



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

**XXXI CICLO DEL DOTTORATO DI RICERCA
IN NEUROSCIENZE E SCIENZE COGNITIVE
INDIRIZZO PSICOLOGIA**

L'EFFETTO TOMATIS E L'EMISSIONE VOCALE SOTTO ORECCHIO ELETTRONICO

Settore scientifico-disciplinare: **M-PSI/01**

**DOTTORANDO
WALTER COPPOLA**

**COORDINATORE
PROF. TIZIANO AGOSTINI**

**SUPERVISORE DI TESI
PROF. TIZIANO AGOSTINI**

ANNO ACCADEMICO 2017/2018

INDICE

INTRODUZIONE	1
---------------------------	---

CAPITOLO I

CENNI STORICI	4
---------------------	---

CAPITOLO II

FISIOLOGIA E FUNZIONALITÀ	6
1. Filogenesi	6
2. Ontogenesi	16
3. I meccanismi neurologici	20
4. I circuiti audio-fonatori	26

CAPITOLO III

I CIRCUITI CIBERNETICI	30
------------------------------	----

CAPITOLO IV

L'EFFETTO TOMATIS 38

L'ORECCHIO ELETTRONICO39

CAPITOLO V

LINGUAGGIO E PAESAGGIO SONORO43

CAPITOLO VI

GLI ESPERIMENTI

a) Esperimento 155

b) Esperimento 259

c) Esperimento 363

CONCLUSIONI70

BIBLIOGRAFIA71

INTRODUZIONE

Il mio settore di studio e ricerca è quello dell'audio-psico-fonologia, disciplina scientifica fondata da Alfred Tomatis; essa studia da una parte la relazione fra orecchio e voce, dall'altra la relazione fra orecchio e psichismo, e cioè tutto l'insieme delle attività psichiche spontanee che si svolgono indipendentemente dalla coscienza, dall'attenzione e dalla volontà.

Alfred Tomatis (1920-2001) è stato un medico otorinolaringoiatra, ricercatore e saggista francese; il nucleo profondo e specifico di questa disciplina è rappresentato dall'*ascolto*, funzione che viene indagata da Tomatis nei suoi molteplici aspetti, elaborando una teoria che attinge a diversi ambiti (audiologia, neuropsicologia, fonologia, foniatria, cibernetica).

La sfera audiologica è essenziale per delineare le caratteristiche sensoriali anatomiche e funzionali dell'udito e per la valutazione clinica dei relativi disturbi. Grazie alla neuropsicologia si indagano i processi cognitivi e comportamentali legati all'ascolto e alla loro correlazione con la configurazione del sistema nervoso. L'analisi fonologica stabilisce l'organizzazione dei suoni quali elementi appartenenti alla struttura linguistica e comunicativa; quella foniatrica esamina le alterazioni della voce parlata e cantata e imposta il percorso per la loro riabilitazione. La cibernetica, infine, offre un modello funzionale di autoregolazione perfettamente applicabile ai meccanismi neuromuscolari.

Scopo di questa tesi è indagare l'**Effetto Tomatis** – fenomeno che sta alla base dell'audio-psico-fonologia – secondo il quale le variazioni della stimolazione frequenziale sull'apparato uditivo provocano una conseguente e immediata controeazione che si evidenzia nei parametri inerenti all'emissione vocale.

Il lavoro è strutturato sostanzialmente in due parti: la prima riguarda l'ambito storico e teorico in cui questo effetto è stato elaborato, evidenziando il percorso di studio che ha portato all'enunciazione dei suoi tratti essenziali. La seconda racchiude la verifica in laboratorio dell'effetto – testato sperimentalmente in tre diverse situazioni – l'analisi dei dati raccolti, e quindi le pertinenti conclusioni.

Il primo capitolo consiste in una breve narrazione biografica che mette in luce le varie tappe del percorso di studio di Tomatis, dalle ipotesi iniziali fino al

raggiungimento di un'articolazione scientifica compiuta e al pubblico riconoscimento dell'Effetto che porta il suo nome.

Il secondo capitolo è diviso in quattro sezioni: la filogenesi, che illustra l'origine della funzione d'ascolto, delineando i vari stadi del cammino evolutivo; l'ontogenesi, che descrive lo sviluppo embriologico dell'apparato neuro-uditivo nel feto umano; la complessa struttura dei meccanismi neurologici del sistema uditivo e la rete di connessioni tra gli integratori vestibolare e cocleare; i circuiti audio-fonatori, cioè le modalità con cui viene gestito il controllo dell'emissione vocale.

Il terzo capitolo verte sui circuiti cibernetici che interessano la funzionalità di vari organi e distretti corporei quali lingua, mandibola, faringe, laringe, torace, ecc. e le loro interazioni.

Il quarto capitolo descrive brevemente la sperimentazione condotta nel 1957 dall'équipe di Raoul Husson alla Sorbonne di Parigi, che attesta l'Effetto Tomatis e ne enuncia le tre leggi; inoltre illustra le componenti e il funzionamento dell'apparecchio denominato Orecchio Elettronico e le sue modalità applicative.

Nel quinto capitolo affrontiamo l'aspetto legato alle connotazioni specifiche del linguaggio, quali banda passante, curva di involuppo e tempi di latenza e precessione, con l'esemplificazione mediante etnogrammi delle sostanziali differenze fra le varie lingue.

Il sesto capitolo raccoglie la relazione del progetto sperimentale, diviso sostanzialmente in tre parti:

- il primo esperimento, uno studio pilota, ha come soggetti due cantanti professionisti, la cui prestazione è stata analizzata con o senza l'intervento dell'Orecchio Elettronico – tarato secondo i parametri ritenuti ottimali – evidenziandone le differenze spettrografiche.

- Il secondo esperimento, mediante l'uso di vari filtri passa-basso e passa-alto, sottolinea le variazioni dell'effetto di una differenziata stimolazione acustica frequenziale sull'emissione di una vocale cantata /a/, intonata nel range più consona e agevole per ogni soggetto.

- Il terzo esperimento, condotto come procedura sulla falsariga del secondo, prevede l'esecuzione da parte dei soggetti di una serie di vocali /a/, /i/, /u/, emesse nel range del linguaggio parlato.

Il settimo capitolo vede una breve disamina conclusiva, mettendo in luce gli aspetti generali più importanti dal punto di vista dell'indagine sperimentale e

l'eventuale applicazione dell'Effetto Tomatis in campo clinico, artistico, o più semplicemente in un riequilibrio e sviluppo della capacità comunicativa.

CAPITOLO I

CENNI STORICI

Tomatis nasce a Nizza da genitori di origine piemontese e romagnola. Figlio di Humbert Tomatis (1898-1968), celebre *basse noble* dell'Opéra di Parigi e del Capitole di Toulouse, dopo la laurea in medicina si specializza in otorinolaringoiatria, ed inizia la sua attività professionale nel suo studio privato, curando i colleghi del padre affetti da patologie vocali o da difficoltà di emissione. Come ci racconta nella sua autobiografia *L'oreille et la vie*, all'inizio i suoi interventi di carattere clinico rientrano scrupolosamente nella prassi allora corrente, e consistono soprattutto in un approccio di tipo farmacologico (ad esempio per l'ipotonìa laringea veniva prescritta la stricnina) senza tuttavia conseguire, in molti casi, risultati apprezzabili. Contemporaneamente lavora come consulente presso i laboratori di Fisiologia Acustica degli Arsenali dell'Aeronautica Francese, dove si occupa dei disturbi dell'udito degli operai addetti ai banchi di prova dei motori a reazione, che, come effetto collaterale, accusavano difficoltà nell'emissione parlata. Tomatis nota che le analisi audiometriche degli operai sottoposti al forte traumatismo sonoro erano molto simili a quelle dei cantanti che avevano perduto la voce. Si deve considerare che il volume sonoro che un cantante produce (prendiamo ad esempio un tenore drammatico) può arrivare nella scatola cranica fino a 130 decibel, e sottopone quindi l'apparato uditivo a un fortissimo, ripetuto e logorante stress. Tomatis inizia allora un lavoro di comparazione fra gli spettrogrammi, cioè le « fotografie » della voce, e gli audiogrammi, cioè i tracciati che evidenziano le soglie di udibilità del soggetto. In entrambi gli esami si poteva notare l'identico deficit frequenziale, per cui Tomatis comincia ad elaborare la teoria secondo cui le frequenze che l'orecchio non percepisce non si possono riprodurre con la voce. Identifica inoltre nell'orecchio destro il ruolo di « direttore » nel controllo del suono, in quanto, dal punto di vista anatomico e neurologico, direttamente connesso all'emisfero cerebrale sinistro, sede della comunicazione e del linguaggio. Come restituire allora al soggetto la possibilità di usufruire appieno delle sue potenzialità vocali? Naturalmente rieducando l'orecchio, e principalmente l'orecchio destro. Per poter provare scientificamente il suo inconsueto, e per certi versi sconcertante principio, Tomatis deve convalidare la sua intuizione teorica con una dimostrazione sperimentale.

Tomatis ipotizza che, quando il danno è solo funzionale e non ancora organico, la causa principale consiste nella debolezza e scarsa reattività di due muscoli dell'orecchio medio, quelli del martello e della staffa, che non riescono più a svolgere bene il loro compito, cioè difendere l'apparato uditivo dalle aggressioni sonore. Ma come restituire tonicità a muscoli che vengono considerati fra i più piccoli del nostro corpo e per di più non direttamente raggiungibili? Dopo vari tentativi Tomatis nota che questi due muscoli si potevano esercitare facendo ascoltare al soggetto della musica, mediante un apparecchio che veniva ripetutamente acceso e spento. In questo modo i muscoli si tendevano e si rilassavano in modo continuativo, in risposta allo stimolo sonoro.

Siamo ancora negli anni Cinquanta, in un periodo in cui l'elettronica è ad un livello assolutamente incomparabile con quello attuale; tuttavia, con il materiale a disposizione, lo scienziato è in grado di costruire delle apparecchiature piuttosto rudimentali, ma funzionali allo scopo. In seguito, invece di avvicendare musica e silenzio, prova a far passare alternativamente la musica attraverso due canali: dal primo, dove sono enfatizzate le basse frequenze, al secondo, che ne amplifica le alte, e viceversa. Grazie a questa particolare «micro-ginnastica» che costringe i muscoli a «sintonizzarsi» sulle frequenze imposte, i progressi sono subito molto più rapidi. Così, per mezzo di una serie di bascule elettroniche e di filtri sonori, rieducando la funzionalità muscolare dell'orecchio medio, viene restituita al paziente la possibilità di riappropriarsi progressivamente delle frequenze perdute. L'effetto che si produce è un immediato e spontaneo miglioramento dell'emissione vocale.

Nel 1957 la sua ipotesi scientifica viene provata sperimentalmente dall'équipe del Prof. Raoul Husson nei laboratori di Fisiologia delle Funzioni alla Sorbonne di Parigi, e viene certificata come “Effetto Tomatis”. Le tre leggi che sono alla base della sua teoria si possono così riassumere:

- la voce contiene solo le frequenze che l'orecchio è in grado di percepire
- se l'ascolto viene modificato, si modifica immediatamente e inconsciamente anche la voce
- quando la stimolazione uditiva viene mantenuta per un certo tempo, la fonazione si modifica in modo duraturo.

CAPITOLO II

FISIOLOGIA E FUNZIONALITÀ

Alfred Tomatis ha dedicato gran parte della sua vita allo studio di quella che egli stesso ha sempre ritenuto una delle funzioni più importanti dell'essere umano, quella dell'Ascolto. La maiuscola non è arbitraria, né accidentale, ma riveste la parola di un significato che travalica l'accezione comune che tutti noi normalmente le riserviamo; se consideriamo le funzionalità che sono proprie dell'uomo, l'Ascolto si pone infatti al livello più elevato tra quelle che il percorso evolutivo a lui ha concesso, dando luogo alla realizzazione di quella straordinaria struttura che chiamiamo linguaggio.

Lo studio di questa funzione pone le sue basi su una solidissima conoscenza anatomica e fisiologica, su cui però lo scienziato costruisce un'ipotesi funzionale assolutamente originale e innovativa, che gli permette di collocare l'Ascolto nella sua dimensione neuropsicologica più autentica e di poterlo considerare «in quanto capacità di condurre l'uomo verso il suo divenire umano»¹.

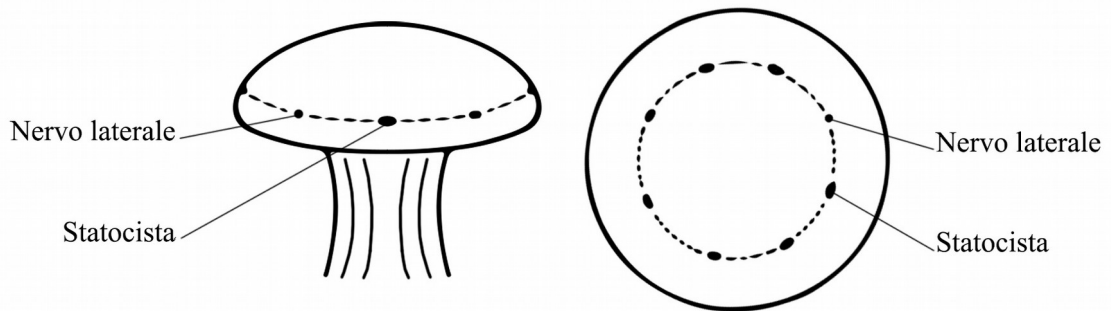
Per comprenderne appieno le complesse proprietà, Tomatis esplora il percorso filogenetico dell'ascolto, evidenziando come l'evoluzione abbia saputo perfezionare nell'uomo una funzione che, seppure con diversi livelli di efficienza, compete a tutti gli appartenenti al regno animale; e come, ontogeneticamente, gli stadi dell'embriogenesi scandiscano la formazione dell'orecchio quale organo primario della nostra specie.

1. Filogenesi

Quali sono gli elementi che hanno contribuito all'evoluzione dell'orecchio umano, fino a giungere alla complessità strutturale dell'organo così come oggi ci appare? È necessario rammentare che l'orecchio è provvisto di un apparato che da tempi millenari espleta le sue funzioni in un mezzo liquido: il labirinto uditivo. Tomatis ne delinea le tappe fondamentali dal punto di vista dell'evoluzione filogenetica, partendo dall'esame di organismi molto semplici, su cui però questo apparato, seppur in forma primitiva, si è

¹ Tomatis, 1974b, p. 14. Tutte le traduzioni italiane da Tomatis, tranne ove diversamente indicato, sono a cura dell'Autore.

già strutturato, fornendo informazioni sull'ambiente e interagendo con esso. È il caso della idromedusa *Obelia*, la cui vescicola labirintica si presenta sotto forma di *nervo laterale*, una sorta di collettore di energia che costituisce il vero e proprio sistema nervoso dell'organismo.

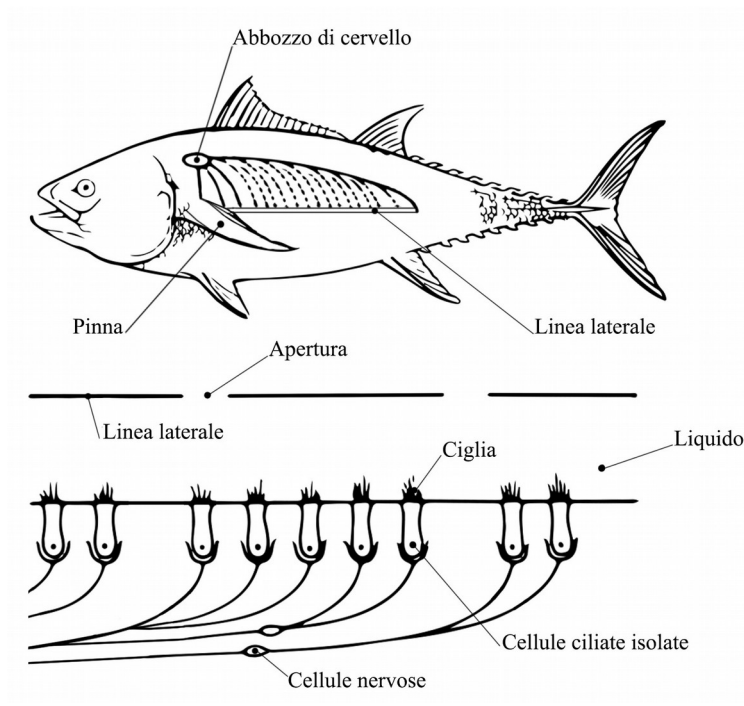


1. La medusa Obelia

Il nervo laterale è disseminato di *statocisti*, cavità che contengono concrezioni minerali corpuscolari detti *statoliti* (nei vertebrati prenderanno il nome di *otoliti*, racchiusi nell'ampolla ossea), che attraverso il movimento indotto dalla forza di gravità inviano stimoli alle cellule sensitive, indicando in tal modo la collocazione nello spazio e consentendo alla medusa di orientarsi. La possibilità di relazionarsi, seppur in modo sommario, con l'ambiente rivela una dialettica, una reciproca corresponsione originata dalla nascita di una rete embrionale neurologica. Grazie al collettore dei processi di emissione e ricezione degli stimoli «si avvia il dialogo sotto l'impulso imperativo dell'ascolto che, da questo livello, svela biologicamente la sua presenza»².

Per quanto già efficace, in animali più complessi come i pesci questo sistema neuronico necessita di un organizzatore centrale in grado di coordinare e di dare un senso al flusso nervoso che percorre il canale di connessione fra i vari stadi metameric. Questo canale viene chiamato *linea laterale* e consiste in un tubicino posto su ciascun lato dell'animale; dotata di una o più aperture che consentono una comunicazione diretta e costante con l'ambiente, la linea laterale è tappezzata di cellule sensibili, che altro non sono se non le antenate delle cellule del Corti.

2 Ivi, p. 125.



2. La linea laterale

Per spostarsi e mantenere la dinamica posturale esse raccolgono gli stimoli prodotti dal contatto e dalla pressione dell'acqua e mediante l'angolazione delle loro ciglia riescono a regolare le accelerazioni e le decelerazioni.

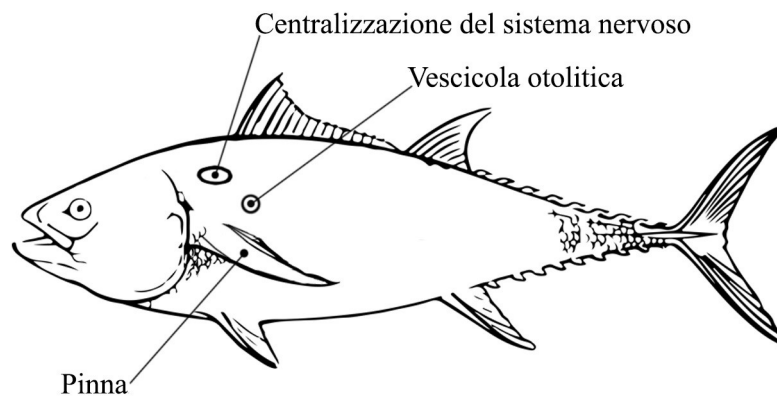
La cosa più rilevante da constatare è innanzitutto l'attività fondamentale di questo apparato, che consiste in un'azione dinamizzante di ricarica. In effetti la sua funzione è quella di raccogliere le stimolazioni che provengono dall'ambiente per trasformarle in energia potenziale che l'animale distribuirà al suo sistema muscolare.³

In questo processo possiamo già intravedere la comparsa e l'iniziale sviluppo di un sistema nervoso centrale che viene incrementato e si articola in modo sempre più complesso sotto la spinta delle varie stimolazioni, creando una gerarchia degli elementi che vanno a governare la ricezione degli stimoli e la raccolta e la redistribuzione dell'energia.

La linea laterale, che nella sua forma primitiva e arcaica manterrà un carattere *protopatico* e inconscio dovrà moltiplicarsi in modo esponenziale dando luogo a canali

³ Ivi, p. 126.

