



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia

**Corso di laurea Triennale in Scienze Psicologiche dello
Sviluppo della Personalità e delle Relazioni Interpersonali**

Tesi di laurea Triennale

**Relazione tra Abilità Uditive e Capacità di
Intonazione nel Cantato**

Relationship between Hearing and Singing Skills

Relatore

Prof. Massimo Grassi

Laureando: Mattia Cazzaro

Matricola: 2013385

Anno accademico 2022/2023

A.S.G.

INDICE

INTRODUZIONE	- 3 -
CAPITOLO I. DISCUSSIONE BIBLIOGRAFICA	- 5 -
1.1 INFLUENZA DEL TIMBRO	- 5 -
1.2 INFLUENZA DI INTERFERENZE E VARIAZIONI NEL <i>FEEDBACK</i>	- 9 -
1.3 INFLUENZA DELLE MODIFICAZIONE DELL'ALTEZZA TONALE IN TEMPO REALE NEL <i>FEEDBACK</i> UEDITIVO	- 14 -
1.4 INFLUENZA DELL'ESPERIENZA E DELL'ALLENAMENTO	- 19 -
CONCLUSIONI	- 25 -
RINGRAZIAMENTI	- 27 -
BIBLIOGRAFIA	- 29 -

INTRODUZIONE

Già dagli inizi del secolo scorso, i ricercatori hanno avviato indagini sulla possibile relazione tra abilità uditive e abilità di intonazione nel canto. Questo argomento costituisce il tema centrale del presente elaborato. Il mio obiettivo è di esaminare l'esistenza o meno di questa relazione, oltre a investigare le diverse metodologie di ricerca e le variabili dipendenti e indipendenti che potrebbero influenzarla. I risultati ottenuti finora sono stati contrastanti, ma, nonostante questo, sono state individuate diverse variabili che sembrano influire sulla relazione tra abilità uditive e intonazione.

Nel corso del primo paragrafo del primo capitolo, analizzerò le pubblicazioni che hanno esaminato il ruolo del timbro del suono in attività di discriminazione di frequenze e di abbinamento vocale di toni. Questa variabile risulta essere unanimemente considerata una delle più influenti dai ricercatori.

Nel secondo paragrafo, presenterò diverse ricerche che sostengono o meno l'esistenza della relazione tra abilità uditive e abilità di intonazione nel cantato. Esplorerò come queste ricerche abbiano utilizzato paradigmi sperimentali che coinvolgevano mascheramento acustico della voce dei partecipanti, feedback alterati e accordi di accompagnamento, tra le altre tecniche.

Il terzo paragrafo raccoglierà studi che si sono concentrati sull'alterazione in tempo reale dell'intonazione della voce dei partecipanti durante le sessioni di sperimentazione. Sarà esaminato come i partecipanti abbiano reagito e come abbiano compensato a tali variazioni.

Nel quarto paragrafo, infine, analizzerò l'importanza delle diverse esperienze dei partecipanti. In diverse ricerche, infatti, sono state usate categorie quali cantanti, musicisti o individui senza esperienza musicale. Saranno esplorate le variabili legate all'allenamento dell'orecchio per i musicisti, attraverso l'attività di accordatura e intonazione, e dell'apparato vocale per i cantanti, con una muscolatura più efficiente e una migliore coordinazione motoria-uditiva-vocale.

CAPITOLO I. DISCUSSIONE BIBLIOGRAFICA

1.1 INFLUENZA DEL TIMBRO

Nel presente paragrafo, andrò ad analizzare quello che è il ruolo che gioca il timbro nella relazione tra abilità uditive e capacità di intonazione. Il timbro, in musica e in acustica, secondo il Vocabolario Treccani, è «una delle tre qualità del suono, e precisamente quella che permette di distinguere l'uno dall'altro due suoni pur identici per intensità e altezza, ma emessi da sorgenti sonore diverse [...]» («Timbro,» s.d.). Diverse sono le pubblicazioni sul tema con differenti risultati riguardo l'esistenza o meno di una relazione significativa tra le due abilità. Pare però essere comunemente riconosciuta l'influenza che ha il timbro. Vediamo di seguito alcune pubblicazioni sul tema.

Watts e Hall (2008) hanno progettato uno studio in cui è stato chiesto a 19 partecipanti femmine, senza esperienze musicali, di impegnarsi in un'attività di abbinamento vocale di frequenze¹. I partecipanti dovevano intonare utilizzando la vocale /a/ una frequenza stimolo F0 solo al termine della sua esposizione. Lo scopo è stato quello di indagare come il controllo vocale dell'altezza tonale di una frequenza fondamentale F0 veniva influenzato dalla variazione del timbro. I ricercatori, avevano ipotizzato che le partecipanti si sarebbero dimostrate più accurate nell'abbinamento vocale nella condizione in cui il timbro era di tipo umano femminile rispetto a quelli strumentali. I timbri presentati, dal più al meno simile a quello umano femminile, sono stati cinque: due voci femminili, una maschile, un violino e un clarinetto. Dai risultati ottenuti, le ipotesi sono state confermate. Gli abbinamenti vocali più accurati sono stati quelli con timbro vocale femminile e quelli meno accurati sono stati con il timbro del clarinetto. Quest'ultimo, infatti, tra quelli utilizzati nell'esperimento, analizzandone lo spettro sonoro di frequenze è quello maggiormente diverso da quello vocale umano. Per questo motivo quello del clarinetto, è un timbro dove l'orecchio umano ha più difficoltà a percepirne le

¹ Per "attività di abbinamento vocale", anche in riferimento alla discussione dei prossimi studi, si intendono paradigmi sperimentali volti a testare l'abilità dei partecipanti agli studi di saper intonare e riprodurre con la propria voce una corrispettiva altezza tonale di una frequenza F0 stimolo.

variazioni di intonazione. I risultati confermano l'influenza del timbro nella percezione e nell'abbinamento vocale.

Similmente, in uno studio antecedente, Moore, Estis, Gordon, Hickey e Watts (2008) hanno studiato l'abilità di discriminazione di altezza dei toni² e di abbinamento vocale. Sono state coinvolte venti ragazze senza studi musicali/vocali. Sono stati utilizzati tre tipologie di timbri: la voce stessa dei partecipanti; una voce femminile naturale; un tono complesso non vocale. Le frequenze degli stimoli sono state estrapolate da una fondamentale di 212Hz. Questa è stata variata di +50 (218Hz), +100 (224Hz), -50 (206Hz) e -100 (200Hz) cents, ottenendo così un totale di cinque frequenze differenti. Le frequenze, sono state generate digitalmente per ognuno dei tre timbri sopra elencati. In totale quindi sono state ottenute un insieme di 15 frequenze stimolo per ogni partecipante. Per l'attività di discriminazione dei toni, alle partecipanti venivano presentate raggruppate tre a tre le 15 frequenze stimolo sopra elencate. All'interno di ogni raggruppamento di stimoli non variava la tipologia di timbro, ma poteva differire tra raggruppamenti diversi. I partecipanti dovevano indicare quale stimolo tra i tre raggruppati cambiava nell'intonazione (se il primo, secondo o terzo stimolo) o se erano rimasti tutti uguali. Per la prova di abbinamento vocale dei toni invece, è stato chiesto alle partecipanti di intonare una alla volta le 15 frequenze stimolo prima elencate, presentate in ordine casuale per due volte. In totale quindi hanno eseguito 30 compiti di abbinamento vocale. Dai risultati è stato riscontrato che per la prova di discriminazione di altezza dei toni, usare tre stimoli invece che due ha giocato una differenza rilevante. Watts, Moore e McCaghren (2005) antecedentemente, infatti, avevano progettato un paradigma simile a quello di Moore et. al. (2008) appena discusso. Watts et. al. (2005) per un'attività di discriminazione dei toni, infatti, a differenza di Moore et. al. (2008) avevano utilizzato due stimoli anziché tre. La condizione a tre stimoli pare facilitare il compito di discriminazione. Moore et. al. (2008) inoltre hanno riscontrato che i partecipanti mostravano maggiore accuratezza nei compiti di discriminazione dei toni se il timbro dello stimolo corrispondeva alla loro stessa voce. La voce neutra

