



# INFORMATICA MUSICALE

*UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA  
DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E INFORMATICA  
LAUREA TRIENNALE IN INFORMATICA  
A.A. 2018/19  
Prof. Filippo L.M. Milotta*

ID PROGETTO: 23

TITOLO PROGETTO: ILLUSIONI SONORE

AUTORE 1: Borzì Gioacchino

AUTORE 2: Battaglia Andrea

## Indice

### 1. Obiettivi del progetto

- Panoramica sul concetto di illusione sonora
- Condizioni per le quali si verificano
- Come si manifestano e che cosa comportano?

### 2. Riferimenti Bibliografici

### 3. Argomenti Teorici Trattati

- Natura interpretativa della percezione umana
- Psicoacustica
- Grandezze fisiche che influenzano il suono e la percezione uditiva
- Esempi di Illusioni Sonore

### 4. Utilizzo delle illusioni sonore nel mondo dell'arte

## 1. Obiettivi del progetto

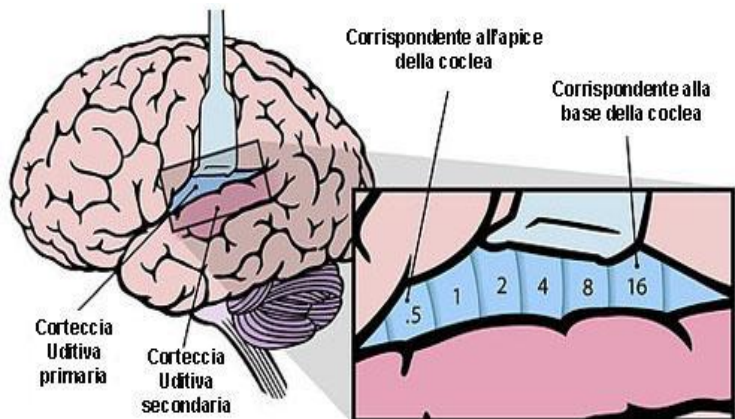
- **Panoramica sul concetto di illusione sonora**

Il concetto di illusione sonora riguarda la diversa percezione di un suono o di uno stimolo acustico rispetto all'effettiva caratterizzazione delle fonti audio/sonora. Spesso soggetti diversi percepiscono lo stesso suono in maniera differente, poiché il nostro cervello talvolta cade in inganno, associando l'elaborazione di un'informazione sonora ai ricordi, alle sensazioni e alle esperienze del singolo individuo. L'universo di suoni, musica e rumori attorno a noi è quindi in parte reale, in parte una costruzione della nostra mente.



- **Condizioni per le quali si verificano**

Nell'ambito delle illusioni sonore assume un ruolo chiave la corteccia uditiva primaria, che è la prima regione della corteccia cerebrale che riceve le informazioni di tipo uditivo, come ritmo e altezza. La percezione del suono è associata alla circonvoluzione temporale superiore, una zona del cervello posta appena sopra l'orecchio, che contiene diverse importanti strutture del cervello le quali segnano la localizzazione della corteccia uditiva primaria.



I neuroni della corteccia uditiva primaria possono essere considerati come delle strutture che coprono un'ampia gamma di frequenze uditive, e possono avere risposte selettive a componenti armoniche.

Tra le condizioni che influenzano le illusioni acustiche sono presenti anche alcune variazioni di grandezze fisiche.

Capita infatti che, ad una determinata frequenza, che fisicamente ci permette di distinguere tra un suono acuto e un suono grave, è possibile che la combinazione di due suoni causi nel soggetto una percezione di un terzo suono, completamente differente, crescente all'infinito.

- **Come si manifestano e che cosa comportano**

Le illusioni sonore si manifestano in seguito a particolari combinazioni di suoni e frequenze, spesso riguardanti l'alternanza di suoni alti e bassi o gravi e acuti, che comportano una diversa percezione del suono, creando una vera e propria illusione.

Questo fenomeno causa una distorsione del suono percepito dal soggetto, separando ciò che effettivamente è stato prodotto, da ciò che invece si avverte.

