. Con l’introduzione dei semitoni di uguale grandezza vengono eliminate le differenze tra i toni enarmonici (do diesis-re bemolle). La conclusione è che nella scala temperata ad esempio riferita ad un tono di do, non si ha né un do diesis puro né un re bemolle puro, ma un tono che sta tra i due.

La scala assoluta e il tono normale.

Per fissare in maniera completa la scala musicale è necessario determinare un tono espresso in modo *assoluto*, ossia attraverso il numero delle oscillazioni. Questo tono è detto *tono normale o da camera*. Esso non esisteva in passato e il tono normale λ , λ_1 , variava da 375 a 500 oscillazioni al sec. Questa situazione portava a grossi problemi, soprattutto per la costruzione degli strumenti. Tale confusione ebbe termine solo nel 1885, anno in cui venne deciso di fissare il λ_1 a 435 vibrazioni. Più tardi si stabilì l’altezza del tono standard a 440 vibrazioni al sec.

Nonostante tali accordi internazionali alcuni complessi di musica orchestrale e da camera innalzano tale tono a 445 oscillazioni al secondo.

Sistema di misura in Cents.

Sia in fisica che in musica gli intervalli sono espressi mediante il rapporto tra la frequenza minore e maggiore. Per poter comparare tutte le scale tonali, comprese quelle di popoli quali i giapponesi, cinesi, e popolazioni primitive, A. J. ELLIS ha introdotto un’unità di misura che permette di esprimere la grandezza degli intervalli in modo uniforme. Il metodo di Ellis, infatti, suddivide il semitono temperato in 100 parti uguali, di conseguenza le ottave sono divise in 1200 parti, e così via.

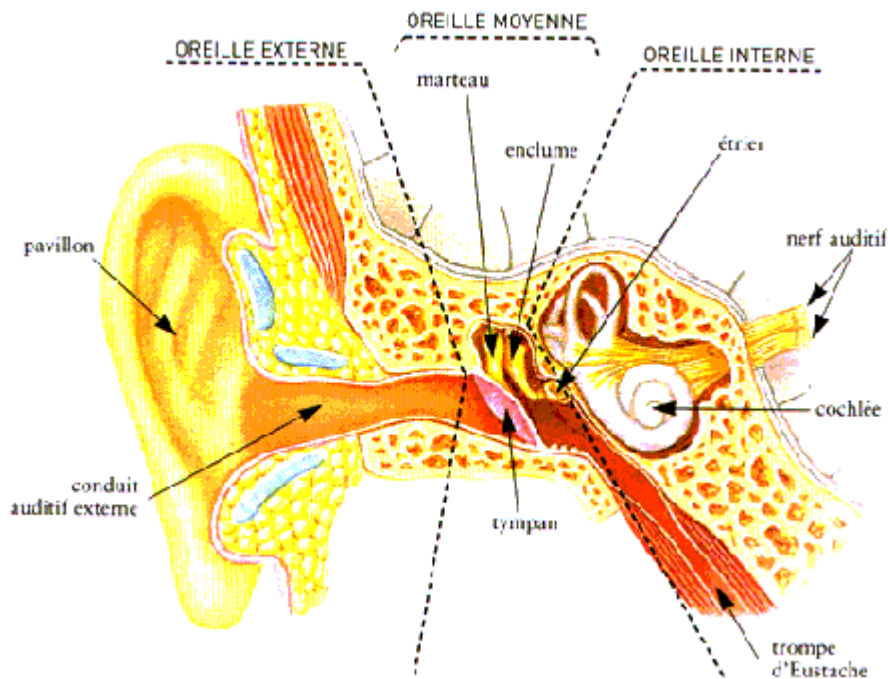
2. IL VIAGGIO DEI SUONI.

DALL’ORECCHIO AI CENTRI CEREBRALI.

Dall’orecchio ai centri cerebrali.

Le vibrazioni sonore che raggiungono l’orecchio viaggiano attraverso il *meato* esterno e raggiungono l’orecchio medio dove trasmettono la vibrazione alla membrana timpanica. Queste vibrazioni attraversano l’orecchio medio e vengono trasmesse alla coclea. Questa, internamente è divisa in tre parti, (scala vestibolare, media e timpanica) che contengono liquidi.

Il suono che entra nell'orecchio fa oscillare la staffa, e queste oscillazioni trasmettono energia a tutti i tre componenti della coclea. In dettagli: la staffa esercita pressioni sul liquido presente nella scala vestibolare, poiché i liquidi sono incompressibili, le onde di pressione provocano un movimento alternato della membrana che riveste la finestra rotonda della scala timpanica. Le onde presso riev producono movimenti anche nella scala media e nella membrana basilare. L'organo del Corti (struttura deputata alla trasmissione sensoriale) viene stimolato dal movimento del liquido.



Le *cellule ciliate*, le cellule recettoriali dell'orecchio, si trovano nell'organo del Corti, quindi, le variazioni della pressione del liquido della coclea, porta a movimento di una determinata zona della membrana basilare, quindi di particolari gruppi di cellule ciliate, situate in diverse zone della membrana basilare.

Nell'organo di Corti, vi sono tre file di cellule ciliate esterne e una di cellule ciliate interne. Sulla superficie apicale di ogni cellula ciliata vi è un fascio di *stereociglia*. Queste terminano nella *membrana tettoria*. Poiché le estremità delle stereociglia sono impigliate nella membrana tettoria, mentre i corpi delle cellule ciliate riposano sulla membrana basilare le stereociglia tenderanno a flettersi se la membrana tettoria e quella basilare si muovono l'una rispetto all'altra. Il movimento delle stereociglia in un senso depolarizza la cellula ciliata, provocando apertura di canali ionici che, a loro volta, determinano l'insorgenza di una corrente entrante trasportata da cationi, il movimento delle stereociglia in senso opposto iperpolarizza la cellula stessa. Quindi, quando un suono determina un movimento oscillatorio della membrana basilare, lo spostamento delle stereociglia provoca la formazione di potenziale che ha la stessa frequenza dello stimolo acustico.

Le cellule ciliate hanno anche una serie di strutture specializzate per la liberazione di neurotrasmettitore alla loro estremità basale. In questo punto, infatti, le cellule sono in contatto con gli assoni periferici dei neuroni bipolari, le cui branche centrali danno origine al nervo acustico. La depolarizzazione delle cellule ciliate determina la liberazione di neurotrasmettitore che eccita le terminazioni periferiche del neurone sensitivo, e ciò determina l'insorgenza di potenziali d'azione nelle branche centrali delle cellule gangliari che vanno a costituire il nervo acustico.

La membrana basilare ha striature trasversali e la sua larghezza varia dalla base all'apice, infatti, vicino alla finestra ovale ha una larghezza di circa 100µm, mentre all'apice della coclea raggiunge i 500 µm.