² Per "discriminazione di altezza dei toni", anche in riferimento alla discussione dei prossimi studi, si intendono paradigmi sperimentali volti a testare l'abilità dei partecipanti nel saper riconoscere tramite l'udito delle differenze di intonazione tra due o più altezze tonali di frequenze F0 stimolo.

femminile, inoltre, è risultata essere più difficile da discriminare per i partecipanti più abili nell'abbinamento vocale dei toni. I toni non vocali, poi, sono stati più difficili da discriminare per chi eseguiva peggio il compito di abbinamento vocale. Infine, i partecipanti hanno mostrato che l'abbinamento vocale dei toni è risultato facilitato quando il timbro dello stimolo corrispondeva alla loro voce. La spiegazione di questo fenomeno pare data dal fatto che nelle persone, la propria voce è nettamente più familiare in termini di timbro rispetto ad altri timbri differenti. Un'evidenza che ha supportato questa ipotesi è che i partecipanti meno precisi in entrambi i compiti, quando venivano esposti allo stimolo con il timbro corrispondente alla propria voce, dimostravano una maggiore precisione. Tuttavia, non è stata trovata una correlazione significativa tra abilità di discriminazione e di abbinamento vocale dei toni ma una forte influenza del timbro degli stimoli.

Hutchins e Peretz (2012) sono giunti a conclusioni simili a quelle di Moore et. al. (2008). Volendo indagare le cause delle scarse capacità di intonazione nelle persone, hanno progettato uno studio composto di cinque esperimenti. Di questi, tratterò ora solo dell'ultimo. Il quinto esperimento in particolare, infatti, è stato ideato per testare l'influenza del timbro in un compito di discriminazione dei toni. Sono stati coinvolti 43 partecipanti, suddivisi in 28 non musicisti e 15 musicisti. Gli stimoli erano 75 toni che avevano come timbro registrazioni vocali reali selezionate dal secondo esperimento dello studio. Per ognuno dei 75 stimoli registrati selezionati è stato ricreato uno stimolo corrispondente con frequenza uguale e timbro simile tramite un sintetizzatore vocale, ottenendo così altri 75 stimoli. Successivamente, sono stati generati altri 20 stimoli aggiuntivi per ciascuno dei precedenti 150 stimoli totali, alterandone l'intonazione con un'ampiezza massima di variazione compresa tra -100 cents e +100 cents, a intervalli lineari di 10 cents uno dall'altro. Per l'esperimento, sono state create 10 liste contenenti 240 coppie di stimoli pseudo-randomizzati, con lo stesso numero di variabili in ciascuna lista. All'interno della lista, in metà coppie gli stimoli corrispondevano tra il primo e il secondo, mentre nell'altra metà, erano differenti. All'interno di una singola coppia di stimoli, il timbro non poteva differire, ma poteva variare tra coppie di stimoli diversi. Ai partecipanti, ai quali è stato chiesto di confrontare l'intonazione degli stimoli all'interno delle coppie, sono state date tre possibilità di risposta: (1) la

seconda nota era uguale alla prima; (2) la seconda nota era simile ma stonata rispetto alla prima; (3) la seconda nota era completamente diversa dalla prima. In questo modo, sono state raccolte le risposte e le reazioni dei partecipanti alle diverse combinazioni di toni e variazioni di intonazione, al fine di analizzare la relazione tra le abilità uditive e le capacità di discriminazione a seconda del timbro. I risultati hanno mostrato un chiaro effetto dell'influenza del timbro nei giudizi dei partecipanti. Venivano classificati più probabilmente intonati gli stimoli vocali naturali. Per questi, infatti, ai non musicisti erano necessari almeno 50 cents per identificare la stonatura e 30 cents per i musicisti. Nel caso della voce sintetizzata invece, 30 cents per i non musicisti e 20 cents per i musicisti. Quindi, l'intonazione dei toni vocali naturali è percepita meno accuratamente rispetto agli stimoli sintetizzati. Riassumendo, l'esperimento di Hutchins e Peretz (2012) ha dimostrato che la percezione dell'altezza tonale degli stimoli vocali umani è meno precisa rispetto a quelli sintetizzati.

Contrariamente a ciò che è stato riscontrato da Moore et al. (2008), Watts et al. (2005) hanno trovato una correlazione significativa tra le abilità di abbinamento vocale e discriminazione dei toni. Lo scopo del loro studio è stato quello di determinare se dei cantanti precisi performavano meglio rispetto a cantanti imprecisi in compiti di discriminazione e abbinamento vocale dei toni. Lo studio ha poi voluto valutare gli effetti del timbro in attività di discriminazione dei toni. È stato ipotizzato dai ricercatori che i cantanti precisi siano dotati di maggiori capacità in entrambe le abilità rispetto ai cantanti imprecisi. Inoltre, che gli effetti del cambio delle frequenze e del timbro influenzassero di meno la prestazione dei cantanti precisi rispetto ai cantanti imprecisi. Hanno partecipato allo studio 22 persone. Per la fase di produzione vocale, è stato chiesto ai partecipanti in un primo test di cantare la prima strofa di "America The Beautiful". Questo test è stato utilizzato da due giudici cantanti professioniste per valutare l'abilità dei partecipanti e classificarli come cantanti precisi o imprecisi. In un secondo test, poi, è stato chiesto ai partecipanti di eseguire un compito di abbinamento vocale dei toni, in cui dovevano intonare vocalmente una alla volta un totale di otto stimoli in ordine casuale per tre volte. Per la parte di discriminazione dei toni, invece, è stato usato

un modello simile a quello della pubblicazione di Pitt (1994) *³. Sono state utilizzate quattro note. Due note prodotte da un piano sintetizzato e due note da una tromba sintetizzata. Sia per il piano sintetizzato che la tromba sintetizzata le note erano le stesse, ovvero G4 e D4. Queste, sono state confrontate tra loro in ogni modo possibile: quattro coppie avevo timbro e frequenza uguali (SPST); due con stessa intonazione ma differente timbro (SPDT); due con stesso timbro e intonazione diversa (DPST); due con frequenza e timbro diversi (DPDT). Poi, nelle condizioni di SPDT, DPST, DPDT, l'ordine di esposizione degli stimoli è anche stato invertito. Quindi, sono stati ottenuti un totale di 16 coppie di stimoli, otto con lo stesso timbro e otto con timbro diverso. I soggetti identificati come più accurati dalle giudici sono stati migliori nell'attività di abbinamento vocale dei toni. I cantanti precisi inoltre sono risultati più accurati nella discriminazione dei toni. Visti i risultati, i ricercatori hanno perciò concluso che essere intonati nei compiti di abbinamento vocale è tanto importante quanto saper discriminare l'intonazione degli stimoli. I risultati riguardo all'influenza del timbro poi, hanno dimostrato che il timbro degli stimoli comportava una differenza significativa nella prestazione di entrambi i gruppi di partecipanti nella capacità di discriminazione uditiva dei toni. I cantanti imprecisi, inoltre, in genere comunque sono stati meno abili sia nei compiti di discriminazione che nell'abbinamento vocale. Questo risultato non può essere spiegato però dalla loro inesperienza musicale come aveva concluso Pitt (1994) su musicisti e non musicisti, in quanto nello studio di Watts et. al. (2005) i partecipanti non avevano esperienza musicale. Risultati simili a questi sono stati trovati nello studio di Watts, Murphy, Barnes e Burroughs (2003) e di Amir, Amir, Kishon e Rabin (2003) rivolto a musicisti e non musicisti.