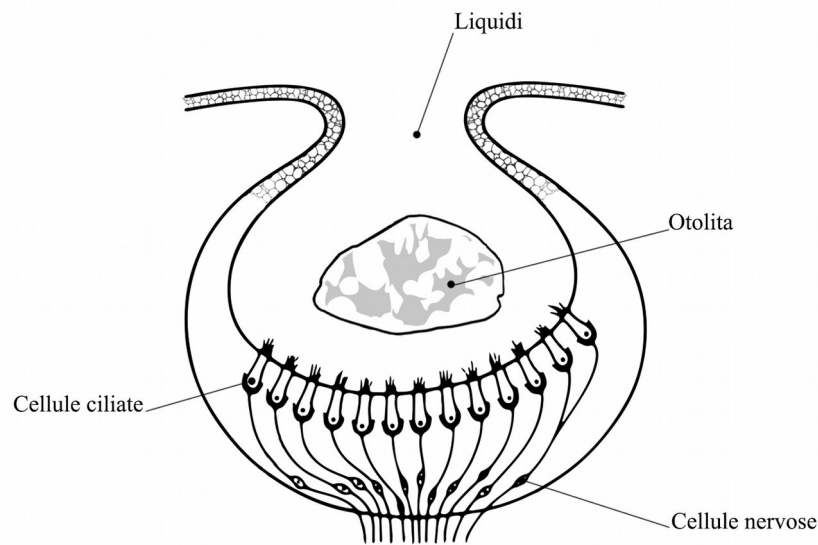
sensoriali sempre più efficienti e perfezionati che faranno parte di un primo sistema di centralizzazione, posto sulla parte anteriore del corpo, al di sopra della pinna laterale.



3. La centralizzazione del sistema nervoso

L'evoluzione porterà ad una contrazione della linea laterale nella cosiddetta *vescicola otolitica* (primo abbozzo della *vescicola labirintica*), dove progressivamente saranno raggruppate, sempre in ambiente liquido, tutte le cellule ciliate. Anche se attraverso la compressione della colonna d'acqua il tubo laterale è diventato vescicola nella parte cefalica, riducendo in tal modo la superficie che le ospita, esse hanno mantenuto tutte le loro prerogative, perfezionando anzi progressivamente le loro capacità.

La vescicola labirintica resterà aperta a lungo, continuando a interagire con l'ambiente acquatico; l'animale, attraverso questa apertura, farà entrare una minuscola pietruzza grazie alla quale si renderà possibile la sensibilizzazione alle variazioni di pressione del liquido. Quando l'evoluzione porterà alla completa chiusura della vescicola, sarà l'animale stesso a produrre autonomamente il materiale calcareo necessario a formare l'otolite.



4. La vescicola otolitica

L'encefalo, ancora inespreso nelle meduse e appena embrionale nei pesci dalla linea laterale, vive allo stesso tempo una continua, complessa trasformazione. L'attività sempre crescente della vescicola prelabirintica, che si è trasformata nell'*otosacca*, ricopre il ruolo di generatore del cervello, con cui entra in connessione tramite il cervelletto, strutturato ancora nella sua forma primaria sotto il nome di *archeo-cerebellum*: «Quest'ultimo [...] fa pensare a un collettore di informazioni otolitiche in direzione dell'encefalo al quale è connesso»⁴. Tomatis rivolge la sua attenzione all'induzione che guida le varie fasi della catena evolutiva: ogni elemento che subisce una trasformazione attiene a un contesto in cui le varie parti agiscono secondo una dinamica comune e interagente, alimentata e organizzata da circuiti che sembrano appartenere a un disegno dove nulla è lasciato al caso. Ad esempio, nella vescicola otolitica, da cui nasce la coscienza *metamerica*⁵ che presiede l'orientamento, si può già intravedere la forma abbozzata dei futuri circuiti vestibolo-spinali: un apparato otolitico (che diventerà in seguito il vestibolo uditivo), sotto la cui influenza si svilupperà la funzionalità posturale dei muscoli del corpo. L'attivazione di un apparato centrale richiede la ricerca delle migliori posture energizzanti, e gli esseri viventi che

4 Tomatis, 1974b, p. 133.

5 In biologia, la *metameria* è lo stadio ontogenetico o la condizione definitiva della conformazione segmentale di molti animali (Anellidi, Artropodi e Vertebrati), il cui corpo è costituito da una successione lineare di segmenti (o *metameri*), in ciascuno dei quali si ripetono strutture e apparati.

cominciano a vivere sulla terra emersa e che sperimentano un elemento nuovo quale la forza di gravità necessitano di un apporto energetico maggiore.

Valutando il processo dell'induzione evolutiva, la postura verticale rappresenta lo stadio momentaneamente finale che si rivela essere il più economico sul piano del dispendio vitale e il più redditizio in produzione energetica. Essa è quindi la più idonea ad accogliere l'Ascolto, che rimane, secondo noi, l'origine fondamentale di questa aspirazione verso la verticalità⁶.

Per assicurarsi la sopravvivenza ogni essere animato deve riadattare il proprio apparato alle nuove condizioni e quindi tutta la struttura interna dell'otosacca viene fortemente modificata. All'interno della vescicola labirintica si creano l'*utricolo* e il *sacculo*, due piccole cavità che contengono componenti ciliate immerse ovviamente in ambiente acquatico.

L'insieme neuronico delle due cavità è quindi il prodotto filogenetico dell'embrionale nervo laterale e denota un processo di differenziazione a seconda delle specializzazioni d'impiego: l'utricolo agisce su di un piano orizzontale, mentre il sacculo opera su quello verticale. Tomatis rileva che il percorso evolutivo procede per errori e oscillazioni e, fino a che prevale l'azione utricolare, l'orizzontalità rimane predominante; quando in seguito il sacculo comincia a imporre la sua presenza si assiste all'incremento sempre più evidente della verticalità.

Il sacculo trova la sua più consistente affermazione in alcune specie come i rettili, e grazie all'apparizione iniziale di un'appendice – una sorta di predecessore della coclea chiamata *lagena* – ad alcuni di essi sarà imposto un raddrizzamento della parte anteriore del corpo. È però negli uccelli che la lagena raggiunge il suo massimo sviluppo: essa determina infatti – non in assetto di volo, ma durante la marcia – la verticalizzazione della colonna cervicale.

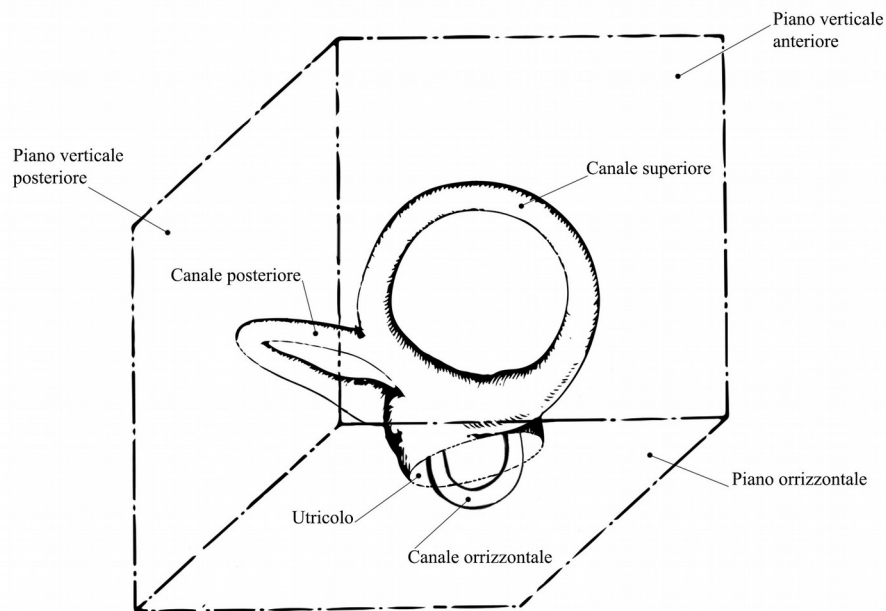
Via via che la coclea procede nella sua formazione, questa verticalizzazione, che è transitoria nei grandi antropoidi, diventa permanente e definitiva negli ominidi:

Ciò non toglie che questa acquisizione si mostra fragile, e la posizione verticale rimarrà nell'uomo un problema costante. Predestinato ad ascolto e linguaggio, che tale verticalità esigono, egli dovrà continuamente battersi per mantenere questa fondamentale postura⁷.

6 Tomatis, 1974b, p. 133.

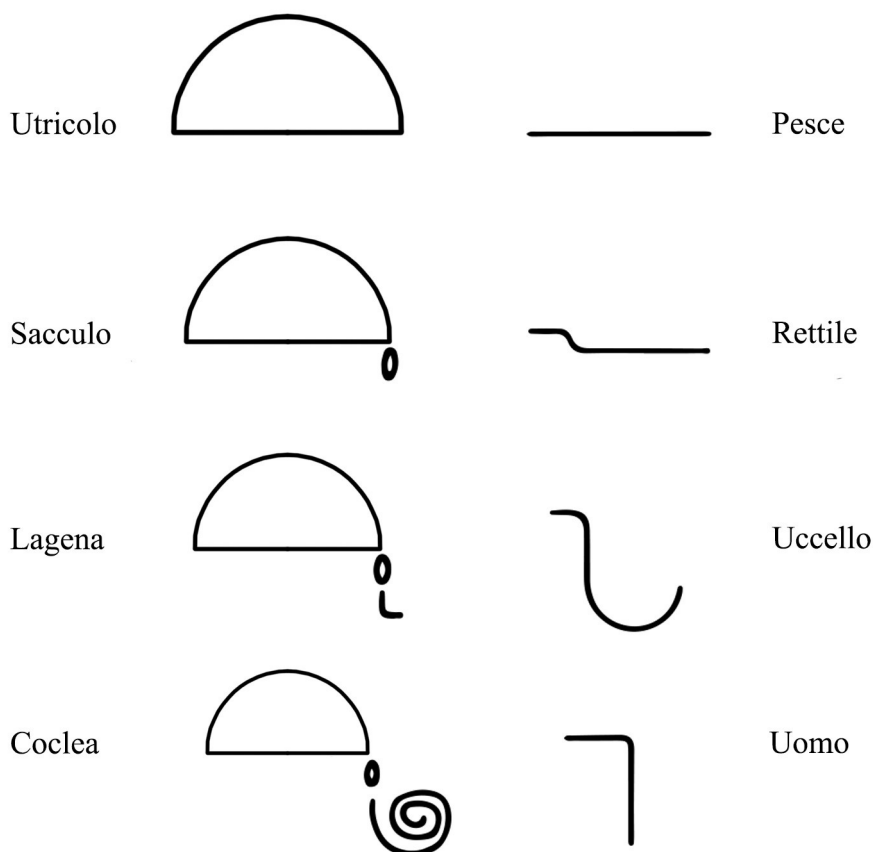
7 Tomatis, 1981, p. 79.

Un altro elemento che va a rafforzare l'uomo nella sua lotta contro la forza di gravità è l'apparizione sull'utricolo dei tre *canali semi-circolari*: due sul piano verticale (canale superiore e canale posteriore) e uno sul piano orizzontale (canale esterno). Grazie alla loro azione congiunta l'essere umano può beneficiare di un notevole miglioramento nel percepire lo spazio e affinare quindi le sue capacità di orientamento.



5. I canali semi-circolari

Possiamo quindi riassumere visivamente quello che è stato il percorso evolutivo nei suoi vari stadi, dalla linea laterale alla coclea.



6. Stadi evolutivi: dalla linea laterale alla coclea

La costruzione della coclea riveste un ruolo veramente decisivo per l'essere umano e secondo Tomatis «è uno dei fenomeni più stupefacenti dell'avventura filogenetica»⁸. Quest'organo permette infatti di migliorare la qualità dell'analisi delle informazioni che pervengono alla vescicola labirintica, aumentando così il flusso di ricarica energetica verso la corteccia, di cui sviluppa e potenzia le attività, soprattutto quelle inerenti all'espressione del pensiero attraverso il linguaggio.

Tomatis pone l'accento sul fatto che allo sviluppo dell'orecchio corrisponde un parallelo sviluppo del sistema nervoso, «come se una precessione offrisse all'orecchio il ruolo di provocare l'ulteriore ampliamento del sistema nervoso»⁹. Lo stadio utricolo-sacculo-canali semicircolari è correlato all'archo-encefalo, la comparsa della lagena avviene nello stadio del paleoencefalo, mentre l'apparizione della coclea corrisponde a quello della neocorteccia.

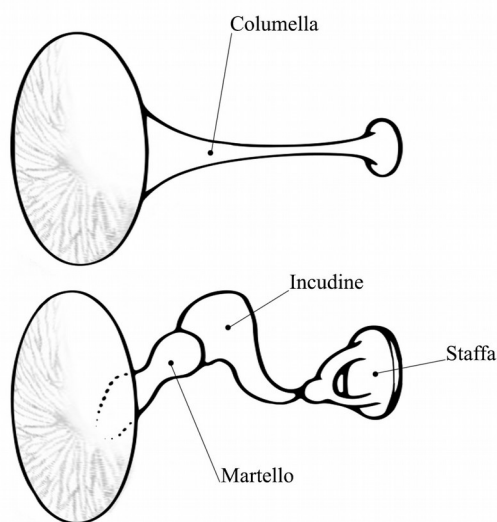
⁸ Tomatis, 1981, p. 80.

⁹ *Ivi*, p. 81.

Il labirinto membranoso rimane in primo luogo l'apparato di comunicazione con l'esterno: percepisce ogni movimento, ogni spostamento, raccoglie e registra ogni vibrazione, ogni suono. Dovrà quindi operare da filtro nei confronti dei rumori cosiddetti parassitari, quelli prodotti internamente dalla vita neurovegetativa del soggetto stesso: rumori provocati dalla masticazione, dalla deglutizione, dalla digestione, dalla respirazione, dai movimenti articolari, dall'attività cardiaca e dalla circolazione sanguigna. A questo scopo si costituisce progressivamente uno scudo esterno a forma di guscio, prima cartilagineo, poi osseo, a difesa della vescicola labirintica. Una vescicola ossea andrà a contenere l'utrículo, il sacco e i canali semicircolari, mentre la coclea sarà circondata da una protezione modellata a guisa di chiocciola. Gli insiemi ossei, fissati da una sottile trama fibrosa e mantenuti in sospensione per non limitarne i movimenti, sono avvolti dai liquidi perilinfatici, che fungono da ammortizzatori e conferiscono al dispositivo la possibilità di oscillare e vibrare con la necessaria elasticità. L'apparato che oggi conosciamo come *orecchio interno* viene quindi interamente inglobato in una vera e propria armatura ossea di eccezionale robustezza, analoga a quella dell'avorio e persino maggiore di quella della scatola cranica.

L'elaborazione della difesa dai rumori prosegue all'interno del labirinto con la creazione di un sistema di regolazione delle pressioni mediante la finestra rotonda e la finestra ovale, due membrane che grazie a un gioco di reciproche compensazioni mettono in movimento i liquidi della coclea.

Contemporaneamente, anche all'esterno del labirinto si formano degli apparati di regolazione: è il caso del timpano, una membrana incastonata tramite bordini fibrosi in un meandro osseo inserito sull'osso che circonda il labirinto. Tomatis ritiene che la funzione del timpano sia principalmente quella di trasmettere al labirinto, per via cranica, il flusso degli stimoli ambientali. Per realizzare poi un sistema capace di sostenere e correggere stimolazioni acustiche troppo forti, viene creato un pistone osseo, la *columella*, che fa da ponte fra la finestra ovale e la parte centrale della membrana timpanica. Questo ossicino, già presente negli anfibi e nei rettili, e che raggiungerà la sua massima completezza ed efficienza negli uccelli, rappresenta il precursore della *catena ossicolare* dell'orecchio medio.



7. Columella e catena ossicolare

La catena formata da *martello*, *incudine* e *staffa*, pur essendo esterna alla vescicola labirintica, mantiene con questa un'essenziale e costante relazione, consentendo il funzionamento ottimale del vestibolo e della coclea.

La preoccupazione dell'orecchio medio non sarà quella di trasmettere il suono all'orecchio interno – perché, a nostro avviso, non è questa la via che il suono imbecca per arrivare al labirinto – bensì quella di realizzare un apparato di difesa e di regolazione¹⁰.

La *tromba di Eustachio* è un condotto pieno d'aria, in costante relazione con la finestra rotonda, che viene impiegata come valvola. Grazie a un gioco di controreazioni pressorie, è in grado di mitigare l'effetto dei movimenti della lingua e della faringe e ha un ruolo di protezione nei confronti dei rumori della deglutizione e della respirazione. Ultimo a formarsi è l'orecchio esterno, che ad opera del *padiglione auricolare* funge da amplificatore del messaggio acustico, che viene così raccolto e indirizzato nel condotto uditivo dove, per mezzo della membrana timpanica, verrà trasmesso alla vescicola labirintica.

«Viaggio favoloso, in verità, questa incursione nell'universo filogenetico. Tutto ci dice che, nel suo progredire fin dai tempi più remoti, l'orecchio testimonia questo richiamo all'ascolto, manifestazione evidente dell'“induttore originario”¹¹».

¹⁰ *Ivi*, p. 84.

¹¹ *Ivi*, p. 85.

2. *Ontogenesi*

Nell'analisi ontogenetica sulla formazione dell'orecchio nel feto, Tomatis evidenzia in primo luogo il mirabile e ordinato scorrimento embriologico, che sotto vari aspetti e con sorprendente precocità ripercorre le tappe fondamentali della filogenesi.

Le attuali conoscenze, sempre più accurate riguardo ognuna delle tappe che segnano l'evoluzione del feto, ci orientano verso la presenza di induttori. Questi sembrano dirigere, nel vero senso della parola, il progredire di ciascuno degli organi con un rigore e una precisione spesso sconcertanti¹².

L'embrione opera una prima diversificazione mediante la formazione di tre diversi strati cellulari detti *foglietti embrionali*, dai quali si producono strutture, tessuti e organi differenti. Il più interno è l'*endoderma*, da cui si formano il tubo digerente, il fegato, il pancreas e una parte dell'apparato urinario. Lo strato intermedio, detto *mesoderma*, dà origine alla massima parte del tessuto muscolare, al sistema osseo e cartilagineo e al sangue. Dal foglietto più esterno, l'*ectoderma*, derivano fra le altre cose l'epidermide della pelle, la cornea e il cristallino, lo smalto dei denti, ma soprattutto, mediante un processo chiamato *neurulazione*, il cosiddetto *neuroectoderma*: questa struttura costituisce la piastra neurale da cui si sviluppano i diversi sistemi nervosi.

Tomatis nota quanto sia significativo il fatto che dal livello tissutale ectodermico prenda forma nello stesso tempo sia la pelle, sia il sistema nervoso, e aggiunge: «non è esagerato dire, come fece con tanta acutezza Paul Valéry, che ciò che vi è di più profondo nell'uomo è la pelle»¹³.

L'orecchio fetale, che ha la sua base evolutiva negli strati endodermici e mesodermici, rivela una struttura la cui organizzazione è quanto mai complessa e segue uno svolgimento dai tempi perfettamente coordinati.

Gli elementi che nel feto andranno a formare l'orecchio compaiono molto presto, dopo solo 15 giorni, a livello degli archi branchiali, posti sull'estremità cefalica. Tra il primo e il secondo arco si insedia il *placode uditivo*, un ispessimento ectodermico che, introflettendosi, andrà a generare la *fossa otica*. Nello stesso tempo prende forma il *tubo neurale*, che perdendo progressivamente la sua forma cilindrica, si allarga in diverse vescicole, primi abbozzi del bulbo sovrastante il midollo spinale e cioè del futuro

¹² *Ivi*, p. 87.

¹³ *Ivi*, p. 88.

encefalo. Alla quarta settimana il placode, trasformatosi in vescicola labirintica, inizia a creare il labirinto membranoso; dalla quinta settimana si insedia la parte vestibolare, mentre nell'ottava vedono la loro definitiva formazione i canali semicircolari e si opera la differenziazione di utricolo, sacco e coclea.

I recettori sensoriali si installano quindi molto rapidamente nella terminazione cefalica e diventano, a livello dei placodi, estremamente specializzati; il processo è simile per altri organi di senso come la vista, l'odorato e il gusto. Per il tatto, l'esatta ripartizione dei recettori è più difficile da stabilire, anche se esistono zone privilegiate come la parte antero-laterale del corpo, le estremità degli arti e il volto.

A questo punto Tomatis, nell'esaminare l'attività induttrice ontogenetica, rileva una circostanza assolutamente cruciale per comprendere appieno il significato profondo del percorso evolutivo dell'orecchio, la cui creazione, finalizzata all'ascolto, rappresenta il prodromo imprescindibile di quella che diventerà la funzione linguistica: «Non solo questo programmatore induce l'anatomia sulla quale viene applicato il meccanismo desiderato, ma assicura oltretutto gli inattesi *relais* che compongono una rete cibernetica mirabilmente controllata»¹⁴.