È noto che le diverse frequenze sonore determinano la comparsa di onde che hanno un'ampiezza massima in punti diversi della membrana basilare, ciò è possibile per le proprietà meccaniche della membrana variano lungo tutta l'estensione della coclea. Alle basse frequenze l'ampiezza del movimento è massima all'apice della coclea, man mano che la frequenza aumenta l'ampiezza massima del movimento si sposta verso la base della coclea.

Un'altra caratteristica importante è che le cellule ciliate presenti in ogni zona della coclea sono sintonizzate pre frequenze di vibrazione diverse; le cellule ciliate presenti nelle diverse zone della membrana basilare, in realtà, non sono tutte uguali, ma differiscono per le loro proprietà elettromeccaniche e queste variazioni potrebbero rappresentare i fattori più importanti nel determinare la selettività alle diverse frequenze.

Le cellule ciliate sono innervate da neuroni bipolari del *ganglio spirale*. Le branche periferiche degli assoni delle cellule di quest'ultimo sono attivate dal neurotrasmettitore liberato dalle cellule ciliate, mentre le branche centrali degli assoni delle cellule del ganglio costituiscono il nervo acustico. Essendo innervate da assoni di cellule appartenenti al sistema nervoso, la loro variazione di lunghezza potrebbe essere sotto controllo nervoso. Le cellule ciliate interne sono responsabili del riconoscimento dei suoni e trasmettono l'eccitamento alla quasi totalità delle fibre del nervo acustico. La modificazione selettiva delle proprietà delle cellule ciliate esterne può modulare le proprietà meccaniche dell'organo del Corti e fornire quindi, al sistema nervoso centrale, un efficiente meccanismo per sintonizzare l'orecchio verso suoni di particolare interesse. Sia le cellule interne che quelle esterne trovano un elemento di accoppiamento nella loro comune inserzione nella membrana tectoria; le variazioni delle cellule esterne potrebbero regolare la sintonia delle cellule interne e ricondurre tutta la funzione dinamica della coclea sotto il controllo cerebrale.

La maggioranza delle cellule del ganglio spirale innerva una sola cellula ciliata interna, quindi, ogni fibra del nervo acustico risponde in modo selettivo a suoni di frequenza particolare. È quindi possibile descrivere una *curva tonale* registrando le risposte delle singole fibre del nervo acustico in risposta a brevi stimoli sonori di frequenza e ampiezza diverse. Ciò che risulta è che nonostante le singole fibre siano in grado di rispondere a un vasto ambito di frequenze, ogni fibra è particolarmente sensibile ad una frequenza sonora specifica che viene detta *frequenza caratteristica*.

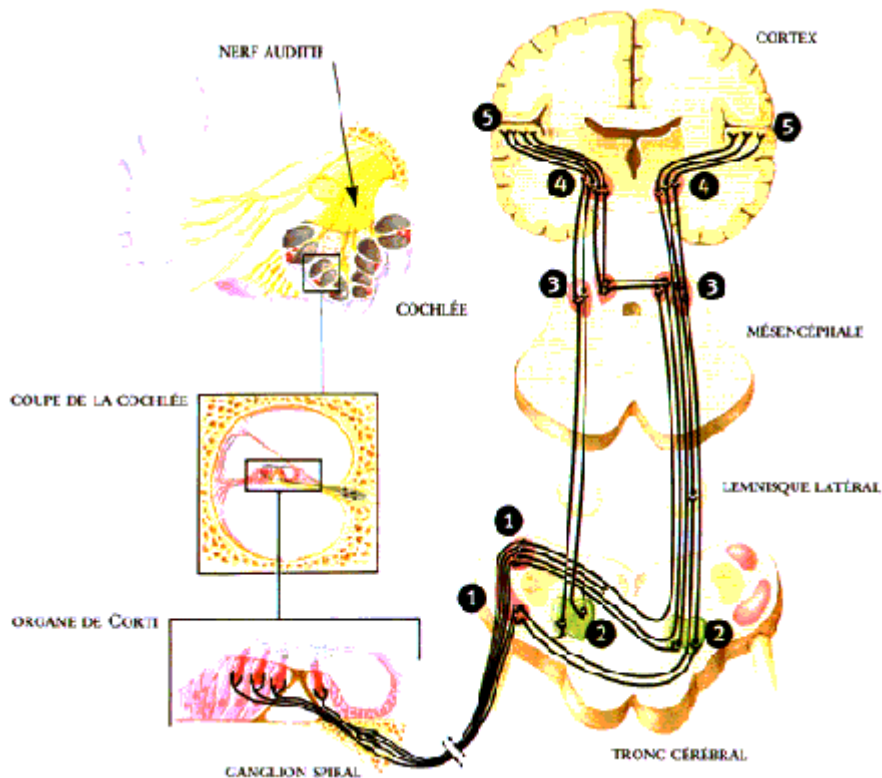
Per spiegare questo particolare fenomeno vi sono due teorie importanti, una afferma che le fibre del nervo acustico possano lavorare in concerto, per segnalare stimoli sonori di alta frequenza (*teoria della frequenza di scarica*). L'altra teoria propone invece che le fibre nervose vengano identificate dalla zona della coclea che innervano, questa teoria è detta *teoria della localizzazione*, e mette alla base del riconoscimento di una certa gamma di frequenze, la presenza di connessioni ordinate fra nervo acustico e strutture cerebrali.

Le fibre del nervo acustico terminano nel *nucleo cocleare* che si trova nella parte esterna del peduncolo cerebellare inferiore. Ogni fibra del nervo acustico, appena entra nel nucleo cocleare si suddivide in due branche, una ascendente (che va al nucleo cocleare antero-ventrale), e una discendente (che innerva il nucleo cocleare postero-ventrale e dorsale). Una caratteristica importante dell'organizzazione del nucleo cocleare è la sua *organizzazione tonotopica*. Le fibre acustiche che innervano la base della coclea penetrano profondamente nel nucleo, mentre quelli che innervano l'apice della coclea terminano a livelli più superficiali. Le fibre che innervano la parte centrale terminano in successione topograficamente ordinata.

Il nucleo cocleare è costituito da due tipi principali di cellule, quelle **stellate**, che rispondono con una serie di potenziali d'azione che si succedono a intervalli regolari (risposta alternante), poiché la frequenza della risposta alternante varia da una cellula all'altra le diverse cellule stellate potrebbero essere finalizzate a segnalare solo una delle frequenze che compongono lo stimolo acustico. Le cellule a **cespuglio**, invece, rispondono alla stimolazione con impulsi di corrente continua con uno o due potenziali d'azione all'inizio dello stimolo. Per tale motivo sembra che queste siano finalizzate a segnalare l'inizio della stimolazione sonora.