In conclusione, dall'esposizione di questi studi, è possibile sostenere che il timbro sia considerato unanimemente dalla ricerca scientifica di fondamentale importanza nelle attività di discriminazione e di abbinamento vocale dei toni, sia per la popolazione di musicisti e cantanti che per persone prive di esperienza musicale. Per quanto concerne la relazione tra intonazione e abilità uditive, si suggerisce che queste si influenzino parzialmente reciprocamente.

³ * = Non direttamente consultato

1.2 INFLUENZA DI INTERFERENZE E VARIAZIONI NEL *FEEDBACK*

In questa sezione, tratterò alcune metodologie di indagine sulla relazione tra abilità uditive e cantato. Sono stati creati paradigmi sperimentali volti a testare l'influenza di interferenze acustiche in compiti di abbinamento vocale e discriminazione dei toni. Queste interferenze, ad esempio, potevano essere ritardi, rumori, accompagnamento musicale, accordi tra uno stimolo e l'altro, variazioni di intonazione. I seguenti studi si sono concentrati sull'indagine delle diverse strategie utilizzate dalla popolazione di soggetti sperimentali, con e senza esperienza musicale, nel rimanere intonati sia in assenza che in presenza di *feedback* uditivo alterato.

Erdemir e Rieser (2016) hanno coinvolto tre diverse tipologie di partecipanti: 12 cantanti, 12 musicisti e 18 persone prive di esperienza musicale o canora. È stato chiesto loro di cantare "Happy Birthday" in quattro condizioni sperimentali differenti. Due condizioni con *feedback* uditivo presente, permettevano loro di sentire ciò che producevano vocalmente: in una cantavano senza alcun tipo di accompagnamento e nell'altra sopra ad un coro preregistrato. Poi, le rimanenti altre due condizioni erano con *feedback* uditivo assente, dove i partecipanti non potevano sentirsi. In una si percepiva un ambiente sonoro in cuffia caratterizzato da persone adulte che dialogavano casualmente tra loro contemporaneamente; nell'altra invece si prevedeva un coro registrato in cuffia con un volume tale da mascherare al partecipante la propria voce. Non essere in grado di sentirsi, per tutti e tre i gruppi di partecipanti, ha portato a maggiori difficoltà nell'intonazione. Nel gruppo dei cantanti, la prestazione si è rivelata meno accurata nella condizione in cui non c'era un *feedback* uditivo presente, rispetto agli altri due gruppi. Tuttavia, si sono dimostrati più efficienti nell'usare *feedback* cinestetici motori interni alla gola, grazie alla loro esperienza canora. Poi, nelle condizioni di presenza del *feedback* uditivo, musicisti e cantanti sono migliorati nelle loro prestazioni. Per il gruppo di musicisti, nonostante lo studio del loro strumento, le abilità musicali acquisite non si sono completamente trasferite alle loro capacità di intonazione. Per quanto riguarda il gruppo di non musicisti, invece, sono performati peggio in ogni condizione sperimentale. Si sono infatti dimostrati inabili ad utilizzare i possibili

feedback a disposizione. I ricercatori hanno stilato inoltre nella discussione del loro studio una sintesi dei risultati ottenuti da ricerche precedenti riguardanti persone con difficoltà a intonare. Le seguenti pubblicazioni si sono focalizzate sulle differenze nel cantare con un accompagnamento musicale corretto. Wise e Soboda (2008) e Tremblay et. al. (2010) hanno dimostrato che un accompagnamento adeguato aumentava l'accuratezza del canto. Tuttavia, Hutchins, Zarate, Zatorre e Peretz (2010) non hanno trovato evidenze in tal senso. D'altra parte, i risultati di Erdemir e Rieser (2016) si sono allineati con quelli di Pfordresher e Brown (2007), poiché hanno scoperto che le persone con difficoltà nell'intonazione non miglioravano quando accompagnate correttamente con il volume del *feedback* uditivo aumentato. I risultati contrastanti ottenuti in queste ricerche potrebbero essere dovuti a diversi motivi. Nel paradigma di Wise e Soboda (2008), è stato utilizzato un accompagnamento al pianoforte; Tremblay et al. (2010) hanno utilizzato una canzone più complessa rispetto a "Happy Birthday", che è stata utilizzata nello studio di Erdemir e Rieser (2016); Hutchins et al. (2010) si sono concentrati su un'attività di abbinamento vocale invece che sull'intonazione di una melodia. Erdemir e Rieser (2016) hanno adottato manipolazioni sperimentali simili a quelle di Pfordresher e Brown (2007), sostenendo che la povertà delle capacità di intonazione era dovuta a una scarsa capacità di utilizzare *feedback* sensomotori. In sintesi, Erdemir e Rieser (2016) hanno concluso che il *feedback* uditivo è un fattore importante per mantenere un'intonazione corretta, ma dopo anni di allenamento. I cantanti si sono mostrati agevolati dalla capacità di usare *feedback* motori; i musicisti non hanno saputo trasferire le loro abilità musicali nel canto in assenza di *feedback* uditivo; il gruppo di partecipanti che non avevano esperienze come musicisti né come cantanti si è dimostrato carente nell'utilizzo di entrambi i *feedback* (cinestetici e uditivi) coinvolti nel compito di intonazione.

Similmente a Erdemir e Rieser (2016), Watts, Murphy, Barnes e Burroughs (2003) hanno progettato un paradigma sperimentale per indagare l'effetto del mascheramento delle frequenze stimolo durante i test. I soggetti sperimentali sono stati 15 ragazze divise in tre gruppi di cinque ciascuno. Il primo gruppo costituito da studentesse di canto da almeno tre anni (TS); il secondo gruppo da ragazze che sono state considerate talentuose senza aver mai studiato canto (UTS); l'ultimo

gruppo, composto da ragazze che non hanno mai studiato canto e non sono state considerate nemmeno talentuose (NTS). Le partecipanti sono state esposte a una condizione sperimentale classificata come “esterna”. Questa consisteva in un compito di abbinamento vocale dei toni stimolo. Successivamente, sono state sottoposte a un’altra condizione sperimentale classificata come “interna”. Questa, a differenza della precedente, prevedeva che le partecipanti, dotate di cuffie, dovessero riprodurre vocalmente una frequenza stimolo ma che sarebbe stata interrotta e mascherata da otto secondi di rumore bianco. È stata valutata anche la *prephonatory* nella condizione interna. Questo parametro è stato ottenuto dalla differenza tra la prima frequenza prodotta vocalmente e la frequenza della nota stimolo. Dalle analisi si evince che il gruppo di UTS e TS hanno molti punti in comune, a confronto con i NTS. Sorprende il dato che alcuni UTS sono risultati addirittura più accurati rispetto ai TS. Nella condizione interna, infatti, gli UTS sono stati più precisi. Inoltre, gli UTS sono stati abbastanza uguali ai TS nei risultati nella condizione esterna e nella *prephonatory*. Il mascheramento del *feedback* uditivo ha portato soggetti differenti con esperienze differenti a adottare varie strategie per essere accurati in compiti di abbinamento vocale di toni. Il sistema uditivo pare essere il primo coinvolto naturalmente per dare una valutazione diretta di ciò che vocalmente si sta producendo, al di là della competenza dei soggetti nel saperlo sfruttare per correggersi.