Infatti, nel progressivo rivelarsi di correlazioni anatomico-fisiologiche sempre più strette fra ascolto e linguaggio, si inseriscono diversi nuovi elementi, che rappresentano le tappe fondamentali della sequenza evolutiva e che ne delineano in modo sempre più preciso e indiscutibile il disegno complessivo. Al momento in cui l'embrione raggiunge i 7 mm, su di una cartilagine appartenente al secondo arco branchiale, detta *cartilagine di Reichert*, appare la staffa, l'ossicino più piccolo e leggero del corpo umano, del peso di appena 2 mg. Mediante la sua base, detta *platina*, la staffa è solidale alla vescicola labirintica e la sua crescita, grazie a una intensa irrorazione, è molto rapida; quando le dimensioni dell'embrione raggiungono i 19,8 mm, alla staffa viene fornito un corrispondente muscolo, detto *muscolo della staffa* o *stapedio*, che è il più piccolo dei muscoli striati (raggiungerà la lunghezza di circa 6 mm).

Sempre al livello del secondo arco branchiale compaiono la parte alta della laringe e l'osso che la tiene in sospensione, detto *osso ioide*, e due muscoli e tre legamenti che formano il *mazzo di Riolano*; in seguito, dallo stesso arco si formano il ventre anteriore del muscolo digastrico, che regolerà l'apertura della bocca, e tutti gli altri muscoli della faccia, ad eccezione di quello che solleva la palpebra. Sarà proprio mediante l'azione della nostra antica columella, la staffa, che potranno essere controllati e regolati gli

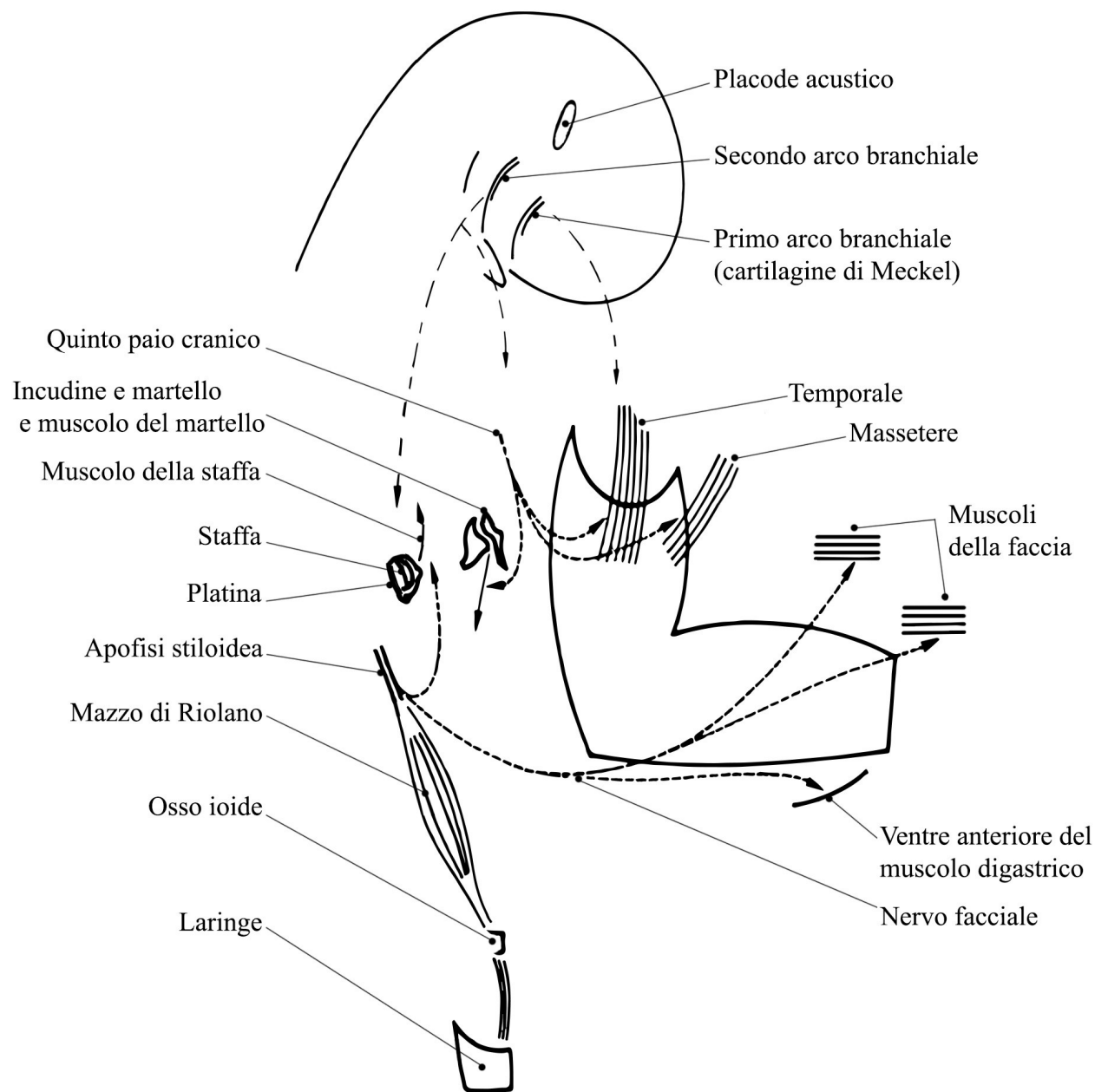
14 *Ivi*, p. 93.

effetti dei rumori prodotti dal movimento della laringe, della mandibola e dei muscoli facciali. Appare quindi già molto evidente la stretta correlazione delle manifestazioni embriologiche fra componenti uditive e fonatorie, tanto più che la funzionalità di quest'insieme è regolata dal medesimo nervo cranico, il *VII paio* o *nervo facciale*.

Nello stesso tempo, sul primo arco branchiale si forma una lamina cartilaginea detta *cartilagine di Meckel*, sulla quale cresce una placca ossea che per i nove decimi della sua estensione si trasformerà nella mascella inferiore; la rimanente decima parte produrrà i due ossicini denominati *incudine* e *martello*. Anche in questo caso è sorprendente il comune sito d'origine dei vari elementi e l'appartenenza degli stessi al medesimo dominio neuronale: il *V nervo cranico* o *trigemino* sovrintende infatti alla regolazione del muscolo tensore del martello e dei muscoli *massetere* e *temporale*, con i quali si aziona la mascella inferiore.

Nel quarto mese e mezzo di gravidanza si completa la formazione del padiglione auricolare, elemento primario dell'orecchio esterno, di provenienza ectodermica e topograficamente ricco di incavi e di sbalzi, di sporgenze e di nervature, atte a ricevere e modellare le informazioni sonore dirette al feto. A suggello del breve compendio embriologico Tomatis scrive: «Le cose sono sistemate al loro posto, l'evoluzione ha obbedito a delle strutture profonde, di cui solo l'induttore detiene il segreto»¹⁵.

15 *Ivi*, p. 97.



8. Schema dell'evoluzione ontogenetica

3. I meccanismi neurologici

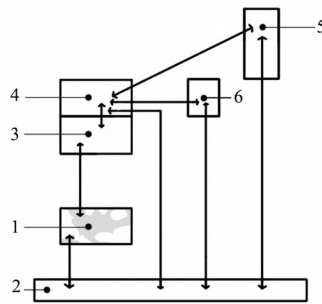
L'orecchio umano, investito di molteplici attività ed elemento essenziale della funzione verbale, ha ragione d'esistere solo se collegato a un tutto, a una rete centralizzata che ne tenga sotto controllo le diverse funzioni, regolandole singolarmente e coordinandole in un mirabile meccanismo organizzato ciberneticamente: si tratta naturalmente del sistema nervoso, di cui Tomatis evidenzia soprattutto la dimensione strutturale, che si mostra architettonicamente sempre più complessa nell'accompagnare la crescita evolutiva e diventa necessariamente gerarchizzata nello svolgimento della funzione centralizzatrice.

In un tutto, ciò che conta è l'equilibrio armonioso delle funzioni. In un'organizzazione così complessa ciò che si impone è la sinergia funzionale. L'uomo è un tutto. E un tutto dentro a un tutto. L'uomo che parla lo fa con tutto il proprio corpo. Quando canta, questa partecipazione del corpo e, beninteso, del sistema nervoso, è ancora più grande¹⁶.

Operando un'estrema semplificazione del complesso sistema neuronale che lega orecchio e cervello, Tomatis individua due grandi reticoli che guidano l'attività della vescicola labirintica e li chiama *integratori*: il primo relativo al vestibolo e il secondo alla coclea.

L'*integratore vestibolare* o *somatico* sovrintende al sistema vestibolare propriamente detto, e cioè all'utricolo, con i suoi canali semi-circolari, e al sacculo; il nervo vestibolare, composto dai nervi utricolare, ampollare e sacculare, colloca il suo ingresso nella parte alta del bulbo e governa la statica e la cinetica di tutto il corpo, sia dal punto di vista motorio, sia da quello sensoriale. Ogni movimento prodotto induce una reazione di ritorno, che si compie attraverso fasci che sono collocati al livello del cervelletto; sulla superficie cerebellare prendono forma connessioni che associano e connettono ogni punto del vestibolo al corrispondente punto del corpo.

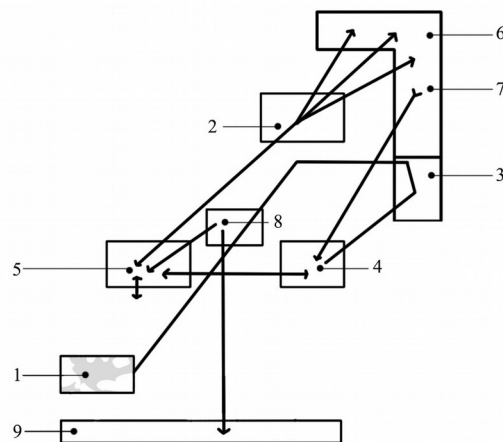
16 Tomatis, 1987, p. 141.



1. Vestibolo 2. Corpo 3. Archeo-cerebellum 4. Paleo-cerebellum
5. Nucleo rosso 6. Oliva bulbare

9. Schema dell'integratore vestibolare

Pur mantenendo un rapporto costante con il vestibolo, la coclea svolge funzioni diverse, in un certo senso *nobili*. Organo dell'udito, capace di discriminare i suoni e quindi fondamentale per l'ascolto, investe una parte molto importante della corteccia, soprattutto quella corrispondente al linguaggio. Non a caso l'*integratore cocleare* viene denominato da Tomatis anche *integratore linguistico*.



1. Coclea 2. Talamo 3. Corteccia temporale 4. Ganglio pontico
5. Neo-cerebellum 6. Corteccia frontale 7. Corteccia parietale
8. Nucleo rosso 9. Corpo

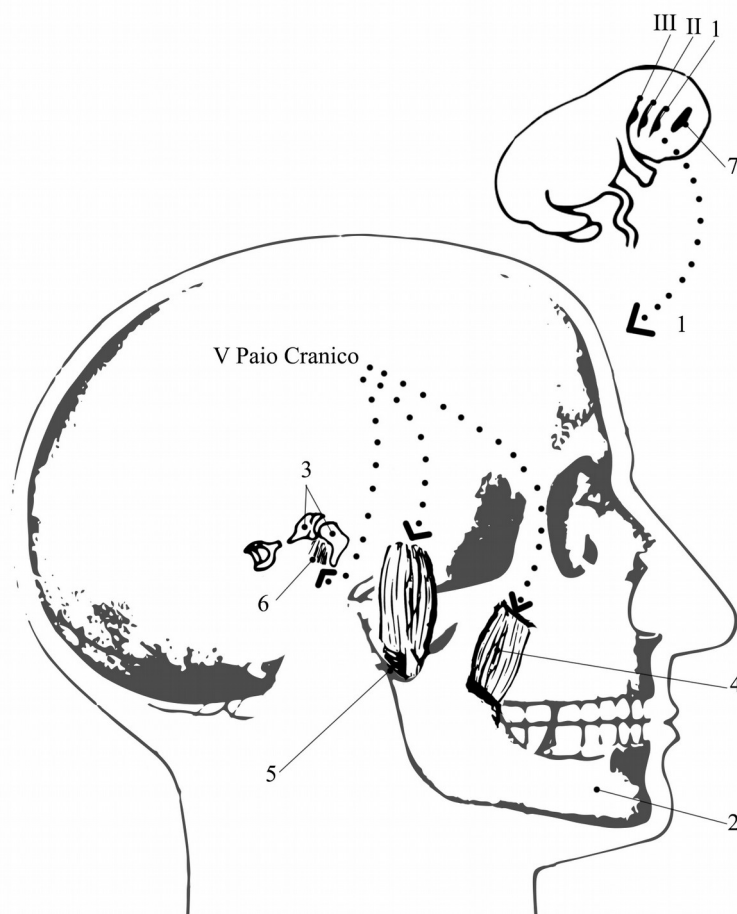
10. Schema dell'integratore cocleare

L'orecchio medio è regolato da due sistemi neuronali: il primo appartiene al VII paio cranico e ad esso compete soprattutto l'innervazione del muscolo della staffa, oltre ai muscoli facciali e pellicciai del collo; il secondo appartiene al V paio cranico, che

presiede all'innervazione del muscolo del martello e dei muscoli della masticazione. Dal punto di vista neurologico, Tomatis distingue perciò nell'orecchio umano due parti principali invece di tre: la prima, interna, è regolata dal muscolo della staffa (appartenente all'orecchio medio) e la seconda, esterna, riguarda la membrana del timpano, regolata a sua volta dal muscolo del martello (appartenente anch'esso all'orecchio medio).

La staffa e il suo muscolo svolgono la regolazione della pressione dei liquidi della vescicola labirintica; il timpano, attraverso l'azione di martello e incudine, opera un controllo calibrato delle tensioni provocate dai suoni.

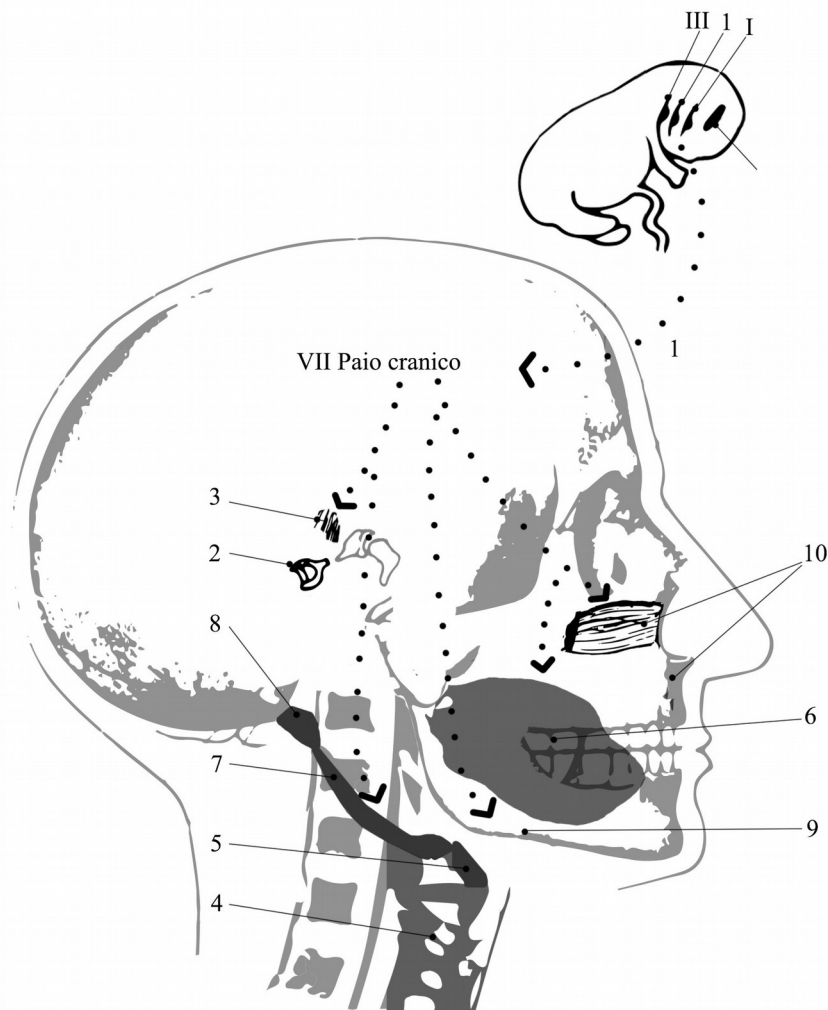
Ancora una volta viene messa in evidenza la stretta correlazione, di derivazione embrionale, fra i due blocchi e alcuni organi della fonazione, di cui ripercorriamo la disamina attraverso una schematica visualizzazione figurativa.



- 1. I plesso branchiale 2. Mascella inferiore 3. Ossicini: martello e incudine
- 4. Muscolo masticatorio 5. Muscolo temporale 6. Muscolo della staffa
- 7. Piastra uditiva

11. Zona del I arco branchiale o dominio del V paio cranico

La muscolatura della mandibola inferiore e quella del muscolo del martello, formatesi nel primo arco branchiale, dipendono entrambe dal nervo mascellare inferiore, ramo del trigemino o V paio cranico; è palese il costante legame fra la tensione della membrana timpanica e la mobilità della mascella inferiore, che dirige i movimenti della bocca al momento dell'atto fonatorio.



1. Il plesso branchiale 2. Staffa 3. Muscolo della staffa 4. Laringe 5. Osso ioide
6. Lingua 7. "Bouquet di Riolan" 8. Apofisi stiloide 9. Ventre anteriore digastrico
10. Muscoli della faccia

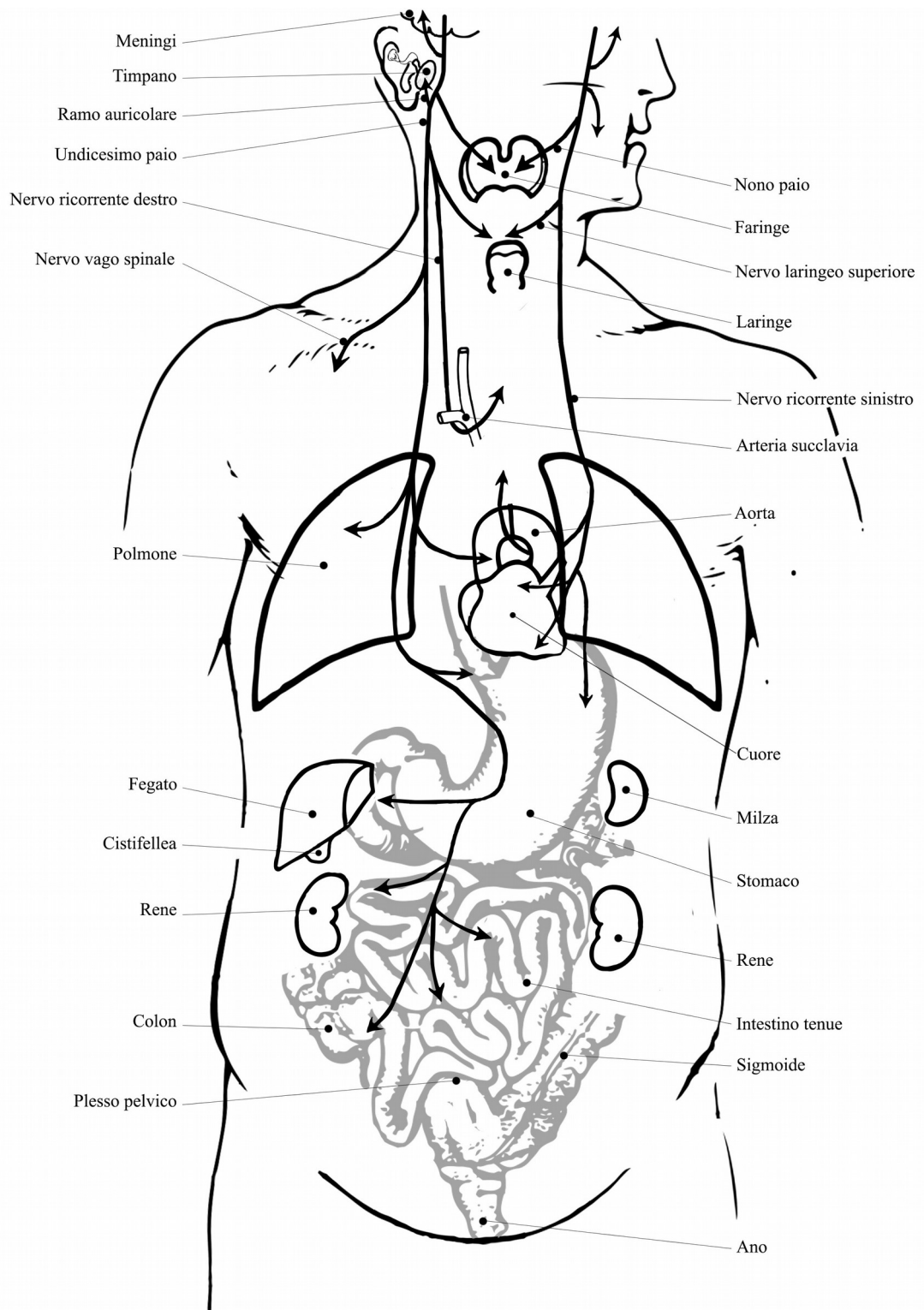
12 Zona del II arco branchiale o dominio del VII paio cranico

Dal secondo arco branchiale si forma la staffa, essenziale per il funzionamento dell'orecchio interno e per tutta una serie di elementi che contribuiscono alla dinamica fonatoria, quali la parte superiore della laringe, l'osso ioide (su cui si inseriscono i

muscoli della lingua), i legamenti e i muscoli, denominati *Bouquet di Riolan*, che tengono sospeso l'osso ioide all'*apofisi stiloide*, il ventre anteriore del muscolo digastrico, i muscoli facciali.