La localizzazione dei suoni è una facoltà che viene raggiunta dalle strutture cerebrali paragonando le differenze di intensità del tempo di arrivo dei suoni registrati da ciascun orecchio. L'utilizzo di uno dei due elementi dipende dalla frequenza del suono che deve essere localizzato. Un suono proveniente dallo spazio colpirà prima di tutto l'orecchio più vicino, e raggiungerà l'orecchio del lato opposto solo successivamente, dopo un breve ritardo. La durata del ritardo dipende dalla distanza tra le due orecchie, dalla velocità del suono e dalla localizzazione della sorgente del suono stesso. Se la sorgente è esattamente di fronte all'ascoltatore (o esattamente dietro), il suono raggiungerà contemporaneamente entrambe le orecchie. Se la sorgente è a 90° il ritardo interaurale sarà di circa 50 μ sec circa. Per punti disposti fra questi due estremi esisterà uno spettro continuo di *differenze interaurali del tempo d'arrivo dello stimolo*. Per frequenze acustiche molto basse un tono continuo può essere localizzato in base alla differenza di fase determinata dalla differenza del tempo d'arrivo dell'onda sonora alle due orecchie, per frequenze più elevate le differenze di fase divengono ambigue, in quanto nell'intervallo di tempo considerato si possono avere più cicli d'onda tra le due orecchie, e il sistema nervoso non è più capace di distinguere. A tali frequenze il capo funge da schermo verso il suono riflettendo o assorbendo le onde acustiche di lunghezza d'onda minore e determinando una *differenza nell'intensità* percepita dal suono.

Gli assoni delle cellule del nucleo cocleare si suddividono in tre fasci distinti: la *stria acustica dorsale*, la *stria acustica intermedia* e il *corpo trapezoide*. Questo contiene le fibre destinate ai *nuclei dell'oliva superiore* di entrambi i lati dell'encefalo. Il *nucleo mediale dell'oliva superiore* è in rapporto con la localizzazione dei suoni in base alle differenze interaurali di tempo. Il *nucleo laterale dell'oliva superiore*, invece, è in rapporto con l'analisi delle differenze interaurali dell'intensità del suono. Gli assoni del complesso dell'oliva superiore, gli assoni omolaterali e crociati provenienti dal nucleo cocleare convergono a formare il *lemnisco laterale*. Sin dall'inizio il sistema nervoso centrale riceve afferenze bilaterali. Il lemnisco laterale passa attraverso i *nuclei del lemnisco laterale*, a questo livello si hanno scambio di fibre da entrambi i lati, attraverso la *commessura di Probst*. Tutte le fibre del lemnisco laterale fanno sinapsi con le cellule del *collicolo inferiore*, esse ricevono afferenze binaurali e presentano un'organizzazione tonotopica. La maggior parte delle cellule del collicolo inferiore inviano i loro assoni alle cellule del *corpo genicolato mediale* del talamo ipsilaterale, da qui le fibre si diramano alla corteccia uditiva primaria omolaterale localizzata nel giro temporale superiore.



Le cellule della corteccia uditiva hanno caratteristiche binaurali e tendono a raggrupparsi in due tipi di colonne dette *colonne di sommazione* e *colonne di soppressione*, e decorrono dalla pia alla sostanza bianca sottostante. Altra caratteristica della corteccia uditiva è che possiede estese connessioni callosali. Inoltre, siccome vi sono estese rappresentazioni delle afferenze di ciascun orecchio in entrambi gli emisferi cerebrali, le lesioni corticali unilaterali non alterano la percezione delle frequenze acustiche mentre hanno notevoli conseguenze sulla capacità di localizzare i suoni nello spazio. Ogni emisfero cerebrale è deputato alla

localizzazione dei suoni che provengono dal lato controlaterale. Per localizzare la sorgente acustica la corteccia uditiva utilizza le differenze interaurali dell'intensità e del tempo di arrivo dei suoni.

Quindi il sistema nervoso possiede diverse vie parallele per l'analisi dei diversi aspetti delle informazioni uditive, e queste proiettano ad aree distinte della corteccia. Oltre alle vie parallele, però, esistono anche connessioni *feedback*. Alcune cellule della corteccia uditiva, inviano i propri assoni al corpo genicolato mediale e anche al collicolo inferiore. Questo a sua volta, manda fibre ricorrenti ai nuclei cocleari; un gruppo di cellule localizzate in prossimità dei nuclei olivari superiore da origine al *fascio olivo cocleare* afferente che va a terminare o sulle cellule ciliate o sulle fibre afferenti che le innervano. Queste connessioni potrebbero avere importanza per regolare il livello di attenzione verso particolari sorgenti acustiche modulando il meccanismo di trasduzione a livello dell'organo di Corti.

Psicofisica dell'ascolto.

Esiste un limite naturale nelle capacità dell'individuo di riconoscere un'eventuale differenza quando due toni puri della stessa intensità sono presentati uno dopo l'altro. Quando questa differenza tra i toni è troppo bassa, entrambi i toni sono ritenuti della stessa altezza. Questa caratteristica si può estendere anche a tutte le altre modalità sensoriali.

Frequenza e altezza. Il grado di sensibilità dell'altezza dipende da *frequenza, intensità e durata* del tono in questione, esso varia da persona a persona e viene influenzato dalla acculturazione musicale e dal metodo di misurazione impiegato.

3. LA PSICOLOGIA DEL SUONO.

Abbiamo già visto che le tre caratteristiche fondamentali del suono sono l'*altezza*, il *colore* e l'*intensità*. Di queste, l'altezza ha la maggiore importanza sia a livello fisico che musicale. L'intensità può essere considerata una caratteristica specifica dei suoni, in quanto è una caratteristica generale delle percezioni sensoriali. Nelle sensazioni acustiche una caratteristica è quella del "colore del suono", ossia il timbro. Esso non è una caratteristica distintiva, ossia non è l'elemento discriminativo in base al quale noi caratterizziamo un suono della serie musicale come appartenente al sistema tonale. Esso dà ai suoni un carattere particolare senza influire nei loro rapporti reciproci.

Solo l'altezza è una specifica proprietà tonale, è in base a questa caratteristica che possono essere ricondotte le variazioni successive delle note nel campo sonoro. Questa concezione è stata sostenuta anche nella maggior parte delle opere di teoria musicale, oltre che da esperti di acustica, perché la molteplicità dei toni nel campo sonoro è prodotta da una variabile fisica ossia la modificazione della frequenza delle oscillazioni sonore la quale, corrisponde alla variazione dell'altezza dei toni. Ma il carattere dei suoni può essere espresso esaurientemente mediante la sola altezza?

Se noi proviamo a immaginare la serie sonora come una linea che si estende verso l'alto o verso il basso, ci troviamo innanzi all'innalzamento o abbassamento del carattere altezza in una direzione costante.