Come nella suddivisione dei partecipanti di Watts et al. (2003), Estis, Dean, Claytor, Moore e Rowell (2011) hanno progettato un paradigma sperimentale che ha coinvolto 20 cantanti e 20 non cantanti. I ricercatori hanno ipotizzato che il gruppo di cantanti si sarebbe dimostrato più abile nell’intonare le note stimolo in un compito di abbinamento vocale. I non cantanti sono stati divisi in accurati e inaccurati. Tutti i partecipanti sono stati sottoposti a diverse tipologie di interferenze sonore durante compiti di abbinamento vocale e discriminazione di toni. Le interferenze sonore nei compiti sono stati quattro accordi in diverse posizioni rispetto alla nota stimolo e del rumore rosa. Per il compito di abbinamento vocale di toni, sono state generate cinque frequenze stimolo che i partecipanti avrebbero dovuto intonare singolarmente al termine di ognuna. Per la discriminazione di toni, invece, rispettivamente altre cinque frequenze con una

differenza di 50 cents tra una e l'altra. Ogni frequenza è stata comparata l'una con l'altra per un totale di 25 combinazioni. Come ipotizzato, il gruppo di cantanti si è dimostrato più abile nell'intonazione delle note stimolo nel compito di abbinamento vocale con interferente. L'allenamento e lo studio musicale infatti migliorano alcune abilità cognitive, ad esempio, la memoria di lavoro e la rappresentazione cognitiva delle note musicali, che agevolano la riproduzione delle note stimolo. È stato dimostrato anche che sia per i cantanti che per i non cantanti è diminuita la prestazione a causa delle interferenze. Alcuni non cantanti, tuttavia, si sono dimostrati tanto abili quanto i cantanti nei compiti di abbinamento vocale. Questo supporta il fatto della presenza di capacità innate. Gli sperimentatori, infine, in questo studio hanno trovato una forte relazione tra capacità di abbinamento vocale e discriminazione di toni.

Come ultimo studio per questa sezione, Ternström, Sundberg e Colldén (1988) hanno progettato un interessante paradigma sperimentale per indagare l'influenza del tipo di vocale usata durante compiti di produzione vocale e la relazione tra *feedback* uditivi e *feedback* motori. A questo scopo, sono stati coinvolti sei cantanti professionisti di un coro e li hanno sottoposti a un compito di confronto di vocali tramite l'intonazione di una frequenza stimolo F0. Sono state confrontate 12 coppie di suoni vocali sia in condizioni di mascheramento acustico, che senza mascheramento. Il mascheramento è avvenuto tramite l'utilizzo di un rumore bianco. È stato ipotizzato che i fattori che potessero influenzare la produzione vocale della frequenza F0 potessero essere dati da fattori percettivi uditivi o articolatori vocali. Nel caso in cui gli errori fossero stati di origine percettiva, si sarebbe osservato un aumento di errori nella riproduzione della F0 nella condizione in cui la voce dei partecipanti non era mascherata. I ricercatori hanno ipotizzato che nel caso invece in cui gli errori fossero stati di origine articolatoria, si sarebbe dovuto assistere ad un incremento di errori nella condizione in cui il *feedback* uditivo era mascherato, come si è verificato. Infatti, nel caso dei suoni vocali /i/ e /y/, si è osservato un aumento dell'intonazione della frequenza F0 rispetto che durante l'esecuzione di altre vocali. Resta il fatto che, nelle condizioni in cui la voce dei partecipanti era mascherata, l'intonazione peggiorava. È stato perciò concluso che il *feedback* uditivo gioca un ruolo importante nell'intonazione. Ai cantanti,

infatti, sentire ciò che stanno vocalmente producendo, permette di poter correggersi e compensare errori dovuti a variazioni articolatorie.

In conclusione, da questo paragrafo ciò che si può trarre è che sono di fondamentale importanza i *feedback* uditivi durante compiti di produzione vocale. Questo a supporto dell'esistenza di una relazione positiva tra abilità uditive e abilità canore. Al di là dell'esperienza dei partecipanti, infatti, in ogni caso le prestazioni peggioravano dai momenti in cui il *feedback* uditivo risultava alterato da elementi quali rumori, accordi o diverse tipologie di accompagnamento. Si è trovato inoltre l'esistenza di elementi innati in capacità quale l'intonazione, in quanto persone prive di esperienza musicale sono state in grado di performare come persone allenate musicalmente.

1.3 INFLUENZA DELLE MODIFICAZIONE DELL'ALTEZZA TONALE IN TEMPO REALE NEL *FEEDBACK* Uditivo

In questo paragrafo, analizzerò alcune pubblicazioni che condividono la stessa metodologia di indagine. Gli studi presi in esame, pubblicati nell'arco di venti anni tra gli anni '80 e '90, hanno coinvolto partecipanti istruiti a mantenere costanti, con la propria voce, delle frequenze nel tempo. A loro è stato indicato di ignorare eventuali variazioni dell'intonazione della propria voce che avrebbero potuto percepire tramite cuffie fornite dagli sperimentatori. Durante l'esperimento, i ricercatori potevano manipolare digitalmente in tempo reale la frequenza F_0 prodotta dai partecipanti. Tali manipolazioni consistevano in bruschi salti o glissando più o meno lunghi, con una variazione di magnitudine dell'intonazione variabile sia in senso ascendente che discendente della voce dei partecipanti.

Elman (1981) fece da apripista a tale metodo investigativo. Lo studio ha coinvolto cinque soggetti. Questi, sono stati sottoposti a un esperimento in cui dovevano mantenere con la propria voce costante una frequenza F_0 . Questa veniva in tempo reale alterata nell'intonazione dagli sperimentatori, aumentandola o diminuendola del 10% nelle cuffie fornite ai partecipanti. La modificazione della frequenza F_0 è stata esposta a un singolo orecchio alla volta. Nell'altro orecchio, rimaneva la voce dei partecipanti non alterata. Si sono così generate quattro condizioni: intonazione aumentata nell'orecchio destro; poi aumentata nell'orecchio sinistro; viceversa

diminuita nell'orecchio destro e poi nell'orecchio sinistro. Questo, per indagare anche il ruolo della lateralizzazione nel cervello delle funzioni motorie legate al linguaggio e alla produzione vocale (Sussman, 1971; Sussman e MacNeilage, 1975; Sussman, MacNeilage e Lumbley 1975) *. Ne è risultato che solo un partecipante è stato agevolato dalla condizione in cui lo stimolo alterato veniva presentato all'orecchio destro. Lo stimolo, infatti, in questa condizione, veniva elaborato dall'emisfero cerebrale sinistro, sede di aree legate al linguaggio. I dati ottenuti a riguardo, visti i pochi partecipanti, non sono però da ritenere particolarmente rilevanti. Infine, solo tre partecipanti avevano dichiarato di non aver percepito differenze tra le prove nel *feedback* uditivo. Due partecipanti invece, di aver percepito qualcosa di diverso ma non consapevoli della natura della differenza. Elman (1981), con questo esperimento, ha dimostrato che i partecipanti tendevano inconsciamente a adottare dei comportamenti compensativi con la propria voce in risposta alle variazioni di intonazione percepite all'udito. Essi, infatti, tendevano con la propria voce a seguire la direzione dell'andamento dell'intonazione modificata in cuffia.