L'orecchio esterno – padiglione e condotto uditivo – è innervato da numerose ramificazioni del V e del VII paio cranico, che ne assicurano la sensibilità, mentre la membrana timpanica, che nel suo ruolo di separatrice appartiene sia all'orecchio esterno sia all'orecchio medio, viene innervata, fra gli altri, da un nervo fondamentale, molto importante per tutto ciò che concerne l'atto fonatorio: si tratta del *nervo pneumogastrico*, detto anche *nervo vago*.

Generalmente i nervi vengono classificati secondo la loro specificità funzionale, e sono divisi in *motori*, quando sono orientati ai muscoli, e *sensori* quando raccolgono l'informazione di ritorno; alcuni però posseggono entrambe le caratteristiche e sono per questo chiamati *senso-motori*. Uno di questi è proprio il nervo pneumogastrico o *X paio cranico*, che opera su una vastissima superficie e ha un'attività insieme sensoriale, motoria e neurovegetativa; è un nervo asimmetrico, essendo la diramazione sinistra più lunga di quella destra, e da solo rappresenta la parte preminente del sistema parasimpatico. Il suo tragitto, particolarmente lungo e complesso, origina dal cranio, attraversa il collo e il torace e termina infine nell'addome, proiettando ad ogni tappa delle ramificazioni, alcune motorie, altre sensitive. Una di queste dà origine al *ramo sensorio auricolare*, raggiungendo la parte inferiore della membrana timpanica (unico punto in cui emerge all'esterno); un'altra sottile ramificazione sensitiva viene lanciata verso il muscolo della staffa, che in termini motori sarà invece attivato dai muscoli facciali. In collegamento con il *IX paio* o *nervo glosso-faringeo*, assicura poi l'innervazione dell'orecchio medio, della faringe, della tromba di Eustachio e della sua relativa muscolatura. Attraverso due ramificazioni va quindi ad innervare la laringe, di cui determina la sensibilità mediante il *nervo laringeo superiore* e la motilità mediante il *nervo laringeo inferiore*, detto anche *nervo ricorrente*. Questa definizione deriva dal suo percorso, poiché nel tratto di ritorno il vago ritorna su se stesso; il tronco destro passa sotto l'arteria succlavia, mentre il sinistro, passando sotto l'aorta, compie un tragitto più lungo. Lasciato il tratto cervicale il nervo vago destro procede nel torace, innervando bronchi, esofago e coronarie; attraversa il diaframma nei pressi del piloro e va ad interessare la piccola incurvatura dello stomaco, dietro al quale si ricongiunge col suo omologo sinistro, coinvolgendo poi tutti gli organi dalla cavità viscerale – intestino tenue, colon, sigmoide, retto – e innervando milza, pancreas, fegato, reni.



13. Percorso del nervo vago o pneumogastrico

Il sistema simpatico, che costituisce una parte del sistema nervoso autonomo, assicura i ritmi vitali fondamentali e lavora in parallelo con il parasimpatico, di cui, come abbiamo visto, il nervo vago rappresenta una parte essenziale. Tomatis mette in evidenza il fatto che, se lo svolgimento armonico dei normali ritmi cardiaci, respiratori, nutritivi, etc. viene alterato dall'intervento di un parasimpatico caricato in modo eccessivo di informazioni incongrue o dissonanti, il normale bilanciamento fra i due sistemi complementari viene perturbato, generando un disequilibrio di carattere psicosomatico, caratterizzato da disturbi quali insufficienza respiratoria, angina pectoris, problemi digestivi, asma, otite, etc. Toccando il ramo esterno del vago – quello che innerva il timpano – si va a toccare nel contempo tutta la zona sottostante: in particolare, per quello che riguarda la fonazione, si agisce sulla faringe, sulla laringe e sul sistema bronco-polmonare.

Senza che sia necessario entrare in maggiori dettagli, è facile cogliere a questo punto l'importanza del nervo vagale nell'ambito del canto. Perché questo sia un atto di creatività, il pneumogastrico deve essere libero e liberato. Deve indurre ogni cantante a ritrovare coscientemente il vero ritmo respiratorio, così come il ritmo cardiaco e viscerale, affinché, in una sinergia funzionale, questa rete interiore sia in armonia con l'insieme laringeo, la postura, l'atteggiamento etc. Ancora una volta, tutto è nel tutto. Nulla fa eccezione¹⁷.

Anche nel linguaggio parlato uno squilibrio nell'attività del nervo vago può influenzare la fluidità articolatoria dell'emissione verbale. L'espressione del proprio pensiero attraverso una semantica coerentemente organizzata ha sempre bisogno di un sistema ben regolato, in cui i diversi elementi devono agire in base allo stesso orientamento.

4. I circuiti audio-fonatori

Su un argomento così complesso come il funzionamento intrinseco dell'orecchio, che per gli stessi specialisti presenta ancora qualche lato controverso o oscuro, e soprattutto sulle interazioni fra ascolto e fonazione, Tomatis intraprende un percorso scientifico coraggioso e innovativo, che però poggia esclusivamente su dati di fatto che egli considera condivisi e incontrovertibili. L'intento è quello di agevolare la comprensione di un'attività organica che, dal punto di vista neuronale, appare strutturata

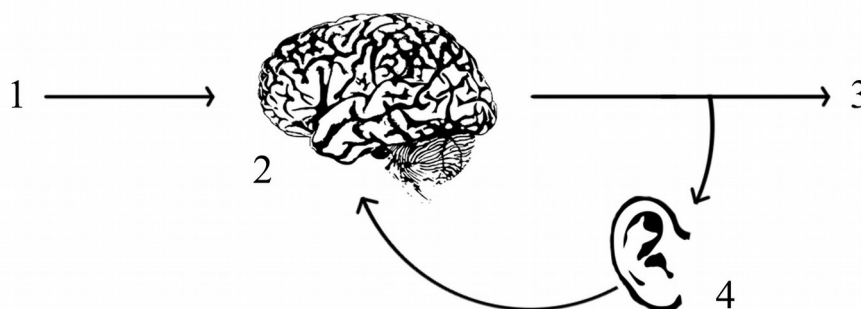
¹⁷ *Ivi*, p. 155.

in maniera complessa e articolata, semplificandone il più possibile lo schema funzionale.

Per realizzare il suo proposito egli si avvale dei principi della scienza cibernetica:

La cibernetica è una scienza che si vuole recente e che tuttavia è vecchia come il mondo, poiché è la scienza del controllo, del timone, del pilotaggio, del governo, per riprendere il termine platonico. Ora, tutto è controllo in questo mondo, dal cosmo nella sua evoluzione siderale fino alle cellule del corpo umano nei loro intimi meccanismi¹⁸.

Il circuito cibernetico preso in esame è quello che viene denominato *ad anello*, che, sul percorso di una risposta di controllo, presenta un'entrata e un'uscita. Il controllo viene effettuato da un organo preposto a questa funzione, che usualmente viene definito *ricevitore*: nell'atto fonatorio il ricevitore è l'orecchio, il sistema di controllo è l'ascolto.



1. Intenzionalità 2. Cervello 3. Atto cantato 4. Ricevitore uditivo

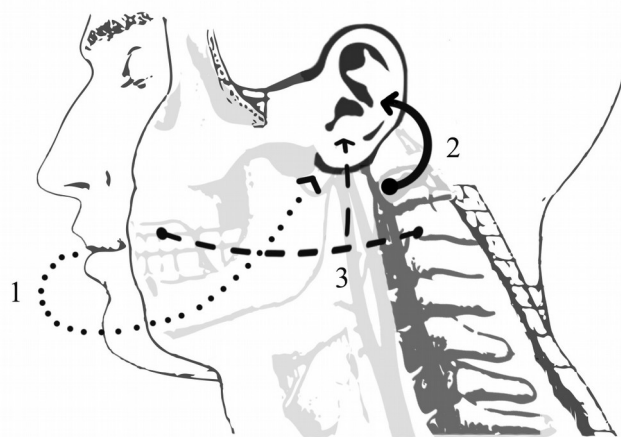
14. Schema del diagramma cibernetico dell'atto fonatorio

Nello schema si può osservare come l'intenzionalità, originata nel cervello, produce il gesto vocale e come questo sia raccolto dal ricevitore che, assumendone il controllo, invia al cervello tutta una serie di informazioni.

18 *Ivi*, p. 157.

Il ricevitore uditivo non è tuttavia un organo passivo, poiché il controllo che esercita è in un certo senso di tipo *previsionale*: il cervello impartisce un ordine che provoca nel ricevitore un adattamento per percepire al meglio il messaggio, ma nello stesso tempo il ricevitore si organizza per regolare l'atto fonatorio in modo corrispondente a quanto richiesto. Si pone quindi nella posizione di ascolto e, ricevuto il comando tramite il sistema nervoso centrale, usando la medesima via restituisce ciò che ha percepito. Lo fa utilizzando due modalità: una vestibolare, con cui organizzerà la gestualità necessaria all'atto fonatorio, e una cocleare, con cui regolerà l'ascolto.

L'emissione vocale è dunque strettamente controllata dall'orecchio, che usa diverse modalità per assolvere questo compito: a parte quella per via *tendineo-muscolare*, che a causa della sua inefficacia andrà sempre evitata, la più importante e la più auspicabile dal punto di vista qualitativo è quella per *via ossea*, che riguarda il circuito interno fra laringe e orecchio; la seconda è quella per *via aerea*, che riguarda invece il circuito orale, dalla bocca al padiglione auricolare. Come vedremo nei capitoli dedicati alla tecnica audio-vocale, i due circuiti prevedono utilizzazioni distinte, poiché esercitano ruoli diversi: quello osseo è preposto al controllo della fonazione, quello aereo al controllo dell'articolazione del suono.

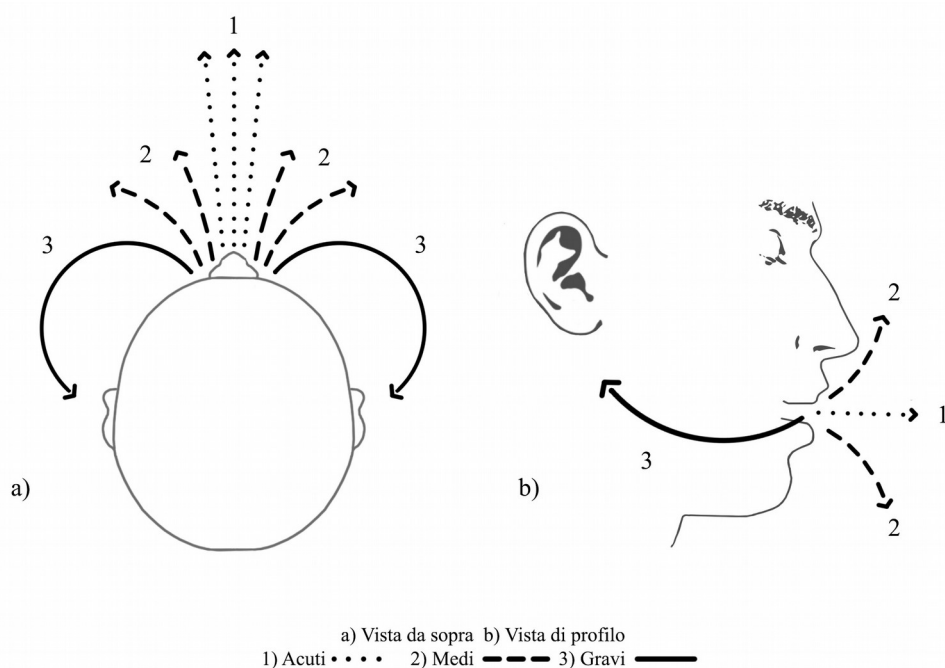


1. Via aerea 2. Via ossea ——— 3. Via tendinea muscolare - - - -

15. I circuiti audio-vocali

Il circuito aereo, a causa della sua struttura anatomica, è meno adatto di quello osseo per il controllo della fonazione. Dobbiamo considerare che ogni suono emesso è un suono complesso, essendo composto da una frequenza fondamentale e dagli armonici ad essa associati, e che la propagazione del suono nell'aria varia a seconda della ripartizione frequenziale: le frequenze acute sono molto *direttive* e seguono una linea retta, le frequenze medie si espandono con maggiore ampiezza, quelle gravi compiono un tragitto sferico e investono per prime il padiglione uditivo.

Per questo motivo l'orecchio percepisce soprattutto le frequenze gravi della voce¹⁹.



16. Propagazione e ripartizione delle frequenze

Il circuito cibernetico fisiologico comprende dunque, nella sua sequenza, un organo di comando, in questo caso l'encefalo; i componenti incaricati della trasmissione (le fibre nervose *efferenti motorie*, che trasmettono i segnali ai vari distretti muscolari e quelle *afferenti sensitive*, che da questi ultimi riportano le risposte sensoriali); un organo di controllo, l'orecchio, che coordina e organizza tutta una serie di dati, raccolti attraverso la conduzione aerea e la conduzione ossea.

¹⁹ Il fenomeno può essere esemplificato riportando un'esperienza molto comune: solitamente, quando si ascolta la propria voce registrata, essa ci appare più acuta, diversa da come siamo abituati a sentirla.

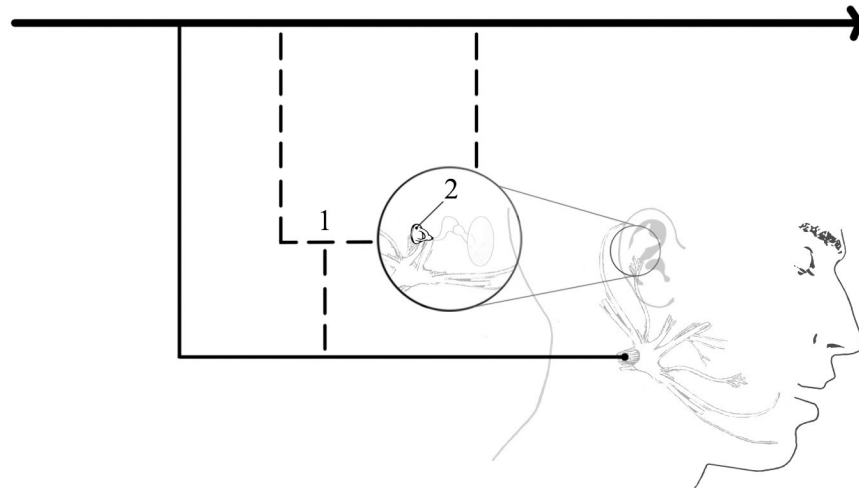
CAPITOLO III

I CIRCUITI CIBERNETICI

Ricollegandoci all'analisi dell'anatomia dell'orecchio operata da Tomatis, due sono i blocchi che concorrono ai meccanismi regolati dal ricevitore uditivo, uno sotto il dominio del VII paio e l'altro del V paio. Si possono quindi delineare i singoli circuiti di controllo:

1) Circuito audio-facciale

I muscoli della faccia sono molto importanti non solo per la funzione d'ascolto, ma anche nel vero e proprio atto fonatorio. La regolazione avviene tramite le fibre nervose motorie del nervo *facciale* o VII paio cranico, in sinergia con i movimenti della staffa, mentre al nervo trigemino, ramificazione del V paio cranico, viene affidato il comando della parte sensitiva.

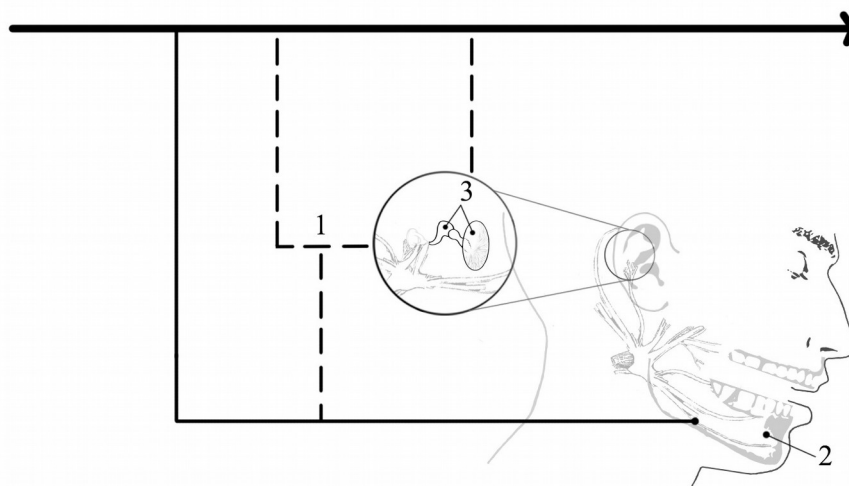


1. Nervo facciale (VII paio) 2. Staffa

17. Circuito audio-facciale

2) Circuito audio-mandibolare

Anche in questo circuito si riscontrano elementi che competono ai due domini neurologici e che operano in stretto rapporto dialettico fra di loro: al nervo mascellare inferiore, ramificazione del V paio, appartengono il muscolo *massetere* e quello *temporale* – muscoli flessori che agiscono sulla chiusura della bocca – mentre per l'apertura della stessa è destinato il ventre anteriore del muscolo *digastrico*, muscolo estensore che deriva dal VII paio.

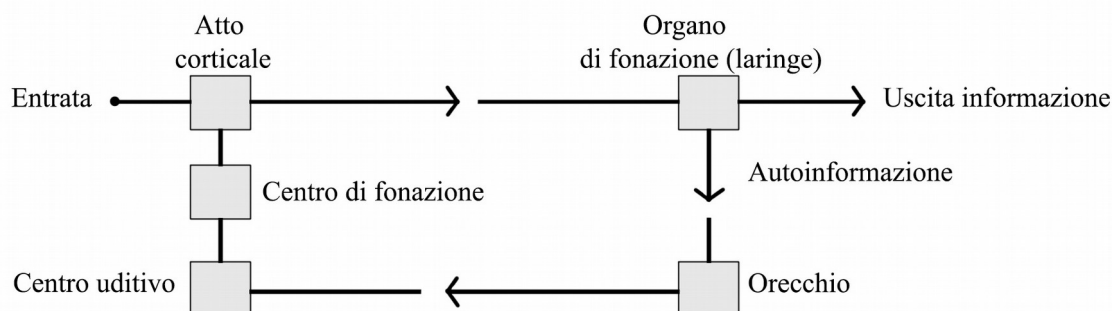


1. Nervo mascellare inferiore (V paio) 2. Mandibola
3. Complesso incudine-martello

18. Circuito audio-mandibolare

3) Circuito audio-laringeo

La *laringe* è inequivocabilmente l'organo primario della fonazione: di conformazione muscolare-cartilaginea, è collocata sopra la trachea e contiene le *corde vocali*, grazie alla cui vibrazione si genera il suono. Quest'ultimo viene immediatamente controllato dal ricevitore uditivo, che agisce unificando a livello dell'orecchio interno il messaggio proveniente da due circuiti: attraverso quello della via ossea regola il suono fondamentale, o *formante*, e attraverso quello della via aerea, regola l'articolazione vocale.