Il fenomeno dell'innalzamento e dell'abbassamento è più evidente quanto più rapidi si susseguono i singoli toni, esso risalta in un rapido passaggio di scala e in quel rapido passaggio di toni trapassanti l'un l'altro, che viene detto "glissando". Partendo da una nota, ad es. il do, e aumentando a poco a poco il numero di oscillazioni si può osservare che le sensazioni sonore che si susseguono sono sempre più diverse dal tono di partenza, fino a che non si giunge a una nota che si caratterizza per la sua grande somiglianza con la nota iniziale. Questa nota viene detta "ottava". L'ottava Do₁ è in rapporto doppio con la nota di partenza. Volendo essere precisi, però, questa nota ottenuta, è la più diversa dal tono iniziale, perché, come distanza, è la più lontana. Da un altro punto di vista, però, è la più simile, al tono iniziale, perché ha la più grande somiglianza qualitativa con il tono iniziale Do. Ciò accade andando avanti con Do₂, Do₃,... La serie tonale, quindi, ci offre un progressivo innalzamento, ma anche una certa *periodicità*, infatti nelle note dell'ottava ricorrono sensazioni simili. Questo fenomeno viene percepito chiaramente quando viene suonato un susseguirsi di terze maggiori, minori, toni e semitoni. Si definiscono quindi *note equivalenti* due note che si differenziano tra loro per un intervallo di una o più ottave.

La serie tonale può quindi essere concepita in due modi diversi, o si ritiene una serie sensoriale rettilinea il cui decorso è caratterizzato dal fenomeno di innalzarsi-abbassarsi; oppure può essere concepita come una serie il cui decorso è caratterizzato da una periodicità fissa, da una ricorrenza regolare. Quindi possiamo affermare che vi sono due caratteristiche fondamentalmente diverse da cui prende forma la successione musicale tonale. La prima caratteristica si modifica con il numero delle oscillazioni e si estrinseca nel fenomeno dell'innalzamento e dell'abbassamento, tale proprietà viene detta *altezza musicale del suono*, la seconda si ripete di ottava in ottava, cioè con il raddoppiarsi delle frequenze e viene detta *qualità musicale* della sensazione sonora. I suoni di ottava si differenziano tra loro in altezza, ma sono simili per qualità.

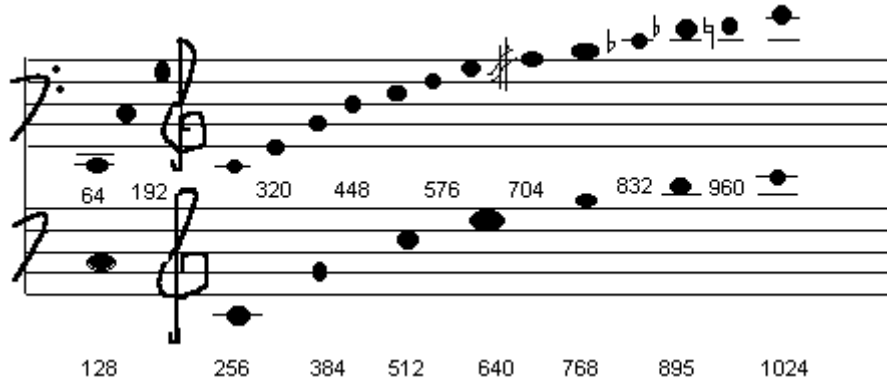
Le qualità tonali delle scale cromatiche e di ogni altra serie di suoni si formano in una successione che presenta tutti i suoi membri nello spazio di una ottava. Le *altezze tonali* invece sono una successione che decorre in una e nella stessa direzione. Tale successione non oltrepassa la regione della settima ottava superiore (anche se a livello teorico potrebbe continuare all'infinito). In base a queste proprietà tra due suoni intercorre sempre un duplice rapporto: uno si basa sulla somiglianza *qualitativa*, l'altro sulla distanza *quantitativa*. Ogni nota del sistema musicale può essere determinata mediante la sua qualità (do, re, mi,...) e la sua altezza musicale (prima, seconda,...ottava).

La teoria delle due componenti.

L'analisi della serie tonale ci permette di stabilire la *teoria delle due componenti*, che attribuisce alle nostre sensazioni sonore due proprietà fondamentali. Al centro di questa teoria vi è il punto base dell'"ottava".

I primi studi sul fenomeno dell'ottava risalgono ai tempi di Helmholtz. Egli riteneva che la somiglianza dell'ottava al tono fondamentale si basasse sul fatto che

essa risulta composta esclusivamente di quei toni parziali che sono già contenuti nel tono fondamentale, in effetti, però, il suono musicale do (128 oscillazioni al secondo) comprende quei toni parziali che sono presenti nella sua ottava più bassa Do (64 oscillazioni al secondo), come possiamo vedere dalla figura.



A questo punto sembra naturale che vi sia una grande somiglianza. Analizzando a fondo ciò che può essere generalizzato da questa affermazione vediamo che vi sono alcune conclusioni evidentemente insostenibili:

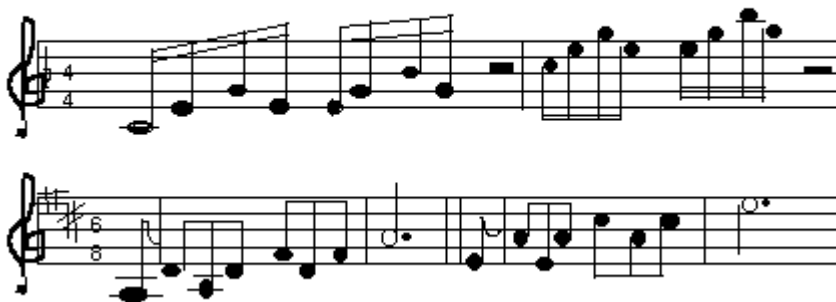
- 1) Se fosse sufficiente questa caratteristica, tra due ottave molto lontane tra loro (es. Do e Do₃) non dovrebbe esserci nessuna somiglianza perché tra questi due toni non si può trovare nessun tono parziale in comune. Il suono do₃ è il 16° tono parziale di Do, ossia un sopratono non udibile, e nonostante ciò tra i due toni noi percepiamo la stessa somiglianza che c'è tra Do e do;
- 2) La dodicesima “sol” dovrebbe mostrare con il tono fondamentale Do, una somiglianza maggiore che con un'ottava lontana, perché la Dodicesima ha in comune, con il tono di base, più toni parziali di quanto non ne abbia, ad esempio do₃.
- 3) In ultimo, se l'affermazione sull'ottava fosse giusta, i toni di ottava Do e do non dovrebbero mostrare alcuna somiglianza nel momento in cui si cancellano da questi tutti i soprtoni per mezzo di un'apparecchiatura elettronica. In questo modo, infatti, il do non sarebbe più sopratono di Do, in quanto a questo verrebbero cancellati tutti i soprtoni, tuttavia è stato trovato che *nonostante queste manipolazioni questa somiglianza si mantiene inalterata.*

Quindi possiamo affermare che la somiglianza di toni di ottava non ha base nei soprtoni comuni, ma è una proprietà originaria del fenomeno dell'ottava in sé. Si può quindi affermare che esiste una **Legge dell'Ottava** che afferma che “*la somiglianza originaria dei toni di Ottava riposa sulla uguaglianza delle loro qualità*”. Il fenomeno dell'ottava è descritto in modo esatto e definitivo con la differenziazioni delle due componenti, cioè l'altezza e la qualità dei suoni musicali.