## 2. Riferimenti Bibliografici

- Materiale didattico del corso di Informatica Musicale, Unict
- [https://it.wikipedia.org/wiki/Illusione\\_uditiva](https://it.wikipedia.org/wiki/Illusione_uditiva)
- <https://www.focus.it/scienza/scienze/i-cinque-sensi-udito-illusioni-sonore-19374628>
- [http://fisicaondemusica.unimore.it/Effetti\\_e\\_illusioni\\_acustiche.html](http://fisicaondemusica.unimore.it/Effetti_e_illusioni_acustiche.html)
- <https://www.accordo.it/article/viewPub/32148>

## 3. Argomenti Teorici Trattati

- **Natura interpretativa della percezione umana**

L'essere umano tende a proiettare le proprie emozioni sull'ambiente che lo circonda, portando allo sviluppo di una forte soggettività in ambito percettivo. Proprio per questo si parla di natura interpretativa, in quanto il contesto sociale in cui agiamo influenza il nostro essere, in particolare la percezione del mondo esterno.

Capita infatti che soggetti diversi percepiscono lo stesso suono in maniera diversa, proprio perché influenzati dal loro bagaglio personale di emozioni vissute.

Materiale didattico del corso di Informatica Musicale, Unict

- **Psicoacustica**

La psicoacustica è lo studio della percezione soggettiva umana dei suoni, in particolare riguarda le relazioni tra fenomeni acustici **oggettivi** e percezione uditiva **soggettiva**. Nello specifico il fenomeno **oggettivo** riguarda proprio la generazione del suono e dei rumori da parte di uno strumento musicale o di una qualunque altra fonte ed è misurabile nella sua composizione armonica.

La parte **soggettiva**, invece, riguarda il nostro apparato uditivo che riconosce un suono da un rumore, misurandone l'altezza in frequenza e la pressione sonora. In questo caso però il risultato può variare da soggetto a soggetto.

Quindi è possibile identificare in ogni stimolo sonoro tre qualità importanti: l'altezza riguardante la nota fondamentale, l'intensità o pressione acustica e il timbro, questo perché le tre variabili sono legate a proprietà oggettive che possono essere misurate ed espresse con concetti matematici.

- **Grandezze fisiche che influenzano il suono e la percezione uditiva**

Alle tre qualità sopra citate è possibile riscontrare anche un collegamento fisico:

- L'**altezza** di un suono è fortemente legata al concetto di frequenza fisico, ovvero il numero di cicli della forma d'onda ripetitiva per secondo. In particolare dalla frequenza fondamentale di un suono, è possibile capire la sua altezza, ovvero se si tratta di un suono acuto o grave.
- La **pressione acustica** è legata all'aspetto fisico di ampiezza dell'onda sonora, permette di capire l'intensità di un suono. Essa si misura in decibel, una grandezza logaritmica che in ambito acustico è espressa come il rapporto tra l'intensità del suono interessato e l'intensità associata alla soglia minima di udibilità.
- Il **timbro** permette di distinguere due suoni con uguale frequenza e altezza, rappresenta inoltre quell'attributo della sensazione uditiva che consente all'ascoltatore di identificare la fonte sonora, rendendola distinguibile da ogni altra. In altre parole indica la qualità di un suono. Fisicamente esso è collegato allo spettro di un suono, che esprime il contenuto armonico di un suono.

- **Esempi di illusioni sonore**

- **Effetto McGurk**: è un fenomeno percettivo che dimostra un'interazione tra l'udito e la vista nel riconoscimento di una parola o di un singolo fonema. Questo suggerisce che il riconoscimento linguistico è un processo multimodale, cioè che coinvolge informazioni da più di una sorgente sensoriale.