Burnett, Senner e Larson (1997) hanno trovato risultati differenti rispetto a Elman (1981). Hanno coinvolto in uno studio come soggetti sperimentali 67 giovani adulti. Alcuni di questi sono stati considerati cantanti allenati. Un punto critico di questo studio è che quest'ultimo sottogruppo non è stato identificato tramite specifici criteri, ma su quanto i partecipanti stessi dichiaravano sentirsi abili a cantare. Un altro punto critico è stato il controllo del volume delle cuffie durante l'esecuzione del test. Il volume, infatti, avrebbe dovuto essere stato alto tanto da non consentire ai partecipanti di percepire la propria voce naturale. Tramite uno studio di correlazione successivo alla fase di test dell'esperimento, comunque, il problema del volume non è sembrato essere stato influente. È stato chiesto a tutti i partecipanti di mantenere una frequenza F0 costante con la propria voce all'accensione di una luce verde per cinque secondi. Poi di interrompere la produzione vocale allo spegnimento della stessa luce per altri cinque secondi. In dieci prove l'intonazione dei partecipanti nel *feedback* rimaneva uguale, in dieci veniva aumentata e in dieci diminuiva, il tutto digitalmente. La durata della variazione di intonazione era compresa tra gli 0.5 e i 3.5 secondi. Dai risultati, il 96% dei partecipanti come

comportamento compensativo, aumentava l'intonazione della propria produzione vocale quando in cuffia veniva diminuita. Nella condizione inversa, invece, quando l'intonazione in cuffia veniva aumentata, il 78% dei partecipanti ha modificato l'intonazione della propria voce in senso contrario, diminuendola. Le direzioni dei comportamenti vocali compensativi sono opposte da quelli trovati da Elman (1981). Al sottogruppo di cantanti allenati poi, è stato chiesto di intonare una scala melodica. Anche questa è stata alterata nel *feedback* uditivo. Entrambe le prove hanno dimostrato che i meccanismi neurali sottostanti, controllanti la produzione vocale della frequenza F0, sono condizionati dal *feedback* uditivo. Inoltre, i risultati più significativi si sono mostrati per le modificazioni di intonazione tra i 100 e 200 cents. Questo, soprattutto nel caso dei partecipanti a cui è stato chiesto di intonare una scala melodica. I ricercatori hanno ipotizzato che, il sistema di percezione uditivo umano sia dotato di un filtro naturale che permetterebbe di bypassare l'informazione uditiva quando questa è chiaramente troppo diversa dalla propria produzione vocale o troppo simile.⁴

In una pubblicazione successiva, Burnett, Freedland, Larson e Hain (1998), in un unico studio hanno creato tre paradigmi sperimentali. L'obiettivo di questi esperimenti era di testare tre particolari variabili (influenza del volume del *feedback*; influenza di differenti livelli di variazione di intonazione; influenza della durata delle modificazioni di intonazione) che possono condizionare compiti legati alla produzione vocale nelle condizioni di *feedback* uditivo alterato. Gli sperimentatori si proponevano di valutare più specificamente ciò che nello studio di Burnett et al. (1997) poteva potenzialmente essere un punto critico. Nel primo esperimento, sono andati a manipolare l'intensità del volume del *feedback* uditivo. Le variazioni di intensità di volume sono state combinate anche con intensità diverse di rumore rosa. Sono stati coinvolti 20 soggetti sperimentali. È stato chiesto loro di mantenere costante vocalmente una frequenza F0 per cinque secondi. È stato comunicato ai partecipanti di ignorare ogni variazione nel *feedback* uditivo. I livelli di intensità di volume in cuffia di *feedback* della voce dei partecipanti sono stati tre:

⁴ Cento cents corrispondono nel sistema culturale musicale temperato occidentale a un semitono. In altri studi, in cui è stato necessario identificare una soglia per definire intonati o stonati i partecipanti, questa corrispondeva come inferiore ai 50 cents (es. Hutchins e Peretz, 2012) e 100 cents (es. Pfordresher e Brown, 2007).

65, 75 e 85 dB. Questi livelli sono stati abbinati simultaneamente con quattro possibili condizioni di intensità di rumore: assente, 50, 60 e 70 dB. Un totale di 12 condizioni sperimentali differenti per 30 prove a condizione (360 produzioni vocali). Dai risultati, queste variazioni di intensità e di rumore non hanno influito sulla produzione vocale. Il secondo esperimento ha coinvolto dieci partecipanti non presenti al primo studio. Similmente alla precedente pubblicazione di Burnett et al. (1997), l'obiettivo di questo studio è stato quello di indagare l'effetto che diversi livelli di variazione di intonazione avevano sulla produzione vocale di una frequenza F0 dei partecipanti. Le variazioni si sono scostate dalla voce dei partecipanti di 25, 50, 100, 150, 200, 250 o 300 cents. Queste avevano una durata comune di 500ms. Tutti i partecipanti hanno riportato delle modificazioni nella produzione vocale della F0. I comportamenti vocali compensativi dei partecipanti in direzione opposta al verso dell'intonazione modificata nel *feedback* uditivo, sono state prevalenti attorno ai 50 cents. Più aumentava la differenza nelle condizioni sperimentali dai 50 verso i 300 cents, più diminuivano i comportamenti di risposta opposti alla direzione della modifica (*compensating response*) e aumentavano i comportamenti che tendevano a seguire la direzione del cambiamento (*following response*). Il terzo e ultimo esperimento di questo studio è andato ad indagare l'influenza della durata della modificazione dell'intonazione dei partecipanti. La condizione sperimentale è stata identica a quella del secondo esperimento. Ci sono state due uniche differenze: lo stimolo modificato poteva durare 20, 50, 100, 300 o 500ms; la magnitudine della modifica dell'intonazione è stata fissata a cento cents. Dai risultati, le modificazioni di tempo di esposizione che hanno influito di più sull'intonazione dei partecipanti sono state rilevante nell'intervallo tra i 300 e i 500ms.

In ultima analisi, Larson, Burnett, Kiran e Hain (2000), hanno considerato un'altra variabile dipendente riguardo la manipolazione in tempo reale dell'intonazione dei partecipanti. Nel loro studio è stato testato l'effetto dell'esposizione a una modifica graduale dell'intonazione nel *feedback* uditivo, piuttosto che una modifica diretta per un intervallo di tempo specifico come nei precedenti studi (Burnett et al., 1997; Burnett, 1998; Elman, 1981). La manipolazione graduale è stata ottenuta mediante l'utilizzo di rampe di magnitudine di lunghezza differente, note come glissando.

Sono stati coinvolti 35 giovani adulti. È stato chiesto loro di mantenere per cinque secondi una frequenza F0. Durante la produzione vocale della frequenza, veniva loro presentato in cuffia causalmente un glissando in senso crescente o decrescente della propria intonazione. La durata del glissando era compreso tra i 500 e i 2500ms. Le velocità di crescita o decrescita del glissando erano in tutto cinque possibili: 10000, 1000, 500, 200 e 100 cents/sec. I risultati hanno mostrato che delle 324 prove valide, il 98,5% dei partecipanti sono stati soggetti a comportamenti vocali compensativi quando si presentavano le modificazioni di intonazione. Se l'intonazione nel *feedback* uditivo in cuffia avesse incrementato, come comportamento compensativo la produzione vocale F0 sarebbe diminuita. Viceversa, se l'intonazione nel *feedback* uditivo fosse diminuita, l'intonazione vocale dei partecipanti sarebbe aumentata. Questi comportamenti sono gli stessi trovati anche nei due precedenti studi (Burnett et. al., 1997; Burnett, 1998). Inoltre, è stato trovato che: (1) la velocità della produzione vocale di risposta aumentava con l'incremento della velocità del glissando; (2) la latenza e il tempo di impiego per arrivare alla frequenza massima modificata in produzione vocale dai partecipanti diminuiva più l'intonazione nel *feedback* era veloce a crescere o decrescere; (3) la magnitudine della variazione dell'intonazione dei partecipanti è stata maggiore nei 200 cents rispetto alla minore, che è stata quella dei 10000 cents.