La teoria delle due componenti è divenuta molto convincente da quando si è riusciti a dimostrare che le due caratteristiche fondamentali consolo esplicano funzioni acustico-musicali diverse ma anche che in particolari circostanze sono *realmente separabili*. Esistono infatti, alcune qualità tonali simili legate ad altezze tonali diverse come capita nei toni di ottava (Do, do1, do2, do3,..) e altezze tonali legate tra loro pur essendo di diverse qualità tonali. Esistono casi patologici in cui una determinata parte della serie tonale viene percepita sempre una sola qualità tonale pur variando l'altezza del suono. I toni di altezza ben chiara possono essere percepiti come privi di qualità (es. i suoni di tromba, possiamo percepire le differenze di altezza senza capirne la differenza di qualità).

Il fenomeno dell'ottava è la base e del sistema tonale e del fenomeno dell'orecchio musicale. L'esperienza dell'ottava costituisce il fatto fondamentale dell'Acustica musicale, tra tutti i rapporti tonali possibili l'ottava gode di una posizione particolare, essa prova che nella serie di fenomeni tonali si può osservare una modifica che segue un legge diversa da quella dell'altezza musicale. La somiglianza dei toni di ottava è un *fenomeno acustico-musicale fondamentale*, innegabile sia nei toni semplici che in quelli complessi.

A volte si parla di somiglianza dei toni di Quinta, in quanto essi potrebbero scambiarsi con i toni di Ottava, più facilmente degli altri intervalli. Alla base di questa impressione deve esserci una certa parentela tonale. Sicuramente l'impressione di una figura musicale suonata sull'Ottava non è una prova definitiva per l'identità qualitativa delle Ottave. Tale impressione si basa sulla *costanza della melodia*, e questa produce impressione di ripetizione anche se il tono iniziale è una Quinta o una Sesta. (vedi Figura).



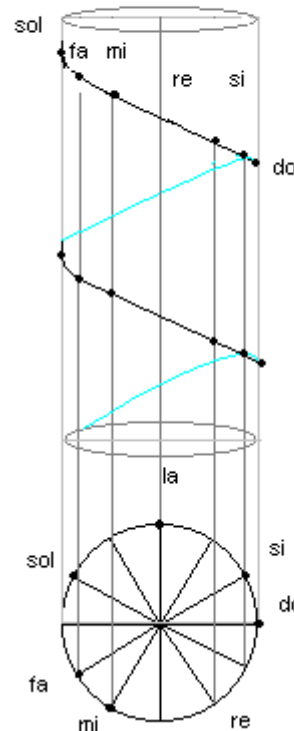
Tra tutte le trasposizioni si trova però una sola che risveglia l'impressione di una riproduzione *completa e fedele* della melodia originaria: il passaggio di Ottava.

L'importanza della teoria delle due componenti non è limitata alla sola analisi delle sensazioni sonore, e della serie tonale musicale, essa si mostra anche come un principio di spiegazione; sulla base di questa teoria, infatti, si può fondare una *nuova teoria degli intervalli*, la scoperta di qualità sconosciute dell'*orecchio assoluto* e la spiegazione dei diversi fenomeni della *sordità per la melodia* e di altri fenomeni particolari. Il valore scientifico di questa teoria lo si può trovare nel fatto che essa ha

permesso la scoperta di fenomeni particolari della percezioni sensoriali. Con tale teoria è stato possibile fornire la prova che esiste il corrispettivo della combinazione dei colori per l'udito, esso consiste nella *combinazione dei suoni*, per cui una delle differenze fondamentali che esisteva tra ottica e acustica è stata eliminata, il fenomeno della mescolanza viene considerato da un punto di vista unitario.

Rappresentazione grafica della teoria delle due componenti.

I suoni possono essere espressi mediante un disegno grafico che rappresenta una spirale ad asse verticale (vedi figura a lato). L'unidirezionalità delle altezze è espressa dalla linea continua e costante che parte dalla nota, mentre la periodicità delle qualità è espressa dal fatto che i punti corrispondenti ai toni omonimi delle ottave sono situati verticalmente l'uno sopra l'altro. A questo punto i toni verranno a trovarsi l'uno sopra l'altro, e come vediamo la relazione di ottava è quella che, fra tutte, più si allontana dal tono fondamentale, (intervallo prima -ottava sulla spirale); tuttavia è il più vicino al tono fondamentale, che si misura come intervallo prima -ottava sulla linea di collegamento verticale.



Presunta spazialità delle percezioni sonore.

Riprendiamo la tematica particolare di ciò che si intende a livello psicologico con il termine “altezza tonale”. Vi sono alcuni psicologi che partono dalla concezione di “altezza” per poter affermare una presunta *spazialità* delle nostre percezioni sonore. La constatazione che noi localizziamo i toni profondi *verso il basso* e quelli acuti *verso l'alto*, e il fatto che le diverse lingue impiegano gli stessi concetti spaziali per caratterizzare le impressioni sonore sembra parlare in favore della natura originariamente spaziale delle impressioni sonore di profondità e acutezza. Se però, noi mettiamo a confronto le impressioni sonore con le reali sensazioni spaziali, noteremo che tra il concetto di “altezza” o “distanza” acustici e spaziali non vi è la minima somiglianza.

Molto probabilmente non vi sono rapporti spaziali, ma solo *analogie*, come con i concetti di “colorito” del suono e “tono” del colore. Noi infatti sappiamo che il colorito sonoro non è affatto un colore così come l'altezza non lo è in senso proprio. Perché allora si utilizza gli stessi termini per designare cose così diverse?

Possiamo darci diverse spiegazioni, possiamo pensare, infatti che ciò derivi dal fatto che se viene cantato un suono basso si avverte una vibrazione della cassa toracica (risonanza di petto) cioè una vibrazione relativamente *bassa*, se invece viene cantato un suono acuto la vibrazione che avvertiamo è *alta*, nel capo (risonanza di testa); la stessa cosa si percepisce anche nell'audizione di suoni. Le sensazioni vibratorie prodotte dai contrabbassi e dalle voci profonde degli strumenti a corda, se stiamo vicini a questi strumenti, vengono avvertite nelle parti medie della cassa toracica. Quando in un'orchestra d'archi i contrabbassi attaccano improvvisamente sembra come se la catena delle vibrazioni si abbassi più profonda nel corpo. I suoni del timpano, della tromba e del fagotto, e i registri più profondi delle voci alte vengono localizzate allo stesso modo nella cassa toracica, invece i registri più alti dei timpani, i suoni del violino e dei flauti e i registri alti della voce umana producono vibrazioni che risuonano nel capo.

Si può quindi cercare di ricondurre le espressioni “alto” e “basso” alle impressioni di localizzazione delle vibrazioni sonore nel corpo. Se si ritiene che le sensazioni vibratorie non determinino in nessun modo la scelta delle espressioni “alto” e “basso”, dobbiamo considerare queste solo come *analogiche*.