19. Circuito audio-laringeo

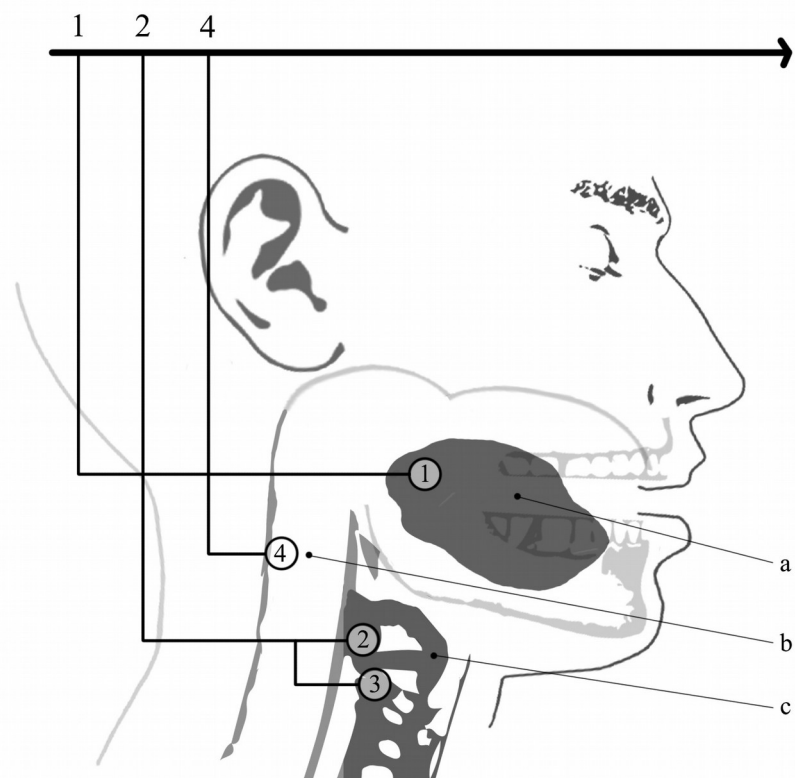
Lo schema cibernetico del circuito orecchio-laringeo mostra come, all'ingresso del sistema, ci sia un atto corticale caratterizzato dalla determinazione di emettere un suono. L'impulso raggiunge gli organi fonatori, in special modo la laringe, che in uscita produrranno l'informazione sonora; una parte dell'informazione sarà però destinata all'orecchio, che la girerà ai centri uditivi, e da questi ai centri della fonazione, dando origine così al percorso di ritorno del messaggio.

Ci si ricordi che questo circuito ad anello, che abbiamo evidenziato già nel 1946-1947, ci consentiva di fare della cibernetica senza saperlo. In effetti, la nascita di questa scienza approdata in America grazie a Wiener è fissata nel 1949. Ma è dalla nostra prima constatazione, che abbiamo ripetutamente presentato, che sono iniziate tutte le nostre ricerche²⁰.

4) Circuito audio-faringeo e audio-linguale

Per quanto riguarda la faringe, è importantissimo inibire l'azione dei muscoli costrittori, in modo da assicurare il più possibile la dilatazione della cavità, mantenendone la massima estensione. L'orecchio compie le regolazioni attraverso il *nervo faringeo* o *IX paio*, emanazione del fascio nervoso *vestibolare ascendente* o *vestibolo-mesencefalico*. La lingua, organo preposto in origine alla deglutizione, ha un ruolo essenziale nell'articolazione del suono. È composta da 17 muscoli, posti sotto il dominio del *nervo grande ipoglosso* appartenente al XII paio.

²⁰ ccTomatis, 1987, p. 171.



a. Lingua b. Faringe c. Laringe

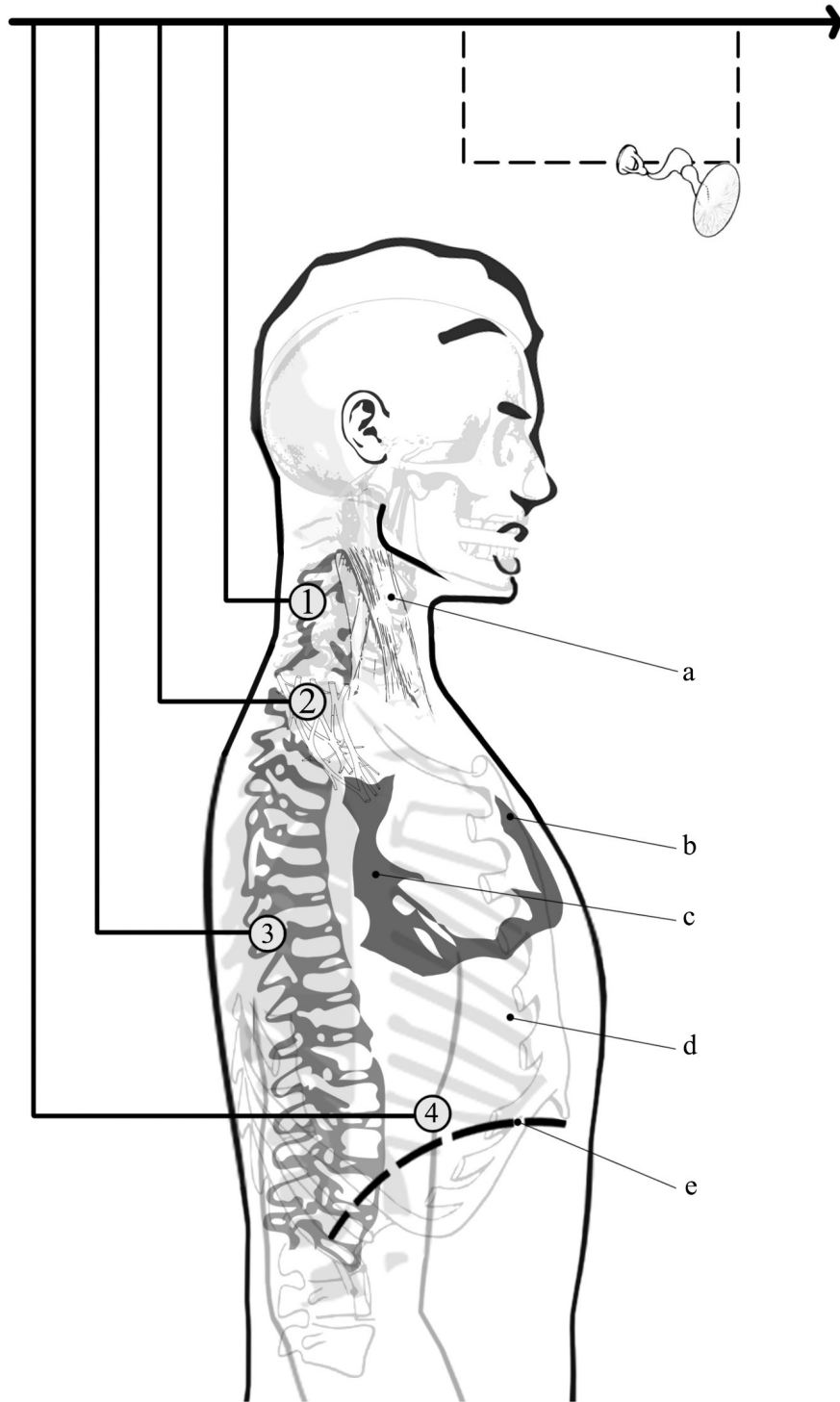
1. Nervo grande ipoglosso (XII paio) 2. Nervo pneumogastrico (X paio)
3. Nervi ricorrenti 4. Nervo glosso-faringeo (IX paio)

20. Circuito audio-faringeo e circuito audio-linguale

5) Circuito audio-toracico

La cassa toracica contiene i polmoni, organi che costituiscono il propulsore primario del processo respiratorio che porta all'emissione vocale. Sotto ai polmoni si trova una potente lamina muscolare, il *diaframma*, che divide il torace dall'addome; lateralmente è posta la griglia delle costole, che si collega anteriormente allo sterno (ad eccezione delle costole inferiori) e posteriormente alla colonna vertebrale nella sua parte dorsale.

I circuiti che controllano i muscoli del torace – pettorali, dorsali, intercostali etc. – sono costantemente regolati dal sistema cocleo-vestibolare attraverso il *fascio nervoso vestibolo-mesencefalico* e la *banda longitudinale posteriore*; il diaframma è controllato dal *nervo frenico*.

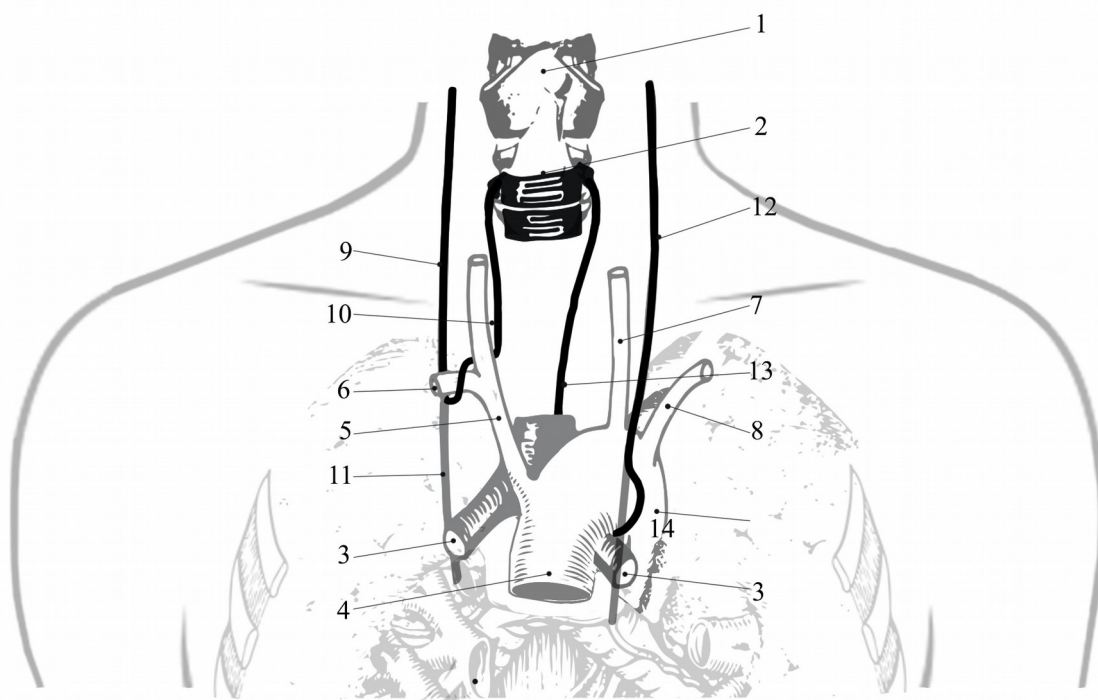


- a. Muscolo sterno-cleido-mastoideo b. Grande pettorale c. Piccolo pettorale
 d. Muscoli intercostali e. Diaframma
 1. Nervo spinale 2. Plesso brachiale 3. Nervo intercostale 4. Nervo frenico

21. Circuito audio-toracico

6) Circuito audio-ricorrenziale

È un circuito governato dal nervo vago, o X paio, e riguarda soprattutto la regolazione della laringe mediante i *nervi ricorrenti* asimmetrici destro e sinistro, nel loro percorso di ritorno. Mentre il destro passa sotto la succlavia, il ricorrente sinistro percorre un tragitto più lungo, compiendo un'ansa più ampia e passando sotto l'aorta.



1. Laringe 2. Trachea 3. Bronchi 4. Aorta 5. Arteria carotide primaria destra
6. Arteria succlavia destra 7. Arteria carotide primaria sinistra 8. Arteria succlavia sinistra
9. Nervo pneumogastrico (X paio) destro 10. Ricorrente destro 11. Ansa succlavia
12. Nervo pneumogastrico sinistro 13. Ricorrente sinistro
14. Ansa sub-aortica

22. Circuito audio-ricorrenziale

Tomatis ritiene il ricorrente destro l'elemento fondamentale del circuito audio-vocale, in quanto garantisce la realizzazione dell'atto fonatorio di qualità. Ritiene altresì che certi fenomeni all'origine della balbuzie o la lateralizzazione della dinamica funzionale del linguaggio e del canto (una persona parla o canta più da un lato che da un altro) rientrino nello stesso presupposto.

È a partire da questa anomalia, da questa asimmetria, che i due emisferi cerebrali sono portati a funzionare in modo asincrono. Quindi, ogni organizzazione evolutiva che si voglia instaurare nei meccanismi regolati dal linguaggio fa fiorire strutture verbali e gestuali asimmetriche²¹.

7) Circuito audio-lombare e circuito audio-cervicale

Il posizionamento del bacino è essenziale per l'emissione vocale: quando il bacino è correttamente spostato in avanti, diminuisce l'insellatura lombare, contribuendo al raggiungimento della verticalità posturale. Ad ogni movimento del bacino corrisponde una reazione, a livello della nuca, che riguarda l'insellatura cervicale. Tutte queste reazioni sono naturalmente regolate dal sistema vestibolo-cocleare.

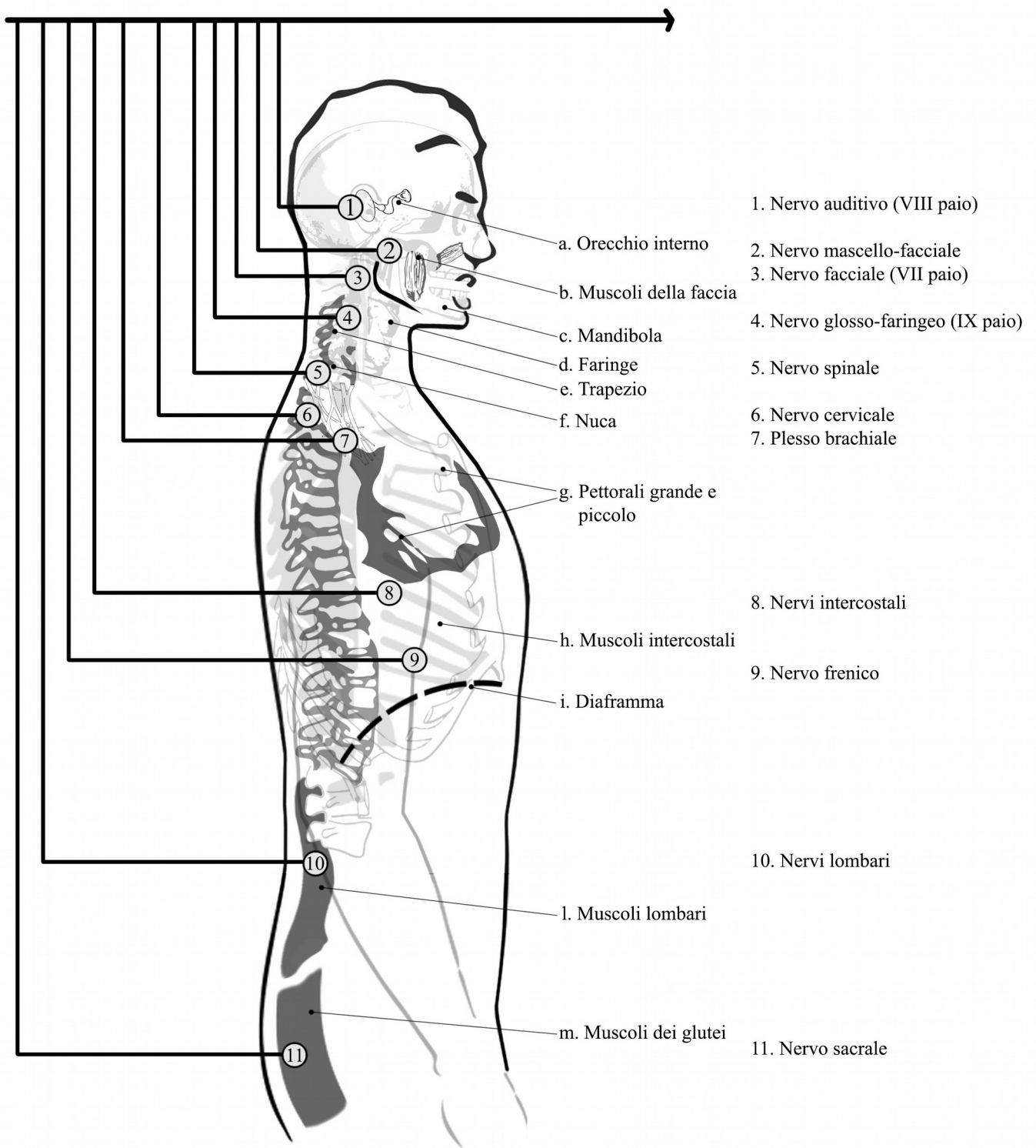
8) Circuiti audio-corporei

È il corpo intero che, agendo come uno strumento musicale, entra in risonanza grazie al suo sistema scheletrico. «La struttura ossea partecipa nella sua totalità proprio per il fatto che la colonna vertebrale è il supporto e la sede dove si generano il rinforzo e la laringe»²².

In questo schema riassuntivo si possono individuare tutte le interazioni fra orecchio e corpo.

21 *Ivi*, pp. 176-177.

22 *Ivi*, pp. 179-180.



23. Circuiti audio-corporei

CAPITOLO IV

1. L'EFFETTO TOMATIS

Il contributo di Tomatis e la sua teoria dell'ascolto vengono definiti sinteticamente *Effetto Tomatis*; ciò deriva dalle conclusioni di un lavoro di verifica che l'équipe di Raoul Husson, celebre fisiologo ortofonista, aveva condotto nei laboratori della Sorbona riproducendo fedelmente gli esperimenti di Tomatis. I risultati, attraverso una presentazione del Dr. Moulonguet, erano stati pubblicati nel *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine* del 4 giugno 1957. Riportiamo qui la traduzione dei passi essenziali.

A. Tomatis ha segnalato, nel 1954, un fatto del più grande interesse: se un soggetto emette una vocale davanti a un microfono, il cui segnale passa in un filtro che ne sopprime una certa banda di frequenza prima d'essere restituito a delle cuffie poste sulle orecchie del soggetto, la banda presa in considerazione si ritrova egualmente soppressa nella voce del soggetto. Per lo stesso processo, e sempre secondo lo stesso autore, la voce di un soggetto colpito da scotoma uditivo è amputata degli armonici contenuti nell'isolato spazio tonale soppresso. Tomatis ha concretizzato questi fatti nella formula: "La voce contiene solo gli armonici che l'orecchio è in grado di udire".

Il presente lavoro è stato creato con l'intento di studiare nei dettagli i singoli fenomeni sopra sintetizzati e di chiarirne i meccanismi neurologici di realizzazione.

[...] Il soggetto emette una vocale tenuta (fornitura F) nel microfono, il cui segnale è diretto all'amplificatore differenziale di frequenze che lo trasforma in fornitura F' modificata secondo la volontà dell'operatore. La fornitura F' è inviata alle orecchie del soggetto mediante cuffia con doppi auricolari. Si osserva come la fornitura emessa F si modifica sotto l'effetto della stimolazione uditiva. La verifica è condotta mediante l'analizzatore di frequenze e il laringo-stroboscopio.

[...] L'insieme dei risultati si può interpretare come segue: quando il soggetto emette una fornitura F, trasformata dal filtraggio in una fornitura F', egli percepisce nelle sue orecchie la fornitura F'. Questa, percepita dalla corteccia uditiva, raggiunge le zone di integrazione dove si realizzano gli *schemi corporei vocali* del soggetto, e gli risveglia lo schema corporeo vocale legato a F'. Quest'ultimo, in origine differente dallo schema corporeo vocale del suono emesso F, provoca delle reazioni di adattamento appropriate per F' e non per F. *Così, attraverso la controreazione, il soggetto realizza (o innesca) le regolazioni della postura faringo-buccale e*

gli adattamenti del tono laringeo che permettono la realizzazione della fornitura F' e non più quella di F.

Il contributo sensoriale uditivo corregge così automaticamente, attraverso il gioco delle fibre “gamma” che assicurano le stimolazioni intrafusali, la regolazione propriocettiva d’origine muscolare, come si può constatare nelle correzioni visuali dei fenomeni di equilibrio.

A questi fenomeni di controreazione d’origine uditiva che, quando si realizzano, modificano la fornitura (o il timbro) della voce del soggetto, si deve dare il nome di *Effetto Tomatis*, l’autore che per primo li ha osservati e descritti²³.

Possiamo quindi riassumere la teoria sull’ascolto elaborata da Tomatis, enunciandone le tre leggi fondamentali:

- 1) La voce contiene solo le frequenze che l’orecchio è in grado di percepire.
- 2) Se l’ascolto viene modificato, si modifica immediatamente e inconsciamente anche la voce.
- 3) Quando la stimolazione uditiva viene mantenuta per un certo tempo, la fonazione si modifica in modo duraturo.