La produzione vocale di F0 dei partecipanti si è visto quindi essere influenzata anche dalla velocità del glissando a crescere o decrescere. I risultati raccolti in questi studi supportano l'ipotesi che il sistema uditivo-vocale punti a mantenere la stabilità della produzione vocale della frequenza F0. Questa, sembra infatti essere rappresentata internamente e riprodotta poi vocalmente tramite delle strategie di compensazione, sulla base delle variazioni. Ciò avviene per eliminare differenze tra la rappresentazione interne delle note e il *feedback* uditivo alterato. Si può concludere, in merito a questa sezione, che l'udito e i meccanismi di rappresentazione interna delle frequenze si ripercuotono sul canto inconsciamente influenzandone anche la velocità dei comportamenti compensativi. Gli studi di Larson et. al. (2000), Burnett et. al. (1997), Burnett (1998), Elman, (1981), dimostrano che quando i soggetti percepiscono modificazioni nell'intonazione della propria voce, la produzione vocale compensa con una risposta relazionata.

1.4 INFLUENZA DELL'ESPERIENZA E DELL'ALLENAMENTO

Diverse volte si è riscontrato, nella discussione degli studi nei precedenti paragrafi, come influiscano in modo importante fattori come l'allenamento e l'esperienza musicale nella relazione tra abilità uditive e abilità nel cantato. Musicisti, cantanti e persone che non hanno mai avuto esperienze musicali, infatti, performavano diversamente in compiti di abbinamento vocale e discriminazione di frequenze. L'allenamento e l'esperienza dei diversi partecipanti saranno il tema di cui mi occuperò in quest'ultimo paragrafo. Già nei primi anni del '900 ricercatori hanno cominciato a muovere i primi passi con studi sul tema. Smith (1914) e Knock (1922) hanno indagato la relazione tra capacità di abbinamento vocale di stimoli e discriminazione di toni considerando l'influenza dell'allenamento e dell'esperienza dei partecipanti. In queste primissime ricerche i risultati sono stati contrastanti. Smith (1914) trovò un'alta correlazione tra le due attività di abbinamento vocale e discriminazione uditiva. Al contrario, Knock (1922), che aveva coinvolto partecipanti né musicisti né cantanti, non ne trovò a livelli significativi.

Murry (1990), più recentemente, ha progettato uno studio che si è posto come obiettivo la ricerca dell'effetto di prove ripetute di allenamento per una popolazione sperimentale di cinque cantanti e cinque non cantanti. In un compito di abbinamento vocale in cui è stato chiesto ai partecipanti di intonare determinate frequenze stimolo, sono state ottenute due misure di accuratezza per nove prove. Sono state valutate: (1) la differenza tra la frequenza stimolo e la prima forma d'onda misurabile prodotta vocalmente dai partecipanti; (2) la differenza tra la frequenza stimolo e la media delle prime cinque forme d'onda vocali misurabili. I risultati hanno indicato che i cantanti sono risultati più precisi in entrambe le misurazioni. Inoltre, che i cantanti come gruppo sono migliorati dalle prime tre prove alle ultime tre prove in entrambe le misure. I non cantanti non hanno dimostrato una tendenza di gruppo al miglioramento, come nella pubblicazione di Hutchins e Peretz (2012). I risultati suggeriscono che i cantanti come gruppo per migliorarsi nelle prove e performare meglio nei compiti possono fare affidamento sulla loro formazione ed esperienza musicale. Quest'ultimo risultato si è dimostrato anche in uno studio successivo di Murry e Zwirner (1991). In un compito simile a quello di Murry

(1990), i cantanti con maggiore esperienza tendevano a migliorare maggiormente nell'accuratezza dopo cinque tentativi rispetto ai non cantanti.

Amir, Amir, Kishon e Rabin (2003), per valutare l'influenza dell'esperienza dei partecipanti, si sono concentrati su una popolazione di 13 musicisti e 13 non musicisti. La popolazione musicista è stata considerata come dotata di superiori capacità uditive, grazie alla loro esperienza. Tutti i partecipanti sono stati esposti a tre stimoli per tre volte nella sessione di test. Un totale quindi di nove stimoli. È stato chiesto loro di intonarli con la vocale /a/ uno alla volta al termine dell'esposizione di ciascuno. È risultato che il gruppo di musicisti si è dimostrato più accurato almeno tre volte di più nella riproduzione delle frequenze stimolo rispetto ai non musicisti. È stata trovata inoltre una correlazione significativa tra abilità di discriminazione uditiva e abilità di intonazione degli stimoli. Infatti, i ricercatori hanno concluso che il 43% della varianza dell'accuratezza di esecuzione nei compiti di abbinamento vocale, è ben spiegata dalle capacità uditive di ognuno. È possibile esista una qualche capacità di trasporre concetti e meccanismi appartenenti agli strumenti musicali nell'attività del cantato, se il *feedback* uditivo è presente. Nello studio di Erdemir e Rieser (2016) come precedentemente abbiamo visto, infatti, se il *feedback* uditivo era assente mentre era stato chiesto ai partecipanti di intonare Happy Birthday, il gruppo di musicisti non performava meglio della popolazione di non musicisti. I cantanti invece, comunque performavano meglio degli altri gruppi. Questo grazie alla loro esperienza e consapevolezza del proprio apparato vocale.

Hutchins e Peretz (2012) hanno mostrato come la popolazione di musicisti generalmente performava meglio dei non musicisti nei compiti di abbinamento vocale e discriminazione di toni. Questo, indipendentemente da variazione del timbro, presenza di guide visive o con l'utilizzo dello slide⁵. Il terzo esperimento dei cinque dello studio di Hutchins e Peretz (2012) è andato ad indagare specificatamente l'influenza dell'allenamento per quanto riguarda l'aspetto vocale.

⁵ Strumento di semplici caratteristiche e funzionalità appositamente progettato per lo studio di Hutchins, S. M., & Peretz, I. (2012), impiegato per compiti di abbinamento di frequenze permettendo di evitare in alcuni test la componente vocale. Sfruttare l'elemento motorio ha permesso così di bypassare eventuali penalizzazioni date dal poco allenamento dell'apparato vocale dei non cantanti.

L'allenamento è stato considerato limitato all'interno dell'arco temporale dello studio nel corso dei test. Gli sperimentatori volevano infatti verificare se i partecipanti fossero in grado di sviluppare delle strategie per apprendere dagli errori accumulati nei test migliorando nelle performance. Hanno partecipato 11 non musicisti e sono stati misurati all'inizio dei test e alla fine di 21 prove di abbinamento vocale di stimoli. Ne è risultato che, nel corso delle prove non sono migliorati e non si sono mostrati in grado di apprendere da errori precedenti sviluppando delle strategie migliorative. Hutchins e Peretz (2012) hanno dimostrato che musicisti e non musicisti sono risultati più accurati nell'abbinamento di toni tramite l'utilizzo dello strumento slide, invece che con la loro voce, nonostante la loro poca familiarità con lo strumento. Questo, è a sostegno del fatto che l'allenamento e la conoscenza dell'apparato vocale gioca un ruolo fondamentale nella relazione tra capacità uditive e abilità nel canto. La relazione tra le due abilità, pare consolidarsi maggiormente in un allenamento a lungo termine, come abbiamo visto precedentemente nello studio di Erdemir e Rieser (2016). A questo proposito, i musicisti hanno performato meglio in ogni caso in tutte le prove, anche se diversi non musicisti si sono dimostrati abili. I risultati ottenuti da Hutchins e Peretz (2012) hanno mostrato che possono esistere diverse cause attorno alle scarse capacità di intonazione. Le più comuni, però, sembrano essere legate all'aspetto vocale-motorio e all'influenza del timbro.