Vi sono anche altri termini che vengono impiegati in musicologia a causa del carattere dinamico della musica e possono valere solo come analogie con le percezioni spaziali.

La teoria psicologica dell'intervallo.

Innanzitutto noi definiamo come *intervalli* quelle strutture musicali che sono formate da due toni che si presentano *successivamente*. Per alcune teorie acustiche l'intervallo non presenta alcun problema nuovo. Se infatti noi consideriamo la serie tonale come modificazione di *una variabile* dell'altezza tonale i diversi intervalli possono essere determinati in maniera univoca per mezzo della grandezza del passo, ossia attraverso la *distanza tonale*. Secondo questa concezione la differenza tra una terza e una quarta sarebbe soltanto nel fatto che la terza è formata da una distanza tonale più piccola che non la quarta. A prima vista questa spiegazione sembra essere convincente, ma non si può spiegare il fenomeno dell'equivalenza dei suoni.

Questa, infatti ha come conseguenza l'equivalenza degli intervalli. Infatti, dall'equivalenza dei suoni do-do¹ e re-re¹, deriva l'equivalenza degli intervalli do-re e do-re¹ cioè della seconda maggiore e della nona. Praticamente ne deriva che nell'ottava è rappresentato ogni tipo di intervallo, la diversità di questi intervalli dipende dalla diversità delle loro qualità di intervallo, le qualità di intervallo sono tutte rappresentate nell'ottava come le qualità dei toni.

Il significato di equivalenza per l'effetto prodotto dall'intervallo sta nel fatto che l'individuo musicale avverte gli intervalli o accordi equivalenti come meno diversi tra loro. Se per caratterizzare un intervallo avesse valore decisivo solo l'entità della distanza tra i due toni non si potrebbe comprendere perché le qualità degli intervalli siano tutte contenute nei limiti di una *ottava*, né si capirebbe perché per intervalli maggiori, oltre l'ottava, non abbiamo nuove qualità di intervalli, né melodiche, né armoniche. In tal caso, infatti, gli effetti di un intervallo non si dovrebbero ripetere da

una ottava all'altra. Queste difficoltà possono venire risolte dalla teoria delle due componenti.

Se un auditore percepisse solamente le altezze tonali senza le qualità sonore si troverebbe nella stessa condizione di un individuo con cecità completa per i colori che nello spettro può cogliere solo differenze di chiarezza, ma non di colore. Questo caso si è verificato in un soggetto molto musicale che presentava paracusia acuta, esso mostrava un tratto uditivo in cui le altezze tonali venivano percepite normalmente mentre le loro qualità esano perdute, riducendosi cioè alla sola qualità *sol diesis*. Questa condizione è analoga a quella di una persona cieca per i colori, in cui un tratto dello spettro colorato, per es. la zona delle sfumature gialle e verdi, apparirebbe in un solo tono, ad esempio giallognolo. Questo paziente riferiva di udire i suoni tra *sol2 diesis* e *re3 qualitativamente* non come *la, si bemolle, si, do, do diesis e re*, ma tutti come *sol diesis*.

Il secondo aspetto è la *qualità tonale*. Un ipotetico soggetto che percepisse soltanto qualità tonali ma nessuna differenza di altezza tonale o tutte le qualità tonali su una stessa altezza tonale non potrebbe avvertire alcuna differenza tra toni equivalenti (toni di ottava). Per tale auditore esisterebbe solo *un do, un re, un mi,...*

Possiamo definire in genere l'intervallo, come raccordo tra qualità di intervallo e distanza, esso forma tra toni successivi il vero *rapporto musicale*, come il rapporto di qualità e altezza esprime l'*elemento musicale*, ossia la sensazione sonora. La qualità dell'intervallo e la qualità del tono sono caratteristiche messe in rilievo con l'analisi psicologica, esse non esistono da sole, poiché la loro esistenza è legata alla serie tonale *musicale*. Distanza e altezza sono momenti astratti dalla totalità della serie tonale reale, ma possono essere percepiti in particolari circostanze.

Il problema della consonanza.

I toni che sono utilizzati nella musica formano la serie tonale musicale. Le frequenze dei toni di questa serie sono in relazioni costanti tra loro. La costanza di questi rapporti è una premessa della musica. Dove non vi sono intervalli ben stabili non esiste tonalità e armonia.

Nel nostro sistema musicale in ogni tono si possono trovare intervalli che se risuonano contemporaneamente offrono l'armonia più completa e si fondono perfettamente tra loro. Nella musica occidentale la consonanza è un fattore importante per la formazione della scala musicale, altrimenti non si potrebbe comprendere perché i rapporti tonali più consonanti (ottava, quinta, terza, quarta) abbiano formato la base della scala musicale diatonica.

Il problema della consonanza è stato studiato a lungo a livello scientifico. Ma partiamo da definire prima il carattere di consonanza e dissonanza.

Partendo dalla scala musicale a 12 toni si può notare che esistono alcuni legami tonali che fanno intervalli che si fondono perfettamente tra loro, mentre altri discordano in modo più o meno marcato i primi sono detti *consonanze* gli altri, invece, *dissonanze*. Possiamo comunque definire genericamente la consonanza come

un basso grado di tensione tra due toni, e la dissonanza come il più alto grado di tensione.

Teorie matematiche sulla consonanza.

Sin dall'antica Grecia vi sono stati personaggi che si sono interessati al fenomeno della consonanza e della dissonanza, e sono stati proprio loro a distinguere gli accordi sinfonici (consonanti) da quelli diatonici (dissonanti).

Le teorie matematiche più importanti risalgono a DEMOCRITO, PITAGORA, PLATONE. E, a livello teorico, tutte queste teorie si basavano sul fatto che nelle proporzioni delle consonanze più complete sono presenti i primi quattro numeri della serie numerica (unisono, ottava, ottava doppia, quinta e quarta). Platone mirava a una dottrina matematica dell'armonia, basata sulla speculazione aritmetica, la quale non ha nulla a che fare con la scala musicale della musica greca vera e propria.

PITAGORA, DEMOCRITO e ARISTOSSENSO, invece, proposero di far concordare l'Armonia con i fenomeni acustico-musicali.

Teorie fisiche della consonanza

L'impulso all'impostazione fisico-empiristica del problema della consonanza è offerto dalla trattazione fisica di esso. Impulso a questa impostazione è stato dato da RAMEAU, d'ALEMBERT e TARTINI. I primi hanno introdotto per la spiegazione dell'armonia il concetto di sopratoni, Tartini, invece, di tono di combinazione. Queste teorie hanno seguito la scoperta di Helmholtz.