2. L’ORECCHIO ELETTRONICO

L’Orecchio Elettronico a *Effetto Tomatis* è un’apparecchiatura messa a punto dallo scienziato negli anni Cinquanta, quindi brevettata e presentata all’Esposizione Universale di Bruxelles nel 1958. Nel corso degli anni la macchina ha mantenuto inalterati i principi fondamentali, ma si è evoluta dal punto di vista tecnologico grazie agli enormi progressi dell’elettronica.

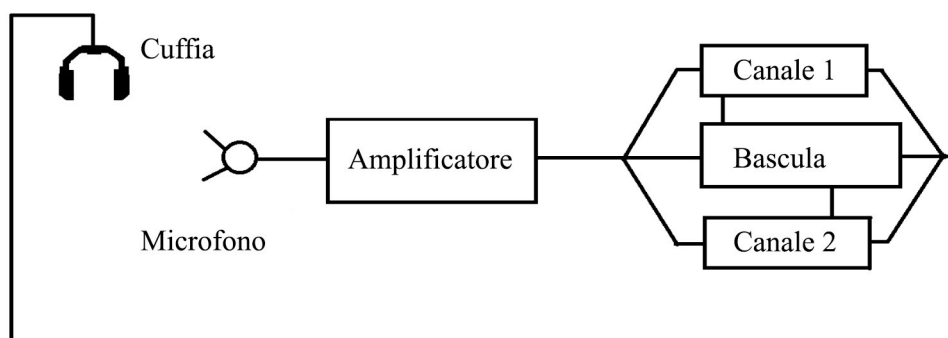
L’ascolto passivo

L’apparecchiatura prevede una serie di amplificatori, filtri e bascule elettroniche. I suoni (CD registrati in laboratorio) riprodotti da una fonte di altissima qualità, vengono inviati alla macchina che elabora il segnale sonoro e lo restituisce in cuffia al soggetto. Le cuffie, oltre ai normali auricolari per la conduzione aerea timpanica, sono dotate di un vibratore che si posiziona alla sommità del capo e che trasmette il suono attraverso la conduzione ossea.

23 Husson 1957, pp. 393-395 (corsivi nell’originale).

La macchina viene regolata in maniera tale da assicurare l'ascolto ottimale, in modo da eliminare gli scotomi (caduta della curva d'ascolto su certe frequenze) e riportare la curva alla progressione ascendente, elemento essenziale per assicurare un livello percettivo qualitativamente ottimale.

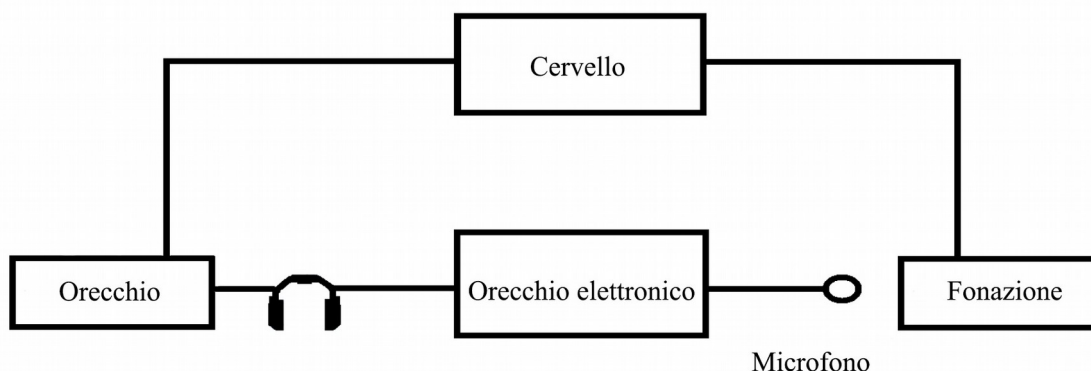
Il suono, attraverso una bascula, viene alternativamente fatto passare su due canali distinti. Uno agisce sulla tensione dei muscoli adattatori dell'orecchio medio (martello e staffa), l'altro sulla loro distensione. Questa microginnastica, se protratta per un certo tempo, crea un graduale e permanente condizionamento muscolare che permette all'orecchio di regolare poi spontaneamente il buon funzionamento della trasmissione e dell'analisi dei suoni.



25. Schema dell'Orecchio Elettronico

L'Orecchio Elettronico agisce anche su altri fattori quali:

- 1) La **latenza**, cioè la rapidità con cui il nostro apparato uditivo capta il messaggio sonoro;
- 2) La **precessione**, che instaura un fenomeno di *previsione* del suono e gioca sul rapporto fra conduzione aerea e conduzione ossea;
- 3) La **lateralità**, che privilegia la funzione dominante dell'orecchio destro.



26. Schema del training attivo

Il soggetto parla o canta davanti a un microfono che capta la voce e la invia all'Orecchio Elettronico. Qui, a seconda delle esigenze, il suono viene filtrato frequenzialmente e restituito in tempo reale al soggetto mediante le cuffie. In questo modo si attivano le contoreazioni della voce sull'ascolto, per cui viene esercitata la corretta emissione grazie alla regolazione del circuito audio- vocale.

A questo punto ci sembra utile riportare la rilevante testimonianza di André Le Gall²⁴, ispettore generale della Pubblica Istruzione, che per un certo periodo aveva regolarmente frequentato il laboratorio di Tomatis. Di seguito un breve ma significativo estratto dalla monografia in cui Le Gall raccoglie le sue osservazioni.

Il dr. Tomatis spiega di aver avviato il condizionamento dell'orecchio obbligandolo a sentire un suono in una certa maniera, a partire dall'emissione di quel suono stesso. Detto altrimenti, il gesto vocale che chiameremo G1 e che porta a un'emissione E1 di cattiva qualità, risponde, ora lo si sa, a un ascolto globale A1. Per sostituire all'emissione mediocre E1, e quindi al gesto vocale G1, un gesto vocale G2 e una buona emissione E2, basta obbligare l'orecchio a utilizzare una *modalità adattativa* [...] che determini il modo di sentire A2.

È dunque sufficiente, per cancellare il gesto G1 e veder comparire d'ora in avanti solo il gesto G2, condizionare l'apparato uditivo a una nuova modalità adattativa dell'emissione dei suoni.

24 A. Le Gall, *Le Redressement de certaines déficiences psychologiques et psychopédagogiques par l'appareil à effet Tomatis*. Paris: Centre du langage, 1961.

Per impiegare questo condizionamento A. Tomatis utilizza dunque da molti anni il seguente dispositivo:

- Un microfono M accede a un amplificatore da cui derivano due circuiti differenti, che pongono in atto due canali che non funzionano simultaneamente.
- Per una data intensità, modificabile a volontà, resta aperto solo il canale C1. Esso permette al soggetto sottoposto all'esperimento di ascoltarsi come d'abitudine, tanto che per lui nulla è cambiato. A partire dall'emissione di un suono da parte sua, appena aggiunge al rumore ambientale, sempre presente, un'intensità complementare che non è altro che quella da lui prodotta, il canale C1 si chiude e si apre solo il canale C2. Questo secondo canale elettronico obbliga l'orecchio a un'altra modalità di controllo da noi scelta, quella che risponde segnatamente all'emissione di una bella voce. In altre parole, l'apertura del canale C2 avviene attraverso un sistema detto "di bascula", che permette di passare automaticamente dal modo A1 di ascoltare, inerente al gesto G1 da eliminare, al modo di ascoltare A2 proprio del gesto G2 da ricercare.
- Terminata l'emissione vocale, l'intensità ridotta in egual misura fa basculare il sistema in senso inverso e C1 si apre mentre C2 si spegne. Questo ciclo ricomincia ogni volta che il soggetto vuole parlare e il condizionamento compare molto velocemente. Già dai primi giorni, dopo una seduta di mezz'ora, persiste una rimanenza di mezz'ora circa. In capo a qualche settimana diventa permanente.
- Del resto questo gioco di bascula può diventare rapidamente un fenomeno cosciente e determinare a piacimento la possibilità di udire ciò che si vuole.

[...] Dopo la modificazione della fonazione attraverso la modificazione dell'ascolto, che rimane la scoperta principale, la rimanenza costituisce una seconda constatazione in egual modo essenziale [...]. Comprovando la realtà di un condizionamento efficace alle due estremità della catena udito-fonazione, ciò ci dà il diritto di pensare che i fenomeni *psicologici* intermedi possano ugualmente essere liberati con questo mezzo da certi condizionamenti paralizzanti o disturbanti e ricondizionati nel senso dell'apertura e dell'efficienza.

Ci si permetterà di insistere su quest'ultima indicazione: l'apparecchio Tomatis non ha per niente il fine di condizionare artificialmente il soggetto. Non è una macchina per uniformare gli orecchi e i cervelli. È al contrario *uno strumento capace di aiutare l'individuo traumatizzato, frustrato, disadattato o bloccato a causa di qualche avvenimento della sua storia, a ritrovare, attraverso la piena apertura, cioè la piena liberazione delle sue percezioni uditive, l'autentica libertà della sua natura, la dinamica libertà del suo destino.*

Questa terapia è certo un condizionamento, ma un condizionamento liberatorio²⁵.

25 Citato in Tomatis, 1990, pp. 97-99 (corsivi nell'originale).

CAPITOLO V

LINGUAGGIO E PAESAGGIO SONORO

Un altro importante ambito di ricerca indagato da Tomatis è quello che concerne lo studio delle lingue, di cui lo scienziato traccia un'autentica mappa neuro-funzionale, introducendo la nozione di *paesaggio sonoro*, vero e proprio territorio acustico che contraddistingue ciascuna lingua.

Nel suo testo *Nous sommes tous nés polyglottes* ne delinea i criteri essenziali e specifici, basi indispensabili per poter accedere a modalità di apprendimento veloci ed efficaci:

In quest'opera vorrei spiegare che, per apprendere una lingua straniera, bisogna sentirla e sentirla fino a saperla ascoltare. Bisogna poterla esaminare in dettaglio, valutarla, analizzarla in tutti i suoi parametri, le sue modulazioni, le sue inflessioni, i suoi attacchi, le sue tenute, nei suoi rilasci dei suoni, nelle sue cadenze, nelle sue sequenze. Per penetrare in questo universo linguistico bisogna anche entrare nella sua psicologia, risuonare agli accenti della sua anima, individuare i fattori più rilevanti delle sue caratteristiche etniche, aderire alle diverse cristallizzazioni del suo pensiero, infine cogliere le sottigliezze che ogni messaggio sottende. Per questo è necessario ascoltare "in modo identico", *ad integrum*, per poter essere capaci, alla fine del percorso, di integrare il messaggio²⁶.

Particolarmente pertinente è la considerazione tratta dalla Prefazione all'edizione italiana dello stesso scritto, a cura di Concetto Campo:

Con la chiarezza che gli è tipica, Tomatis espone i parametri fisico-acustici che contraddistinguono le varie lingue. Parlare una determinata lingua è, per Tomatis, adottare un atteggiamento fisico e psicologico che è caratteristico dei nativi parlanti quella lingua e che in buona parte è inscindibile dal programma neuromuscolare imposto da questa²⁷.

Il fattore determinante per Tomatis è l'impedenza acustica dell'aria, cioè l'insieme delle resistenze minime prodotte dall'ambiente circostante nel momento in cui questo è investito dalla produzione di un suono. L'aria, attraverso la quale il suono si propaga,

26 Tomatis, 1991, p. 13 (corsivo nell'originale).

27 Tomatis, 2003, p. 9.

possiede caratteristiche specifiche dipendenti da fattori geografici, climatici e ambientali, per cui la trasmissione sonora viene più o meno agevolata o impedita; l'intensità del suono è incrementata o attenuata dalle variazioni della resistenza del mezzo, dando origine a zone frequenziali percettivamente sfavorite o privilegiate e determinando quindi una specifica mappatura acustico-linguistica.

Per diversi anni Tomatis, servendosi di una semplice apparecchiatura, ha condotto delle minuziose ricerche in numerose parti del mondo; dotato di un generatore di suoni e di un microfono, ha registrato in diverse zone geografiche suoni identici ad una determinata distanza, raccogliendo una grande quantità di materiale sonoro. Grazie ad un analizzatore panoramico ha poi scomposto frequenzialmente i suoni registrati, evidenziando il fatto che lo stesso suono, registrato con la stessa modalità ma in luoghi diversi, presentava precise modificazioni, dovute alla variazione d'impedenza dell'aria.

Lo stesso procedimento è stato attuato anche con le voci umane, confermando in maniera sorprendente le analogie frequenziali tra soggetti appartenenti alla stessa zona geografica. L'immersione in un *bagno acustico* specifico, che presenta peculiari parametri e caratteristiche, costringe l'orecchio ad un inevitabile adattamento a tali parametri, con un automatico condizionamento della fonazione dovuto alla controreazione dell'ascolto sulla voce.

Elementi ereditari, culturali o sociologici non vanno certo sottovalutati, ma l'influenza dell'acustica ambientale ricopre senza dubbio un ruolo essenziale.

Per fare un esempio concreto, consideriamo l'emigrante inglese che secoli fa è approdato sul continente americano, dove l'impedenza dell'aria enfatizza le frequenze intorno ai 1500 Hz; questa è una zona frequenziale a cui lui può fisiologicamente accedere, ma che non corrisponde al suo ascolto abituale. Progressivamente si instaura in lui una nuova modalità percettiva che va a influenzare il sistema profondo delle risposte uditive e delle controreazioni neurali; il soggetto ha modificato le sue coordinate posturali, adottando una diversa disposizione anche dal punto di vista psicologico e comportamentale. La variazione dell'impedenza ha obbligato il sistema senso-motorio e moto-sensorio ad un inesorabile adattamento al nuovo universo acustico. Le modificazioni della tensione dei muscoli del martello e della staffa operano sulla globalità del sistema nervoso e sui nervi cranici in particolare: il VII paio cranico controlla il muscolo della staffa e i muscoli facciali, il V paio cranico controlla il muscolo del martello (strettamente collegato all'attività timpanica) e il movimento mandibolare. Dal punto di vista fisiologico e fonologico possiamo facilmente

immaginare il riflesso di un tale cambiamento sull'articolazione dei suoni, sulla loro risonanza e, più in generale, sulla struttura profonda del linguaggio e sui suoi tratti prosodici come il ritmo e l'intonazione.

I parametri delle lingue

Tomatis indica quattro parametri per identificare le caratteristiche di una lingua:

- 1) La banda passante
- 2) La curva di inviluppo
- 3) Il tempo di latenza
- 4) Il tempo di precessione

1) La banda passante

Il potenziale uditivo dell'essere umano è compreso in uno spettro sonoro che va dai 16 ai 16000-20000 Hz, e si sviluppa, dai gravi agli acuti, su 11 ottave. Non tutte le frequenze appartenenti a questo spettro agiscono però sul sistema sensoriale in modo omogeneo, poiché ogni lingua, a causa dell'impedenza, privilegia particolari zone frequenziali, le cosiddette *bande passanti*. Poiché consentono una migliore qualità percettiva dei suoni, l'organo uditivo opera su di esse una fisiologica *sintonizzazione*. Scrive Tomatis:

Nel continente nord-americano gli abitanti non “nasalizzano” per piacere. Gli antichi emigranti inglesi o olandesi non si sono particolarmente infatuati delle lingue amerinde, caratterizzate da questa distinzione fonetica. Ma bisogna dire che non è la lingua che fa nasalizzare. È “l'aria del posto”, più ricca acusticamente tra 1000 e 2000 hertz, che obbliga l'orecchio ad adottare la banda passante specifica della nasalizzazione²⁸.

D'altro canto, anche la lingua francese, strutturata soprattutto sulle frequenze tra 1000 e 2000 Hz, con un picco sensoriale a 1500 Hz, è caratterizzata foneticamente dalla nasalizzazione.

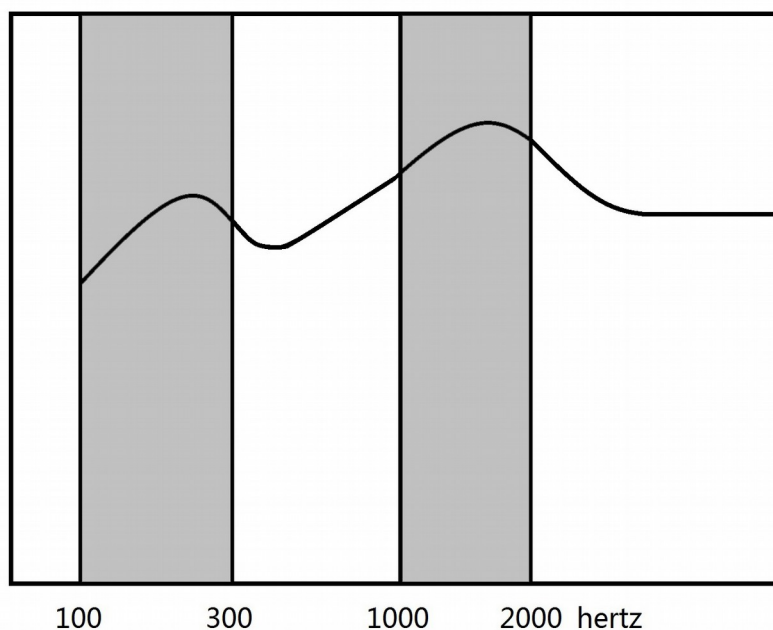
28 Tomatis, 1991, p. 121.

2) La curva di inviluppo

Con l'ausilio di sonografi e analizzatori panoramici (apparecchiature che scompongono i suoni come un prisma fa con la luce), si è potuto indagare la catena parlata, evidenziando quantitativamente la distribuzione frequenziale e identificando i tratti distintivi delle frasi, determinandone i valori di intensità e durata; sui sonogrammi ottenuti si sono potute osservare le curve di inviluppo dei valori medi frequenziali delle frasi analizzate appartenenti allo stesso gruppo etnico.

Gli specifici profili ottenuti sono stati definiti da Tomatis *etnogrammi*, e rappresentano sotto forma di diagramma la distribuzione della banda passante e della curva di inviluppo. In ascissa sono indicate le frequenze, in ordinata sono indicate le intensità.

a. La lingua francese

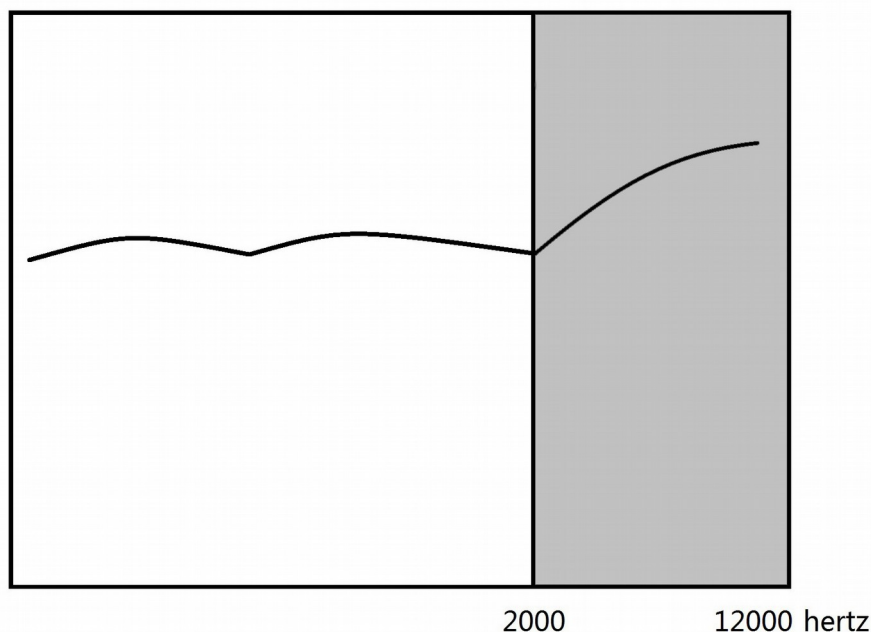


Etnogramma della lingua francese

L'etnogramma della lingua francese presenta due zone di particolare sensibilità uditiva, una intorno ai 250 Hz nei suoni gravi e l'altra fra i 1000 e i 2000 con un picco a 1500 Hz. La differenza di intensità sonora tra queste due fasce è di circa 20 db. Il

vertice a 1500 Hz con la relativa caduta della curva verso gli acuti giustifica la comparsa delle nasali in questa lingua.

b. La lingua inglese



Etnogramma della lingua inglese

Il diagramma che raffigura la lingua inglese è caratterizzato da una grande sensibilità ai suoni acuti, con una particolare progressione che, cominciando dai 2000 Hz, si estende fino a oltre i 12000 Hz, conferendo alla curva d'ascolto quelle peculiarità che riconducono ad un rendimento qualitativo simile a quello degli amplificatori ad alta fedeltà. Le principali conseguenze sono un'accentuata ricchezza di sibilanti e la sistematica dittongazione delle vocali, che dal suono fondamentale vengono fatte scivolare verso la banda frequenziale situata oltre i 2000 Hz.