Bradshaw e McHenry (2005) si sono interrogati sull'influenza di aspetti innati in partecipanti privi di esperienza musicali nella relazione tra capacità di abbinamento vocale di stimoli e discriminazione di toni. Hanno infatti selezionato per il loro studio partecipanti privi di esperienza musicale. Come Watts et al. (2003), hanno trovato l'esistenza di due tipologie di non cantanti. Alcuni partecipanti infatti performavano significativamente meglio di altri. L'ipotesi dello studio è che persone con basse abilità di discriminazione uditiva di toni fossero poco abili anche nell'abbinamento vocale degli stimoli. I partecipanti sono stati sottoposti a due tipologie di test: una condizione sperimentale per la discriminazione di toni e una per l'abbinamento vocale di stimoli. Per la prova di discriminazione di toni sono stati presentati a ognuno 27 coppie di frequenze. Queste sono state distribuite su tre ottave comprese tra C1, C2 e C3, ovvero nove coppie di stimoli a ottava. Per ogni

ottava, tre accoppiamenti erano equivalenti, tre con la differenza di un quarto di tono (50 cents) e tre con la differenza di un semitono (100 cents). Per la prova di abbinamento vocale dei toni invece, sono state presentate 24 note, ognuna della durata di un secondo. I partecipanti dopo l'esposizione di una nota dovevano riprodurla entro un massimo di tre secondi. Dai risultati non è stata trovata una correlazione particolarmente significativa tra capacità di abbinamento vocale e discriminazione dei toni. È stato scoperto, tuttavia, che alcuni partecipanti si sono dimostrati accurati nel discriminare i toni, ma hanno avuto difficoltà nell'abbinare la voce agli stimoli correttamente. In questo caso, la causa della precisione nei compiti di discriminazione uditiva dell'intonazione degli stimoli ma l'imprecisione ad abbinare vocalmente gli stessi, può essere dovuta nei partecipanti dal non avere un apparato vocale allenato al canto. Hutchins e Peretz (2012) hanno provato a escludere questa condizione utilizzando lo strumento Slide nel loro paradigma sperimentale, come precedentemente abbiamo visto. Si era riscontrato nei partecipanti, infatti, una prestazione significativamente migliore di abbinamento di toni utilizzando lo slide invece che la voce. Altri partecipanti, infine, si sono mostrati inabili in entrambi i compiti.

In ultima analisi Amir et al. (2003) e Watts et al. (2005) avevano trovato una correlazione positiva tra le abilità di abbinamento vocale e discriminazione di toni. Non si erano però interrogati su quale tra queste due abilità influenzasse positivamente l'altra.

Zarate, Delhommeau, Wood e Zatorre (2010) hanno provato ad indagare tale relazione tramite un paradigma sperimentale che prevedeva delle sessioni di allenamento dell'udito. I ricercatori volevano verificare se nel lungo andare l'allenamento dell'udito portava i partecipanti a migliorare nell'intonazione vocale. Gli sperimentatori hanno utilizzato brevi melodie composte di microtoni (50 cents). Sono stati coinvolti 20 non musicisti. I partecipanti sono stati divisi in due gruppi di dieci persone: un gruppo di controllo e un gruppo testato e sottoposto ad allenamento. Inoltre, sia prima che dopo l'allenamento, è stato svolto una scannerizzazione dell'attività cerebrale tramite l'fMRI. Dai test è risultato che le abilità di discriminazione dei toni nei partecipanti testati sono aumentate rispetto al

gruppo di controllo. Non è stato però riscontrato un incremento nelle capacità di abbinamento vocale degli stimoli. Quindi, l'allenamento delle capacità uditive non è sufficiente a implementare le capacità di intonazione vocale. Infine, dall'fMRI, si è individuato un aumento della connettività interna nella zona corticale uditiva durante il canto dopo i set di allenamento. Non è stata però trovata una corrispondenza in termini di connettività tra l'area uditiva e le altre regioni del network ipotizzato per le abilità uditive-vocali. Questo a supporto del fatto che un allenamento a breve termine delle capacità uditive da solo non è sufficiente a incrementare l'accuratezza nell'intonazione nel cantato. Solo l'allenamento di entrambe le abilità può portare a implementare delle capacità di intonazione. Questo allenamento comunque è supportato da una provata plasticità del network annesso per le abilità uditive e vocali, anche se non direttamente collegati.

In conclusione, dai dati ottenuti da questi studi, si può dedurre che l'esperienza e l'allenamento musicale e/o canoro permettono di essere maggiormente accurati a seconda delle condizioni sperimentali. I cantanti mostrano un apparato vocale più allenato ed efficace, capace di controllare e compensare tramite diversi *feedback* la loro produzione vocale. I musicisti poi, sembrano essere tendenzialmente più vincolati alla presenza di un *feedback* uditivo. Infine, è emerso che nella popolazione di persone prive di esperienza sia nel canto che nella musica, ci sono individui più dotati e talentuosi di altri nel campo dell'intonazione. Queste differenze individuali possono essere attribuite a vari fattori, quali ad esempio la capacità di rappresentazione interna delle note, la memoria a breve termine, l'allenamento dell'apparato vocale o un udito particolarmente sensibile a cogliere differenze di intonazione.

CONCLUSIONI

A seguito della discussione del materiale bibliografico fino ad ora presentato, diverse sono le evidenze e le conclusioni che si possono trarre. Risultati contrastanti sono emersi dalla effettiva presenza di una relazione tra abilità uditive e abilità a sapere intonare.

Studi hanno trovato un'effettiva correlazione (es. Amir et al. 2003; Erdemir e Rieser, 2016; Watts et al. 2003; Watts et al., 2005). Altri studi invece una correlazione poco significativa (es. Hutchins e Peretz, 2012; Knock, 1922; Moore et al., 2008). Indubbiamente certo è che molte sono le variabili che possono influenzare abilità uditive e abilità di intonazione.

Abbiamo visto nel primo paragrafo come il timbro sia tra queste una delle variabili principali. Tutta la bibliografia, infatti, è concorde nell'influenza che diversi timbri possono avere in compiti sia di discriminazione che di abbinamento vocale di frequenze (Hutchins e Peretz, 2012; Moore et al., 2008; Pitt, 1994; Watts et al., 2005; Watts e Hall, 2008).

Nei due paragrafi centrali, sono state riportate diverse metodologie di indagine della relazione tra udito e canto (Erdemir e Rieser, 2016; Estis et al., 2011; Hutchins et al., 2010; Pfordresher e Brown, 2007; Ternström et al., 1988; Tremblay et al., 2010; Watts et al., 2003; Wise e Soboda, 2008). In particolare, nel paragrafo 1.3, tutte le pubblicazioni riportate hanno mostrato come inconsciamente la percezione uditiva influenzasse l'intonazione (Burnett et al., 1997; Burnett et al., 1998; Elman, 1981; Larson et al., 2000).

Nell'ultimo paragrafo poi è stata analizzata l'influenza di altre due variabili importanti, ovvero l'allenamento e l'esperienza dei partecipanti. Questo può portare infatti ad agevolare nei compiti di discriminazione uditiva o di intonazione vocale persone allenate rispetto ad altre. L'esperienza dei partecipanti e il tipo di attività che svolgono (se musicisti, cantanti, o nessuno dei due) sono caratteristiche che possono influenzare i risultati. La popolazione appartenente alla scena musicale,

infatti, si è mostrata performare in modo migliore grazie all'utilizzo di svariate strategie e gestione di *feedback* differenti. Esistono anche persone senza esperienze musicali che si dimostrano più talentuose di altre, performando come la popolazione esperta. In questi, l'influenza positiva di aspetti cognitivi come la memoria a breve termine, la rappresentazione interna delle note e la coordinazione tra funzioni uditive e motorie, sono infatti più sviluppate, come in partecipanti con esperienze musicali. (Amir et al., 2003; Bradshaw e McHenry, 2005; Erdemir e Rieser, 2016; Hutchins e Peretz, 2012; Knock, 1922; Murry, 1990; Murry e Zwirner, 1991; Smith, 1914; Watts et. al., 2003; Zarate et. al., 2010).