Nella sua teoria questi da una doppia definizione di consonanza. Secondo la definizione principale questa è una sensazione sonora continua, mentre la dissonanza è intermittente. Questa teoria si basa sul fenomeno dei *battimenti*, essi, infatti, mancano nelle consonanze mentre sono molto marcati nelle dissonanze, influenzando l'impressione generale. Le consonanze più pure sono formate dai toni che stanno tra loro in rapporti di Ottava, quinta o quarta, perché non producono quasi alcun battimento. Le terze e seste, ben consonanti producono battimenti appena percepibili, le seconde maggiori e le settime hanno battimenti più evidenti.

Da ciò è stata tratta la classificazione delle consonanze su base dei battimenti. Si distinguono, infatti, le consonanze assolute (ottave), le consonanze complete (quinta e quarta), consonanze medie (terza maggiore e sesta maggiore), consonanze incomplete (terza minore e sesta minore) e dissonanze (seconda, settima e quarta aumentata). Contro questa concezione vi è la scoperta per cui, secondo alcune ricerche la migliore percepiibilità dei battimenti si ha quando il loro numero è circa 33 al sec., mentre non sono percepibili se il loro numero oltrepassa i 132 al sec. Quindi, gli stessi intervalli che nell'ottava minore e in quella maggiore sono dissonanti per il loro scarso numero di battimenti, dovrebbero perdere nella seconda o terza ottava superiore il carattere di dissonanza e trasformarsi in consonanze.

Ad esempio: la quarta aumentata do –fa diesis, nell'ottava di base presenta una differenza di oscillazioni di 13, nell'ottava ancora superiore di 110, nella seconda ottava superiore di 220, nella terza ottava superiore di 440. Quindi, se la teoria precedente fosse giusta la quarta aumentata dovrebbe modificare il grado di

consonanza man mano che aumenta in altezza: se molto profonda dovrebbe apparire consonante, fortemente dissonante nella prima ottava superiore, e di nuovo consonante nella terza ottava. Ciò, però non accade, il grado di consonanza è indipendente dall'altezza del suono.

Altre definizioni di consonanza si riferiscono all'incidenza di *toni parziali* di entrambi i toni primari. Secondo tale definizione la consonanza si basa sulla somiglianza di due suoni, prodotta dai toni parziali posseduti in comune, si basa, cioè, su una *parentela di suono*, mentre la dissonanza si ricondurrebbe alla mancanza di tale parentela. Questa teoria cade non appena si scelgono dei toni che non hanno nessun sopratono e non ne hanno alcuno in comune.

Un'ulteriore teoria di consonanza attribuisce la diversità di questa ai *toni di differenza*. Secondo tale teoria il grado di consonanza dipenderebbe dal numero di toni di differenza. L'ottava non ha alcun tono di differenza, la quinta ne ha uno, la quarta due,...

Tutte queste teorie non sono sufficienti per spiegare la consonanza e dissonanza, tuttavia costituiscono un fattore non sottovalutabile per l'*impressione d'insieme dell'accordo bitonico*.

La teoria della fusione.

Visto che né le teorie matematiche, né quelle fisiche sono sufficienti per spiegare il fenomeno della consonanza e dissonanza, è utile tentare di trovarne una base psicologica.

Alcuni studiosi ritenevano che la differenza tra accordi consonanti e dissonanti non fosse nei fenomeni tonali dei toni primari, ma nel loro *grado di fusione*. Questa sarebbe un fatto psicologico primario, inderivabile, non deducibile, da considerare come unico fondamento della consonanza. Questo concetto, però, non totalmente sconosciuto in teoria musicale, già ai tempi di EUCLIDE si definiva consonanza di due toni come la proprietà da essi posseduta di fondersi e la dissonanza come la proprietà di non fondersi.

Per fusione, comunque, si intende l'avvicinamento di un accordo bitonico fino ad un unisono. Il suono provenienti a due toni risveglia più o meno, l'impressione di un tono unico. Più un accordo è consonante, tanto più si fondono i toni primari, avvicinandosi all'impressione di un unisono. L'ottava, che è la consonanza più completa, dà l'impressione dell'unisono anche quando i suoni toni componenti possono essere identificati e isolati dalla totalità sonora mediante una precisa osservazione. Questa tendenza all'unitarietà, alla fusione, si trova anche nella quinta, terza e sesta.

Vi sono alcune caratteristiche, il grado di fusione sarebbe indipendente dalla *regione tonale*, dall'*allargamento* dell'intervallo, cioè se "allarghiamo" un intervallo di una o più ottava non vi sono influenze sulla fusione dei toni.

La nostra musica si fonda sul principio del sistema Maggiore e Minore. In entrambi gli accordi sulla tonica, sopradominante e sottodominante assumono posizione centrale.

Negli accordi a tre o più toni ci imbattiamo in fenomeni di consonanza e fusione, che però leggermente si distanziano dal concetto di consonanza e dissonanza. Questi infatti si possono dividere in concordanti (gli accordi primari e secondari maggiori e minori) e discordanti (quelli che si formano da accordi a tre toni con l'aggiunta di determinati toni razionalmente giustificati).

Le differenze tra consonanza e concordanza sono:

1. Un accordo bitonico può essere consonante o dissonante, ma può essere concordante solo in rapporto a una parte di un accordo pluritonico. Ad esempio i toni mi-sol diesis, suonati simultaneamente sono di per sé consonanti, ma gli stessi suoni presi come parte componente dell'accordo tritonico in mi maggiore (mi-sol diesis-si) vengono avvertiti come concordanti, mentre se presi come parte dell'accordo aumentato do-mi-sol diesis, vengono avvertiti come dissonanti, perché appartenenti a un accordo che non contiene quinta pura.
2. la consonanza di toni non viene modificata dall'aggiunta di un nuovo tono, mentre per tale aggiunta la loro concordanza può trasformarsi in discordanza. Ad esempio, l'accordo mi-sol diesis-si è concorde se il mi viene considerato come la tonica, ma è discorde se la tonica è il do.
3. L'accordo bitonico come consonanza è un fatto percettivo immediato non ulteriormente deducibile, mentre come parte della concordanza è un fatto di comprensione.

I fenomeni di consonanza sono indipendenti dalle proprietà materiali e stilistiche della musica. Se ci muoviamo nel sistema *tonale* o in quello *atonale*, non vi sono influssi sulla consonanza e dissonanza.

Diverso è il problema dell'*impiego* degli accordi bitonici consonanti e dissonanti in musica. Qui, infatti, entrano in gioco intenzioni estetico –musicali che con il tempo si sono andate modificando.

Formazioni tonali superiori.

La musica non si basa solo su toni singoli o sulle loro relazioni, espresse in intervalli isolati e accordi, essa si basa su formazioni musicali più elevate che si esprimono sotto forma di complessi omofonici e polifonici.

A livello percettivo, le concezioni e leggi della teoria della forma, che bene si applicano sulle figure ottiche, valgono anche per le figure acustico-musicali, purché si tratti di musica che ci muove nel nostro sistema tonale.

4. L'ORECCHIO MUSICALE.

Capacità di differenziazione tonale.