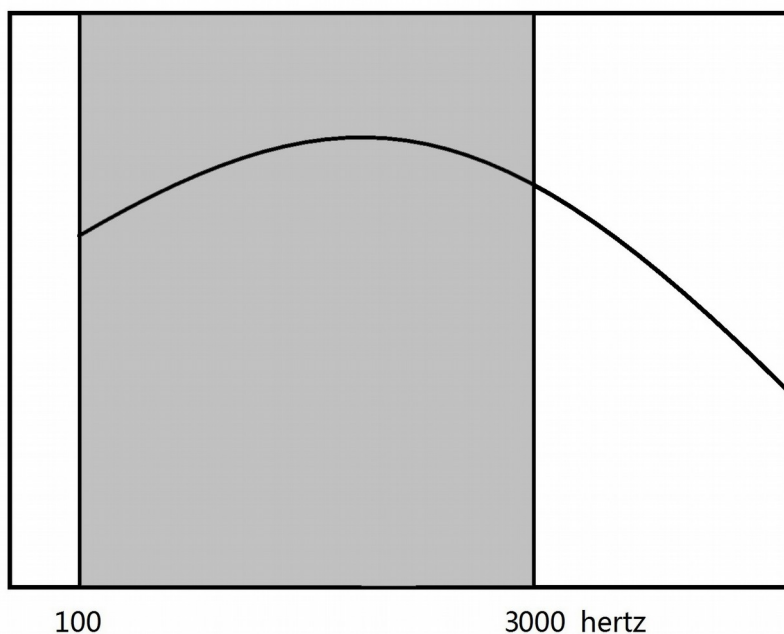
Scrive Tomatis:

È il caso di precisare che la distanza esistente fra il suono fondamentale – inizialmente lo stesso in tutte le lingue e sempre grave – e la banda passante selettiva di una data lingua spiega la differenza più o meno grande fra la riproduzione scritta di una lingua e la sua pronuncia. Questa modificazione è tanto più grande quanto più rilevante è la differenza: per esempio lo spagnolo, fissato principalmente nei suoni gravi [...] si scrive praticamente come lo si

pronuncia, mentre l'inglese presenta un massimo di distorsioni fra la lingua parlata e la sua riproduzione scritta²⁹.

Effettivamente l'orecchio inglese, così sensibile alla banda passante degli acuti, per contro- reazione audio-vocale impone un meccanismo articolatorio boccale-faringeo, tale per cui è impossibile il mantenimento del suono fondamentale laringeo nel suo punto d'origine, situato a circa 300 Hz. Per l'orecchio inglese questa fascia frequenziale è di difficile discriminazione: ciò determina un costante slittamento verso la zona degli acuti, più abituale perché più agevolmente percepita, inducendo il fenomeno della dittongazione vocalica. La comparazione fra il diagramma della lingua francese con quello dell'inglese denota un'evidente incompatibilità, e ciò spiega la difficoltà di percezione uditiva reciproca fra Inglesi e Francesi. Molto più facile per i Francesi *sintonizzarsi* sull'inglese degli USA, frequenzialmente più basso di quello britannico che, come abbiamo sopra accennato, presenta fra l'altro il medesimo picco a 1500 Hz, generando quindi sonorità nasalizzate.

c. La lingua tedesca

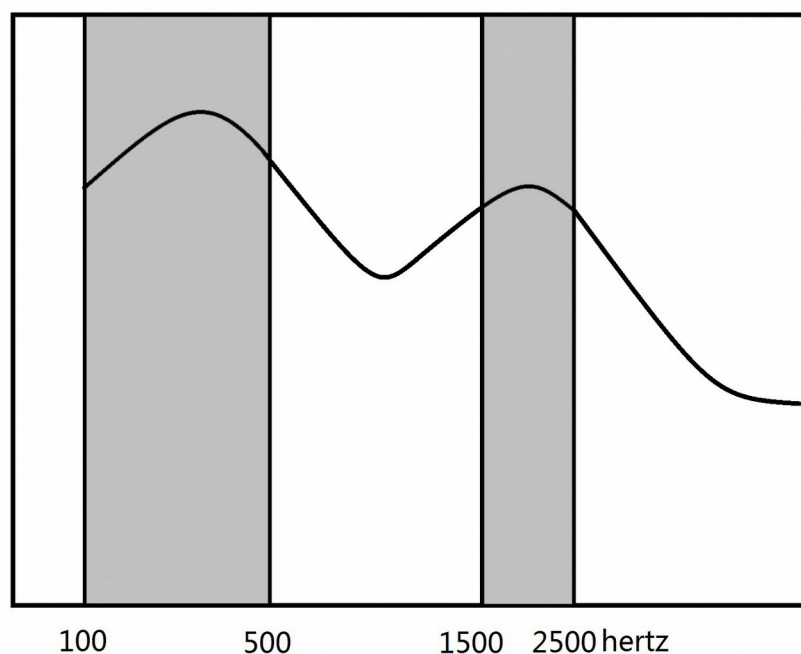


Etnogramma della lingua tedesca

²⁹ *Ivi*, p. 132.

La banda passante della lingua tedesca è piuttosto estesa, sviluppandosi dai gravi fino ai 3000 Hz. La percezione è più marcata tra i 250 e i 2000 Hz, con una particolare ampiezza tra 500 e 1000 Hz. Se i fonemi di altre lingue sono inseriti nella sua ampia zona frequenziale, essi possono quindi essere ben integrati. L'orecchio tedesco possiede un'altra particolarità, e cioè quella di usufruire di un tempo di latenza piuttosto lungo: ciò provoca un'emissione vocale caratterizzata da una significativa partecipazione corporea, con una forte spinta laringea.

d. La lingua spagnola

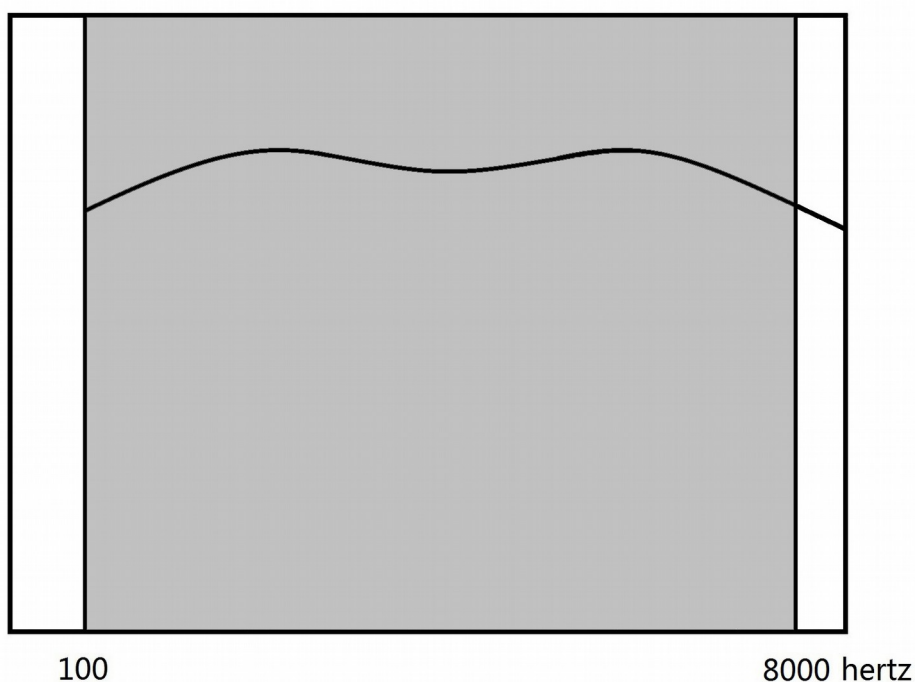


Etnogramma della lingua spagnola

L'orecchio di tipo spagnolo denota una grande sensibilità per i suoni gravi su una banda fino ai 500 Hz e, a un livello minore di intensità, nella zona fra 1500 e 2500 Hz. Il picco a 250 Hz provoca, nella reazione audio-vocale, l'emissione della *jota*, mentre l'evidente limitatezza della ricettività percettiva dell'orecchio spagnolo nella zona acuta ha come effetto un notevole appesantimento delle sibilanti, con lo scivolamento della *f* in *h* aspirata; il diagramma evidenzia quindi molto bene la difficoltà dell'orecchio spagnolo nell'integrare le altre lingue.

L'uso preponderante di frequenze basse nella lingua castigliana favorisce un'immagine corporea che privilegia la parte inferiore del corpo, investendo molto bacino e gambe.

e. Le lingue slave

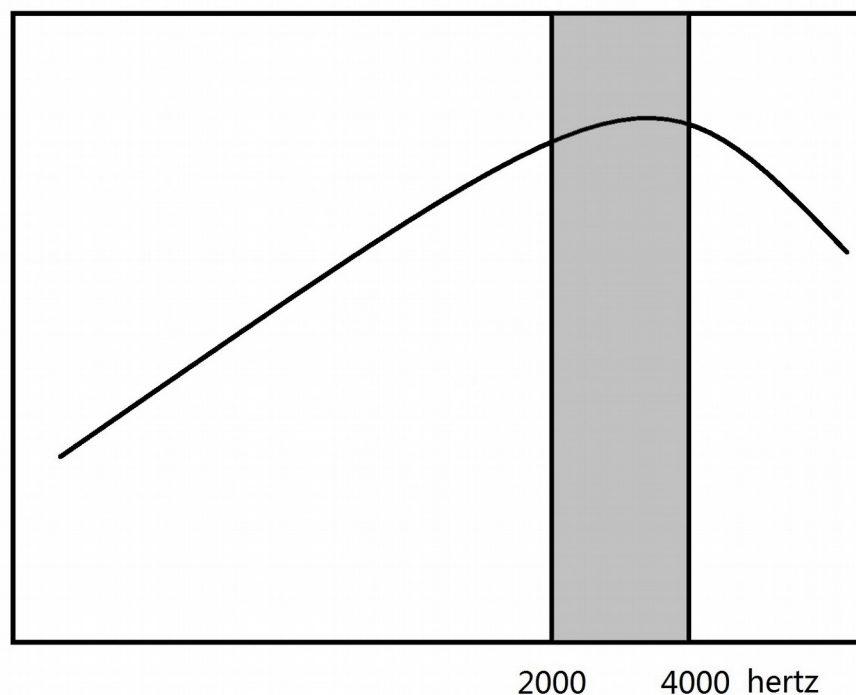


Etnogramma della lingua russa

Il russo e in genere le lingue di ceppo slavo rivelano un'ampia apertura del diaframma uditivo su tutta la gamma frequenziale, con una particolare sensibilità per i toni gravi. Il tempo di latenza è di circa 175 millisecondi – quindi considerevolmente esteso – e ciò consente un'analisi molto sottile dei fonemi appartenenti ad altre lingue. Anche l'immagine corporea riproduce la larghezza della banda passante, con un riflesso audio-posturale contraddistinto dal tenersi ben piantati al suolo, dall'ampiezza della respirazione e dall'emissione di suoni larghi e caldi. Bisogna sempre tener presente che ogni gruppo etnico-linguistico assume la postura che gli deriva dal proprio modo di

ascoltare e quindi, per quanto riguarda l'orecchio slavo, assistiamo a una strutturazione audio-fonologica profondamente integrata dal corpo.

f. La lingua italiana

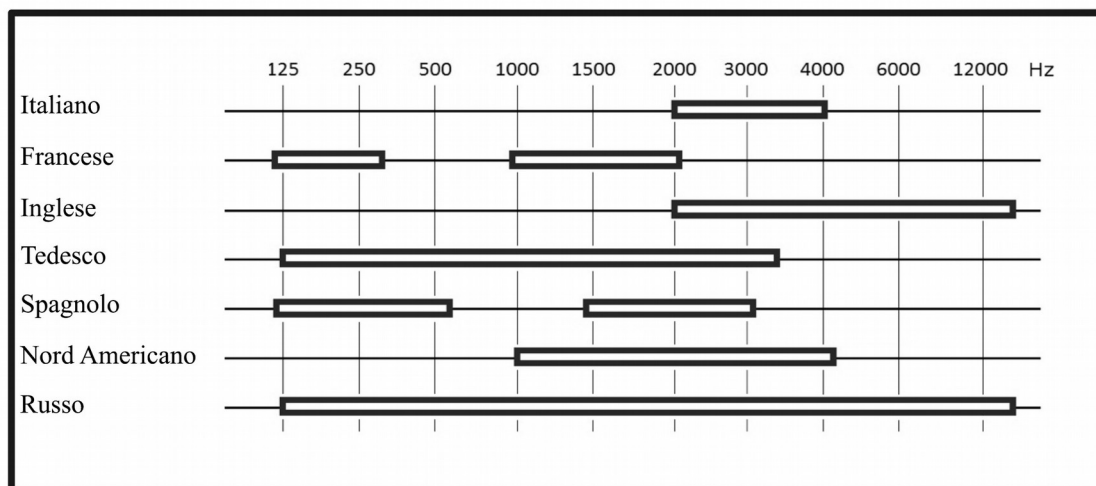


Etnogramma della lingua italiana

Secondo Tomatis il diagramma della lingua italiana presenta i tratti caratteristici di un orecchio estremamente musicale. La banda passante, seppur non molto estesa, tocca la zona fra i 2000 e i 4000 Hz, ed è qui che la curva di inviluppo, elevandosi con una pendenza di circa 6 db per ottava, raggiunge il picco d'intensità: grazie al contatto tra laringe e colonna vertebrale, in questa fascia il sistema osseo offre la massima risonanza e ciò dona all'emissione vocale quella qualità propria del *canto all'italiana*. La musicalità della lingua italiana è universalmente riconosciuta e l'opera lirica, massima espressione della vocalità artistica, non a caso nasce proprio in Italia. La curva dell'orecchio italiano, considerata da Tomatis come *curva dell'ascolto ideale*, è inoltre sostenuta da tempi di latenza e precessione che vanno a influire sull'emissione sillabica

e sull'andamento prosodico, donando alla lingua il ritmo musicale che la contraddistingue.

Di seguito uno specchietto riassuntivo delle zone frequenziali delle varie lingue.



3) Il tempo di latenza

Scrive Tomatis:

Fare un gesto: aprire una porta, grattarsi, battere sul tavolo... presuppone uno stato previsionale, un tempo di preparazione detto di latenza. Quando decido di guardare un oggetto, predispongo la vista, miro all'oggetto. Questo si avvicina, si sdoppia. Prima che io ricomponga le immagini si stabilisce un tempo di latenza.

Oltre alla banda e all'inclinazione esiste dunque un terzo parametro che è puramente neurologico. Si tratta del tempo necessario all'orecchio per mettersi all'ascolto³⁰.

L'essere umano, in qualsiasi parte della Terra si trovi, non tende l'orecchio nella stessa maniera; questo parametro, chiamato da Tomatis *tempo di latenza*, muta in rapporto alle zone geografiche.

Nel momento in cui un soggetto si predispone a parlare e, inevitabilmente – poiché è il primo uditore di se stesso – ad ascoltarsi, fra l'intenzione e la realizzazione del proprio atto vocale si inserisce una dimensione preparatoria perfettamente

30 *Ivi*, pp. 137-138 (trad. L. Merletti).

misurabile, che va poi a produrre un flusso verbale, un'accentazione e un'intonazione ben determinati. Il tempo di latenza è particolarmente rilevante nelle canzoni, nei canti folkloristici, nella modalità narrativa delle storie; questi sono elementi che fanno parte delle tradizioni dei luoghi e rispecchiano la struttura ritmica prelinguistica della lingua, una specie di *codice Morse* su cui si innesta la semantica.

Ancora Tomatis:

Che l'ascolto dipenda da una postura del corpo, sembra per la maggior parte dei nostri contemporanei qualche cosa di veramente incomprensibile. Ci si dimentica che l'orecchio non si limita a decodificare i suoni come farebbe la testina di lettura di un magnetofono. Esso dispone anche di un apparato, il vestibolo, che induce il soggetto a mettere il proprio corpo in una determinata posizione per poter rispondere. Il vestibolo è la sede dell'equilibrio, ma da esso dipende anche il tono dei muscoli, l'instaurazione del loro valore relativo e soprattutto la coscienza dell'immagine del corpo³¹.

Con l'ausilio di apparecchiature molto sofisticate si sono determinati con grande esattezza i tempi di latenza delle varie lingue, dai 5 millisecondi dell'inglese e dello spagnolo, ai 50 millisecondi del francese, ai 75 dell'italiano e del nordamericano, ai 125 del tedesco, fino a giungere al tempo di latenza record del russo: 175 millisecondi. La struttura linguistica varia secondo l'uso neurologicamente funzionale della lingua, intesa come organo all'interno della bocca. La curvatura di quest'ultima riproduce fedelmente il tracciato della curva uditiva, con gli acuti all'estremità, con la parte mediana che copre la zona dei 2000 Hz e con i gravi vicino alla volta del palato. Ecco allora gli Inglesi che parlano in punta di lingua, tra le labbra, quasi soffiando; gli Italiani che usano la parte mediana dell'organo e che *cantano* con la bocca bene aperta. Spagnoli e Francesi non si staccano dal suono laringeo e poggiano la loro emissione sulla parte posteriore della lingua; gli Americani fanno *scivolare* il loro inglese in un punto fisicamente più arretrato, mentre i Tedeschi sono in grado di usufruire funzionalmente di una gran parte del proprio organo, con una notevole spinta laringea. Gli Slavi infine, al vertice della classifica dei tempi di latenza, sono in possesso di voci larghe e possenti, effetto di un utilizzo della lingua in tutta la sua curvatura e di una totale integrazione corporea.

31 *Ivi*, pp. 138-139.

4) Il tempo di precessione

Le ricerche psicolinguistiche di Tomatis hanno determinato un quarto e ultimo parametro: si tratta del tempo di precessione e si riferisce al processo di integrazione audio-corporea con cui viene attuata la strategia previsionale che sottende qualsiasi dinamica dell'ascolto. Il tempo di precessione è quello che separa cronologicamente la percezione del suono attraverso le due vie, ossea e aerea, e corrisponde al tempo necessario all'orecchio medio per sintonizzare la tensione timpanica al suono già percepito per via ossea. I due integratori dell'orecchio interno, vestibolare e cocleare, sono in grado di regolare la percezione sonora determinando il coinvolgimento del corpo e dando luogo a reazioni audio-psico-linguistiche che consentono di engrammare i messaggi sonori, destinati alla fine del percorso a raggiungere le zone della coscienza e approdare così alla sfera della semantica.

CAPITOLO V

Esperimento 1

Con questo esperimento, incentrato sulla voce cantata, abbiamo voluto verificare le variazioni dello spettro frequenziale determinate dall'intervento di stimolazione dell'Orecchio Elettronico.

- PARTECIPANTI: 2 soggetti (M e R) maschi, età 37 e 27, media 32

- STRUMENTI:

Microfoni: Shure BETA 58A, Beyerdynamic TG V56c

Scheda Audio: M-AUDIO Fast Track Pro

Orecchio Elettronico: Brain-Activator (MBL)

Computer: Apple MacBook Air

PROCEDURA:

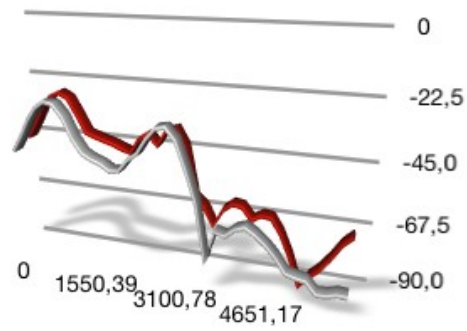
Viene registrata una serie (50 esecuzioni) di suoni cantati (nota tenuta Re3 sulla vocale /a/) da parte di due tenori professionisti (**M** e **R**), di analogo livello tecnico.

L'esperimento prevede due fasi:

Condizione 1

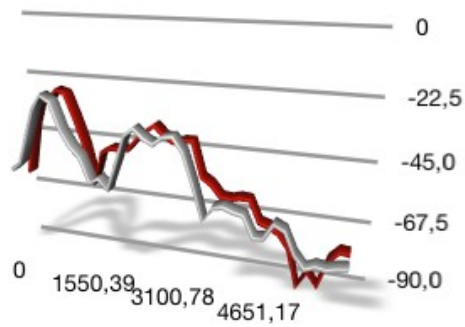
Ai due cantanti **M** e **R** viene fatta indossare una cuffia attraverso la quale ascoltano in tempo reale la loro voce, raccolta da un microfono e fatta passare attraverso l'Orecchio Elettronico, in questo caso facente funzione di semplice amplificatore, con le sue specifiche regolazioni disattivate, non influenzando quindi sull'ascolto dei cantanti.