Questo effetto può essere sperimentato quando un video che mostra la produzione di un fonema viene doppiato con il suono registrato di un altro fonema. Spesso il fonema percepito è una via di mezzo tra i due. Per esempio, un video che mostra /ga/ combinato con l'audio di /ba/ è spesso percepito come /da/ perché per pronunciare la "b" sappiamo che le labbra devono toccarsi, cosa che non accade nell'immagine. Il cervello sistema la situazione facendoci percepire, per lo più un suono intermedio "da-da", quando non direttamente la versione visuale "ga-ga". Al seguente link è possibile ascoltare questo effetto: <https://www.youtube.com/watch?v=6AvJPOdZe4g>

- **Scala Sheppard**: questa illusione sonora consiste nell'avere la sensazione di udire un tono ascendente, apparentemente senza fine,

ovvero di una scala che sale di altezza in modo indefinito. In realtà, come svela l'analisi del sonogramma, si tratta di un campione periodico, in cui le armoniche più acute vengono reintrodotti gradualmente, mentre quelle più gravi svaniscono gradualmente. Il cervello ancora la percezione dell'altezza più all'andamento complessivamente ascendente, che non alla fondamentale del suono. Di seguito è riportato il link in cui è presente un esempio di Scala Shepard: [https://www.youtube.com/watch?v=tgKJM4cu7\\_U](https://www.youtube.com/watch?v=tgKJM4cu7_U)

- **Il paradosso del tritono:** è un intervallo pari esattamente a metà ottava (il tritono, appunto), si ottiene mettendo due suoni di tipo Shepard in successione fissata. Quando questi due suoni sono riprodotti, ad alcune persone sembra di ascoltare due suoni discendenti, mentre ad altri sembra di ascoltarli ascendenti. Questa esperienza può essere particolarmente stordente per i musicisti esperti che non riescono a concepire questo paradosso. Di seguito è riportato un esempio del Paradosso del Tritono: [http://philomel.com/mp3/musical\\_illusions/Tritone\\_paradox.mp3](http://philomel.com/mp3/musical_illusions/Tritone_paradox.mp3)
- **Il terzo suono di Tartini:** Il terzo suono è un suono "fantasma" che si percepisce talvolta quando due suoni abbastanza intensi (e ricchi di armonici) giungono all'orecchio simultaneamente. L'effetto in realtà assume forme diverse, in quanto il terzo suono compare a frequenze pari sia alla somma di frequenze base, sia alla loro differenza. In certi casi il terzo suono può essere interpretato come un effetto fisico. Questo fatto è stato interpretato come una prova del comportamento non lineare dell'orecchio umano. In poche parole, se l'orecchio non si comporta linearmente, esso può distorcere il segnale. In poche parole, questo significa che l'orecchio può aggiungere al segnale in ingresso frequenze che non appartengono al segnale stesso. Tali frequenze non sono illusorie, ma esistono fisicamente all'interno dell'orecchio, e corrispondono quindi a massimi fisici dell'onda di pressione cocleare. Al link seguente è possibile ascoltare un esempio di terzo suono di Tartini: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6f/Kombinationat\\_on\\_a1f2.ogg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6f/Kombinationat_on_a1f2.ogg)

## 4. Utilizzo delle illusioni sonore nel mondo dell'arte

Le illusioni sonore non sono qualcosa di astratto e puramente teorico, bensì trovano anche delle applicazioni pratiche, soprattutto nel mondo dell'arte, e in particolare nell'ambito musicale.

Molti artisti hanno infatti sfruttato all'interno delle loro canzoni alcune illusioni acustiche, tra cui la sopra citata Scala Shepard, con lo scopo di dare una musicalità particolare alla melodia dei loro testi.



Tra gli artisti è d'obbligo riportare il gruppo dei Pink Floyd con il brano "Echoes". Il coro maschile presente nella parte finale di questa è mixato in modo da dare l'illusione di un suono che sale all'infinito, dovuto alla lunga ripetizione di una melodia suonata tramite chitarra elettrica.

Di seguito è riportato il link del brano Echoes in cui è evidente l'utilizzo della Scala Shepard: <http://fisicaondemusica.unimore.it/Echoes.mp3>

Allo stesso modo il gruppo dei Queen ha sfruttato all'interno di un loro album, "A day at the races", il principio della Scala Shepard. Anche in questo caso si ottiene l'effetto desiderato attraverso delle chitarre elettriche.

Il link al brano dei Queen, intitolato "Teo Torriatte", contenuto nell'album sopra citato è il seguente:

[http://fisicaondemusica.unimore.it/Teo\\_torriatte.mp3](http://fisicaondemusica.unimore.it/Teo_torriatte.mp3)