Per orecchio musicale si intende la capacità di un individuo di differenziare, conoscere e riconoscere i rapporti acustico-musicali. Il presupposto necessario per l'orecchio musicale è la *capacità di differenziazione* per toni, ossia la capacità di riconoscere se due toni sono di altezza uguale o diversa. Nell'esame i toni possono essere prodotti *successivamente o simultaneamente*, se le due note risuonano contemporaneamente le oscillazioni sono più facilmente determinabili che non quando risuonino successivamente, nel primo caso, infatti, i battimenti o la dissonanza, forniscono un ottimo criterio per il giudizio.

L'orecchio assoluto.

È la capacità di riconoscere toni singoli e designarli correttamente senza alcun mezzo di aiuto e di riprodurre subito con il canto o con il fischio dei toni che sono stati semplicemente nominati. Vi sono diversi modi per definire questa caratteristica, si può parlare, infatti, anche di *coscienza tonale assoluta o memoria tonale assoluta*, quindi si considera dotato di orecchio o memoria assoluta colui che è capace di poter designare correttamente qualunque nota, datagli sul pianoforte, senza guardare i tasti e senza aver ascoltato poco prima altri toni conosciuti, e colui che è capace di poter cantare a memoria una nota che viene richiesta.

Sembra che questa caratteristica particolare, congenita sia presente in un numero scarso di individui, generalmente uomini. Questa capacità non è sviluppata in uguale misura in tutti gli individui che ne sono forniti, possono esistere differenze circa il *territorio tonale* su cui si estende la capacità di riconoscimento. Vi sono individui il cui orecchio assoluto abbraccia quasi completamente l'intera estensione del campo musicale (*orecchio assoluto totale*); esistono anche individui in cui la possibilità di determinare chiaramente un tono si manifesta in una regione più o meno limitata, al di fuori di questa i loro giudizi diventano insicuri e inesatti, fino a che non arrivano a determinazioni probabilistiche (*orecchio assoluto parziale*). Negli individui con orecchio assoluto c'è una differenza nella precisione, esattezza e sicurezza dei giudizi tonali. Solo pochi sanno riconoscere o riprodurre esattamente le note ascoltate. Vi sono soggetti che presentano una memoria tonale assoluta indipendente dal timbro (*orecchio musicale generale*), ma esistono anche soggetti che mostrano *orecchio musicale speciale*, ossia orecchio musicale assoluto solo per alcuni timbri o limitato ad un solo timbro, corrispondente a quello che il soggetto è abituato a suonare.

A livello generale sembra che i toni con molti soprtoni armonici siano riconosciuti meglio di quelli che ne posseggono pochi. Sembra che l'orecchio assoluto sia legato anche al riconoscimento di *tonalità*.

L'orecchio assoluto è una capacità congenita per eccellenza, si nota già nella prima infanzia e sin dall'inizio è nella forma più sviluppata. In bambini molto musicali l'orecchio assoluto si può determinare già all'età di tre anni.

L'orecchio di regionalità.

Si è potuto notare, attraverso esperimenti, che individui non musicisti di professione possono riprodurre una nota, suonata in precedenza, con l'errore medio di una terza minore, purché abbiano una certa conoscenza dell'ordine delle note su un pianoforte.

Ogni tono ha una sua altezza, nelle persone con orecchio relativo si è visto che i toni non acquistano però, il carattere di individualità, non ricevono la loro specificazione da questa caratteristica. Un do, ad esempio, non si può distinguere da un do diesis; le persone che non posseggono un orecchio assoluto sentono il tono non come un'individualità ma come *membro di una regione tonale* alla quale esso realmente appartiene. Accade praticamente come se ci poniamo davanti alla serie delle tonalità di grigio, essa va dal bianco al nero, ed in ogni singolo grigio ha la sua chiarezza specifica.

La differenza tra le due specie di orecchio musicale si può notare anche a livello genetico. L'orecchio assoluto è una proprietà relativa al senso acustico; essa consiste nel fatto che alcuni individui percepiscono e riconoscono i toni di ottava immediatamente, senza paragonarli con altri toni. In relazione all'orecchio assoluto, quello relativo è molto diverso. questa forma di riconoscimento spontaneo non si basa su una capacità acustica specifica, si tratta dell'impiego di una capacità psicologica riferita al campo acustico. È propria dell'uomo la capacità di cogliere le varie impressioni sensoriali che appartengono a una serie *naturale* con carattere ascendente. I toni vengono inquadrati come membri di una serie che si muove in direzione costante, il cui fattore variabile è l'altezza tonale, che varia in modo uniforme.

Dire che l'orecchio di regionalità è acquisito non è molto corretto, però è utile a sottolineare la presenza dell'esperienza. L'influsso di questa si manifesta nel fatto che l'orecchio di regionalità è suscettibile di sviluppo mentre quello assoluto non lo è affatto.

L'orecchio musicale relativo.

Si distingue dall'orecchio assoluto per il fatto che nell'orecchio assoluto la singola nota viene sentita e riconosciuta come un'individualità musicale, mentre nell'orecchio relativo i legami tonali che si formano tra due note vengono colti attraverso il loro *carattere specifico di intervallo*. Nell'orecchio relativo ciò che conta è la possibilità di cogliere l'intervallo come formazione musicale elementare di fondamentale importanza, di conseguenza esso è la capacità di *designare esattamente con il suo nome un dato intervallo o trasportarlo esattamente da un tono all'altro*.

Questo tipo di orecchio musicale è costituzionale e congenito e può essere sviluppato per mezzo di esercizio.

Riconoscimento degli accordi a due o più toni.

È stato notato che soggetti amusicali giudicano come nota *unica* due note che vengono sonate contemporaneamente, indipendentemente dal fatto che esse siano consonanti o dissonanti. Questi soggetti non percepiscono neppure la dualità in diapason diversi.

Gli individui dotati di orecchio musicale medio non provano difficoltà a riconoscere la dualità o pluralità dei complessi tonali. Essi spesso, però, percepiscono l'ottava come *un solo suono*, più raramente la quarta e la quinta, mentre la seconda e la settima vengono percepite sempre come distinte dualità.

L'analisi e la discriminazione dei toni non dipendono dall'educazione musicale, ma dalla disposizione congenita musicale. Ciò si può dedurre dal fatto che bambini con buona disposizione musicale sono capaci di scomporre facilmente accordi dissonanti a tre o più note già prima di ricevere lezioni di musica.

BIBLIOGRAFIA:

1. H. Groscarret "Voyage musical parmi les neurones", "RESONANCE" giugno 1999;
2. S. McAdams « Audition : cognitive psychology of Music », 1996 ;
3. S. McAdams, J. C. Cunible "Perception of timbral analogies" , 1992;
4. G. Revesz "La psicologia della musica", 1956;
5. J. A. Sloboda "La mente musicale", 1985;
6. D. Worrall "Physycs and pscophysics of music", dispense del corso "Physics of sound", Australian National University (indirizzo sito: www.anu.edu.au/ITA/ACAT/drw/PPofM).
7. Kandel "Principi di neuroscienze".