Dalle analisi effettuate, si può concludere che le abilità uditive giocano indubbiamente un ruolo nella capacità di intonazione e viceversa. Nel breve termine, tuttavia, sembra che la percezione sonora e l'intonazione siano in gran parte scollegate. Al contrario, nel lungo termine, come nel caso di musicisti e cantanti con anni di esperienza e allenamento sia nell'ascolto che nel canto, si può instaurare una relazione positiva tra le due abilità. È evidente che l'esperienza e l'allenamento possono contribuire a migliorare l'intonazione e la sensibilità uditiva nel tempo.

Un aspetto interessante per future ricerche potrebbe essere l'influenza della tipologia di strumento suonato all'interno della popolazione dei musicisti. Infatti, strumenti diversi potrebbero influenzare le indagini in modo complesso e potrebbero avere impatti differenti sulla percezione e sull'intonazione. Questa variabile non è stata ancora indagata e potrebbe fornire ulteriori spunti per comprendere meglio le relazioni tra abilità uditive e capacità di intonazione.

RINGRAZIAMENTI

Ho scelto a conclusione del mio percorso triennale per la scrittura di questa tesi, di impegnarmi ad approfondire un argomento di ricerca scientifica, nella possibilità di poter sposare due campi del sapere a me molto vicini: la musica e la psicologia.

Ritengo doveroso in primis ringraziare i miei genitori Fabio e Lorenza che mi hanno da sempre dato la possibilità di scegliere, sperimentare e vivere le mie esperienze, e che mi hanno supportato nel mio percorso.

Ringrazio Sabina, che in tempi di incertezza mi ha donato poche parole fondamentali per spingermi a fare un passo che aspettava solamente il coraggio di essere fatto.

Mio fratello Giacomo, che è ed è stato uno dei miei più importanti riferimenti ed esempi da seguire e che mi ha spronato a fare sempre del mio meglio confrontandosi con me in molti dei temi che in questi tre anni ho affrontato e non solo.

Ringrazio miei nonni Giuseppe e Marinella per avermi sempre guardato con profondi occhi fieri, pieni di stima e grandezza, che sono stati punto di forza e incoraggiamento.

Infine, ringrazio Cristal la mia fidanzata, per essere stata al mio fianco, una persona certa su cui contare. La ringrazio per avermi sempre ascoltato, spronato, supportato e incoraggiato in questo percorso, oltre che avermi dato un fondamentale aiuto nella procedura di revisione di questo scritto.

BIBLIOGRAFIA

Amir, O., Amir, N., & Kishon-Rabin, L. (2003). The effect of superior auditory skills on vocal accuracy. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *113* (2), 1102–1108.

Bradshaw, E., & McHenry, M. A. (2005). Pitch discrimination and pitch matching abilities of adults who sing inaccurately. *Journal of voice: official journal of the Voice Foundation*, *19*(3), 431–439.

Burnett, T. A., Senner, J. E., & Larson, C. R. (1997). Voice F0 responses to pitch-shifted auditory feedback: a preliminary study. *Journal of voice: official journal of the Voice Foundation*, *11*(2), 202–211.

Burnett, T. A., Freedland, M. B., Larson, C. R., & Hain, T. C. (1998). Voice F0 responses to manipulations in pitch feedback. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *103*(6), 3153–3161.

Elman J. L. (1981). Effects of frequency-shifted feedback on the pitch of vocal productions. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *70*(1), 45–50.

Erdemir, A., & Rieser, J. J. (2016). Singing without hearing: The use of auditory and motor information when singers, instrumentalists, and nonmusicians sing a familiar tune. *Music Perception*, *33*(5), 546–560.

Estis, J. M., Dean-Claytor, A., Moore, R. E., & Rowell, T. L. (2011). Pitch-matching accuracy in trained singers and untrained individuals: the impact of musical interference and noise. *Journal of voice: official journal of the Voice Foundation*, *25*(2), 173–180.

Hutchins, S., Zarate, J. M., Zatorre, R. J., & Peretz, I. (2010). An acoustical study of vocal pitch matching in congenital amusia. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *127*(1), 504–512.

Hutchins, S. M., & Peretz, I. (2012). A frog in your throat or in your ear? Searching for the causes of poor singing. *Journal of experimental psychology. General*, *141*(1), 76–97.

Knock, C. J. (1922). Visual training of the pitch of the voice. *Psychological Monographs*, *31*(1), 102–127.

Larson, C. R., Burnett, T. A., Kiran, S., & Hain, T. C. (2000). Effects of pitch-shift velocity on voice Fo responses. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *107*(1), 559–564.

Moore, R. E., Estis, J., Gordon-Hickey, S., & Watts, C. (2008). Pitch discrimination and pitch matching abilities with vocal and nonvocal stimuli. *Journal of Voice: official journal of the Voice Foundation*, *22*(4), 399–407.

Murry, T. (1990). Pitch-matching accuracy in singers and nonsingers. *Journal of Voice: official journal of the Voice Foundation*, *4*(4), 317–321.

Murry, T., & Zwirner, P. (1991). Pitch matching ability of experienced and inexperienced singers. *Journal of Voice: official journal of the Voice Foundation*, *5*(3), 197–202.

Pfordresher, P. Q., & Brown, S. (2007). Poor-pitch singing in the absence of "tone deafness." *Music Perception*, *25*(2), 95–115.

Pitt M. A. (1994). Perception of pitch and timbre by musically trained and untrained listeners. *Journal of experimental psychology. Human perception and performance*, *20*(5), 976–986.

Smith, F. O. (1914). The effect of training in pitch discrimination. *The Psychological Monographs*, *16*(3), 67–103.

Sussman, H. (1971). The laterality effect in lingual-auditory tracking. *J. Acoust. Soc. Am.* *49*, 1874-1880.

Sussman, H., and MacNeilage, P. (1975). Studies of hemispheric specialization for speech production. *Brain Lang.* *2*, 131-151.

Sussman, H., MacNeilage, P., and Lumbley, J. (1975). Pursuit auditory tracking of dichotically presented tonal amplitudes. *J. Speech Hear. Res.* 18, 74-81.

Ternström, S., Sundberg, J., & Colldén, A. (1988). Articulatory f_0 perturbations and auditory feedback. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 31(2), 187–192.

Tremblay-Champoux, A., Dalla Bella, S., Phillips-Silver, J., Lebrun, M. A., & Peretz, I. (2010). Singing proficiency in congenital amusia: imitation helps. *Cognitive neuropsychology*, 27(6), 463–476.

Watts, C., Murphy, J., & Barnes-Burroughs, K. (2003). Pitch matching accuracy of trained singers, untrained subjects with talented singing voices, and untrained subjects with nontalented singing voices in conditions of varying feedback. *Journal of Voice: official journal of the Voice Foundation*, 17(2), 185–194.

Watts, C., Moore, R., & McCaghren, K. (2005). The relationship between vocal pitch-matching skills and pitch discrimination skills in untrained accurate and inaccurate singers. *Journal of Voice: official journal of the Voice Foundation*, 19(4), 534–543.

Watts, C. R., & Hall, M. D. (2008). Timbral influences on vocal pitch-matching accuracy. *Logopedics, phoniatrics, vocology*, 33(2), 74–82.

Wise, K. J., & Sloboda, J. A. (2008). Establishing an empirical profile of self-defined “tone deafness”: Perception, singing performance and self-assessment. *Musicae Scientiae*, 12(1), 3–26.

Zarate, J. M., Delhommeau, K., Wood, S., & Zatorre, R. J. (2010). Vocal accuracy and neural plasticity following micromelody-discrimination training. *PLoS one*, 5(6), e11181.

SITOGRAFIA:

Vocabolario Treccani. (s.d.). Timbro. In Vocabolario Treccani online. Recuperato il 03/07/2023 da <https://www.treccani.it/vocabolario/timbro/>