Il soggetto **M** agisce sempre e solo in questa condizione, ripetendo la sequenza dei 50 suoni senza l'intervento delle regolazioni dell'Orecchio Elettronico.



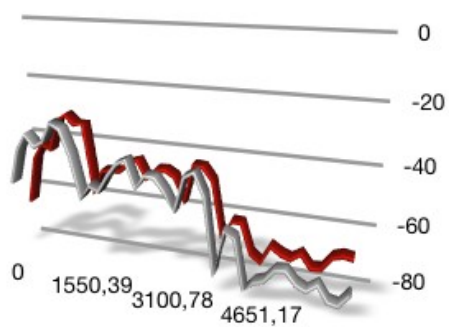
— First repetition — After 40 repetitions

M - Suono iniziale



— First repetition — After 40 repetitions

M - Suono centrale

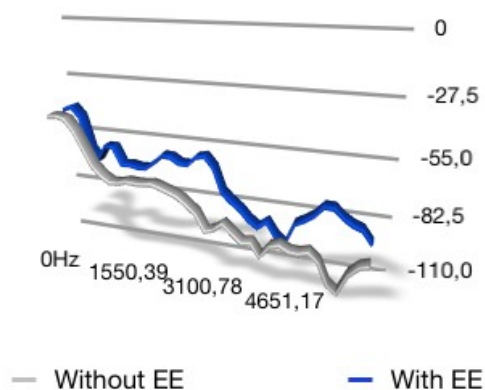


— First repetition — After 40 repetitions

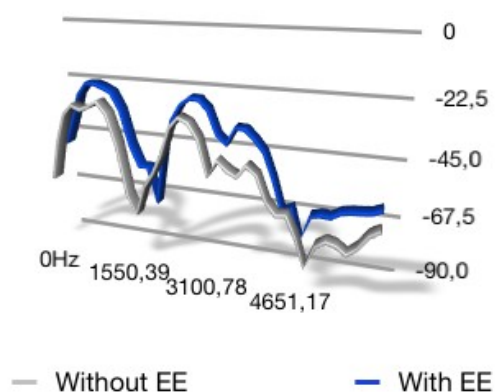
M - Suono finale

Condizione 2

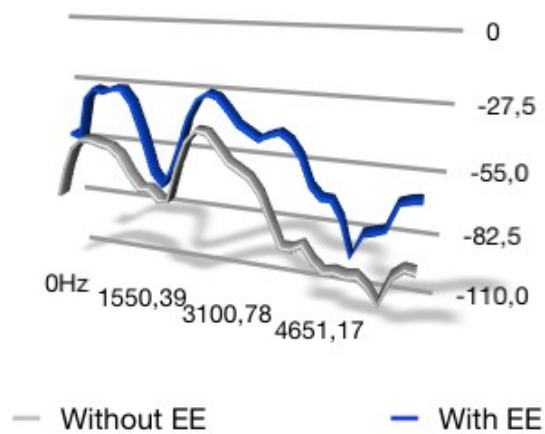
Al soggetto **R**, dopo 10 ripetizioni in condizione 1, per le altre 40 vengono variati i parametri di impostazione dell'Orecchio Elettronico, regolando l'apparecchiatura con i parametri frequenziali, di filtraggio, ritardo e precessione che Tomatis riteneva producessero l'ascolto idoneo per una corretta emissione vocale, con un'esaltazione dell'ascolto delle formanti fondamentali e di quelle fra i 2000 e 4000 Hz.



R - Suono iniziale



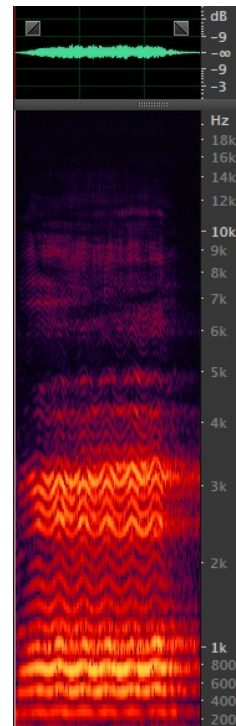
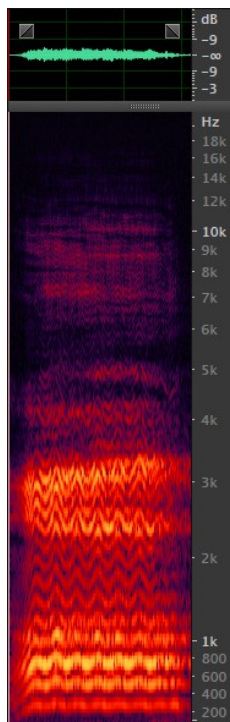
R - Suono centrale



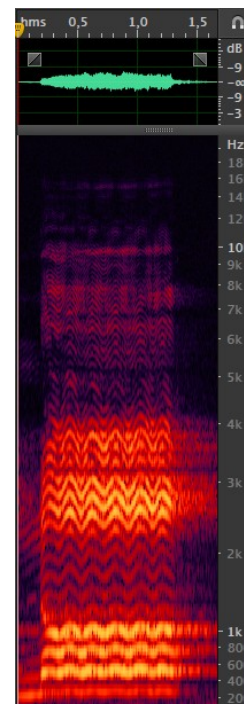
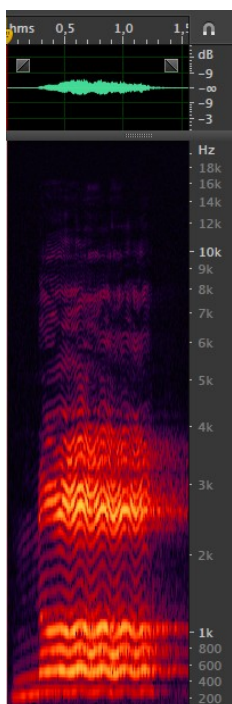
R- Suono finale

Nel soggetto **M**, fra la prima e la cinquantesima esecuzione si notano minime variazioni dovute in particolare alla capacità di focalizzare meglio il suono grazie alle ripetizioni.

Nel soggetto **R** si può notare, facendo il raffronto fra la prima e la cinquantesima esecuzione, un buon incremento delle formanti nelle zone fra i 2000 e 4000 Hz, zona, come detto, cruciale per il controllo e la qualità della voce cantata.



soggetto M



soggetto R

Esperimento2

Lo scopo del nostro secondo esperimento è quello di testare empiricamente l'effetto delle variazioni di frequenza sui parametri delle emissioni vocali nelle condizioni più semplici e basilari.

Il feedback uditivo svolge un ruolo essenziale nella produzione di emissioni vocali. Studi recenti (Johns e Munhall, 2005; Purcell e Munhall, 2006; Sivasankar et al, 2005;.. Villacorta et al, 2004) hanno evidenziato come la corteccia sensomotora risponde alla manipolazione e come il sistema audio-vocale è sensibile alle variazioni di frequenza e capace di adattarsi ai cambiamenti.

Abbiamo quindi indagato su questo fenomeno riproducendolo sperimentalmente, tenendo conto delle registrazioni delle tracce acustiche prodotte e analizzando le loro variazioni.

- PARTECIPANTI

10 soggetti, 7 maschi, 3 femmine, età media 30,9 anni, (5 cantanti semiprofessionali, 5 non cantanti).

- STRUMENTI:

Microfoni: Shure BETA 58A, Beyerdynamic TG V56c

Scheda Audio: M-AUDIO Fast Track Pro

Orecchio Elettronico: Brain-Activator (MBL)

Computer: Apple MacBook Air

- PROCEDURA

Ogni partecipante indossa le cuffie attraverso le quali sente la propria voce in tempo reale; la voce viene raccolta da un microfono e passa attraverso l'Orecchio Elettronico che, grazie a una serie di filtri, agisce sulla distribuzione di frequenza.

Ogni soggetto emette 3 serie di 10 vocalizzazioni (ognuna della durata di circa 5 sec.) sulla vocale /a/, ad altezza costante, con un'intonazione posta in una zona confortevole e compatibile con il loro registro vocale.

Le 4 condizioni sono le seguenti:

NF: Baseline, senza feedback, registrazione con le cuffie addosso ma un feedback nullo;

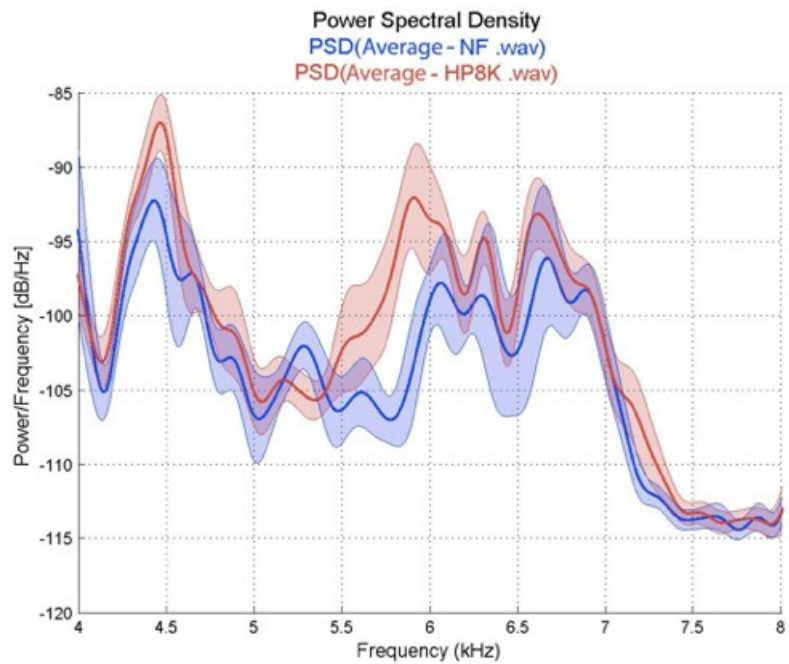
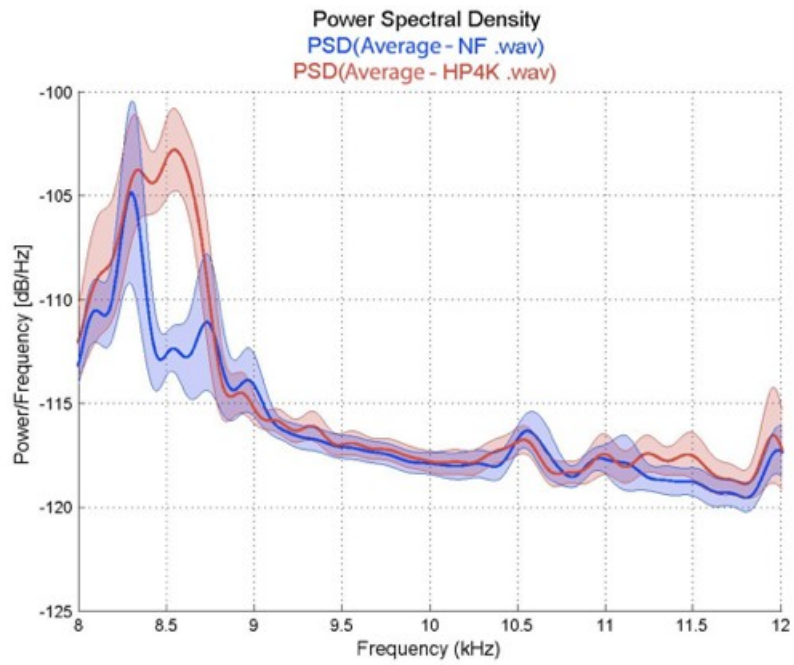
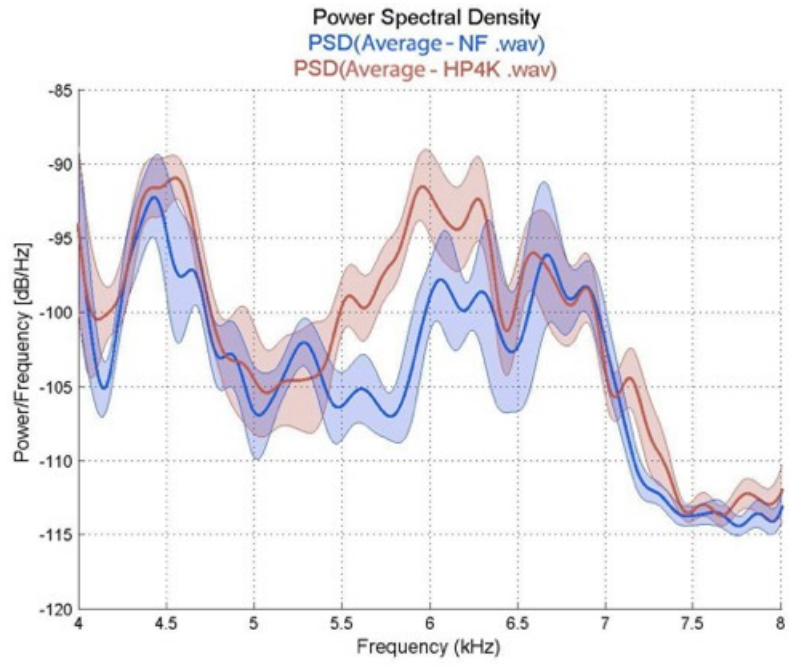
LP4K: un feedback filtrato con un passa-basso che taglia a 4kHz;

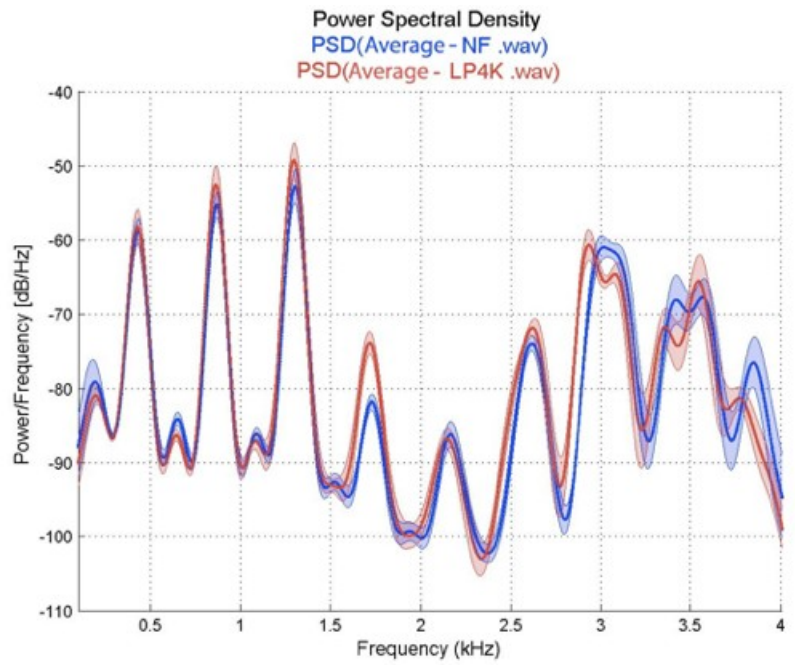
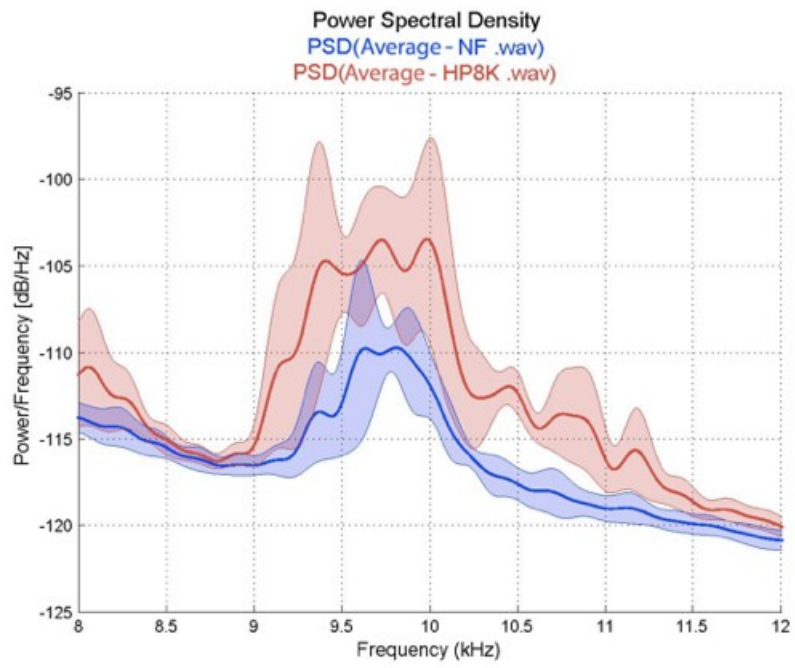
HP4K: un feedback filtrato con un passa-alto che taglia a 4kHz;

HP8K: un feedback filtrato con un passa-alto che taglia a 8kHz;

RISULTATI

Le misure sono state effettuate attraverso l'analisi comparativa degli spettrogrammi ottenuti, che nello spettro di frequenze hanno evidenziato l'aumento o la riduzione dei parametri di emissione del canto; il nostro esperimento mostra che questi, secondo gli schemi neurofisiologici proposti da Tomatis, sono regolarmente modificati dalla manipolazione delle frequenze indotte all'ascolto.





Esperimento 3

Nel terzo esperimento abbiamo voluto verificare l'effetto della stimolazione mediante Orecchio Elettronico su soggetti che emettevano suoni vocalici nel range proprio del linguaggio parlato.

- PARTECIPANTI 16 soggetti, 11 maschi, 5 femmine , età media 23,5 anni,

- STRUMENTI:

Microfoni: Shure BETA 58A, Beyerdynamic TG V56c

Scheda Audio: M-AUDIO Fast Track Pro

Orecchio Elettronico: Brain-Activator (MBL)

Computer: Apple MacBook Air

- PROCEDURA

Ogni partecipante indossa le cuffie attraverso le quali sente la propria voce in tempo reale; la voce viene raccolta da un microfono e passa attraverso l'Orecchio Elettronico che, grazie a una serie di filtri, agisce sulla distribuzione di frequenza.

A ogni soggetto sono state fatte emettere delle serie di suoni vocalici, ognuno della durata di circa 3 secondi, nella zona abitualmente da loro usata nel linguaggio parlato, secondo la seguente modalità:

- 4 blocchi di 36 ripetizioni ciascuno (18 ripetizioni per ogni vocale /a/, /i/, /u/)

- ogni blocco è stato diviso per metodologia di feedback:

NF: Baseline, senza feedback, registrazione con le cuffie addosso ma un feedback nullo;

LP4K: un feedback filtrato con un passa-basso che taglia a 4kHz;

HP4K: un feedback filtrato con un passa-alto che taglia a 4kHz;

HP8K: un feedback filtrato con un passa-alto che taglia a 8kHz;

PRIMA ANALISI:

1. Soggetto per soggetto abbiamo estratto le formanti (F0, F1, F2) con PRAAT di tutte le vocalizzazioni, divise per metodologia di feedback:
2. Abbiamo confrontato, all'interno dello stesso soggetto, lettera per lettera, se le 18 vocalizzazioni fatte senza effetto del feedback (NF) siano significativamente differenti dalle vocalizzazioni fatte con un feedback specifico (LP4K, HP4K, HP8K). Il metodo usato è un anova a 1 via non parametrico: Kruskal-Wallis (KW), la soglia è $p < 0.05$, la prima colonna è formata dalle 18 vocalizzazioni NF e la seconda dalle diverse regolazioni frequenziali (LP4K, HP4K, HP8K).

ESEMPIO: il soggetto 3 ha ripetuto 18 volte la lettera /u/ senza feedback. Ha poi ripetuto la lettera /u/ 18 volte con il feedback LP4K. Abbiamo estratto le 18x3 formanti (F0, F1, F2) della prima serie di vocalizzazioni senza feedback (NF), successivamente le altre 18x3 della seconda serie con feedback (LP4K).

Queste due serie di formanti sono state confrontate fra loro (NF_F0 con LP4K_F0, NF_F1 con LP4K_F1, NF_F2 con LP4K_F2) tramite KW, i 3 risultati ottenuti (p_{F0} , p_{F1} , p_{F2}) indicano la probabilità che le due serie di vocalizzazioni siano statisticamente uguali, se $p < 0.05$ li considero statisticamente differenti.

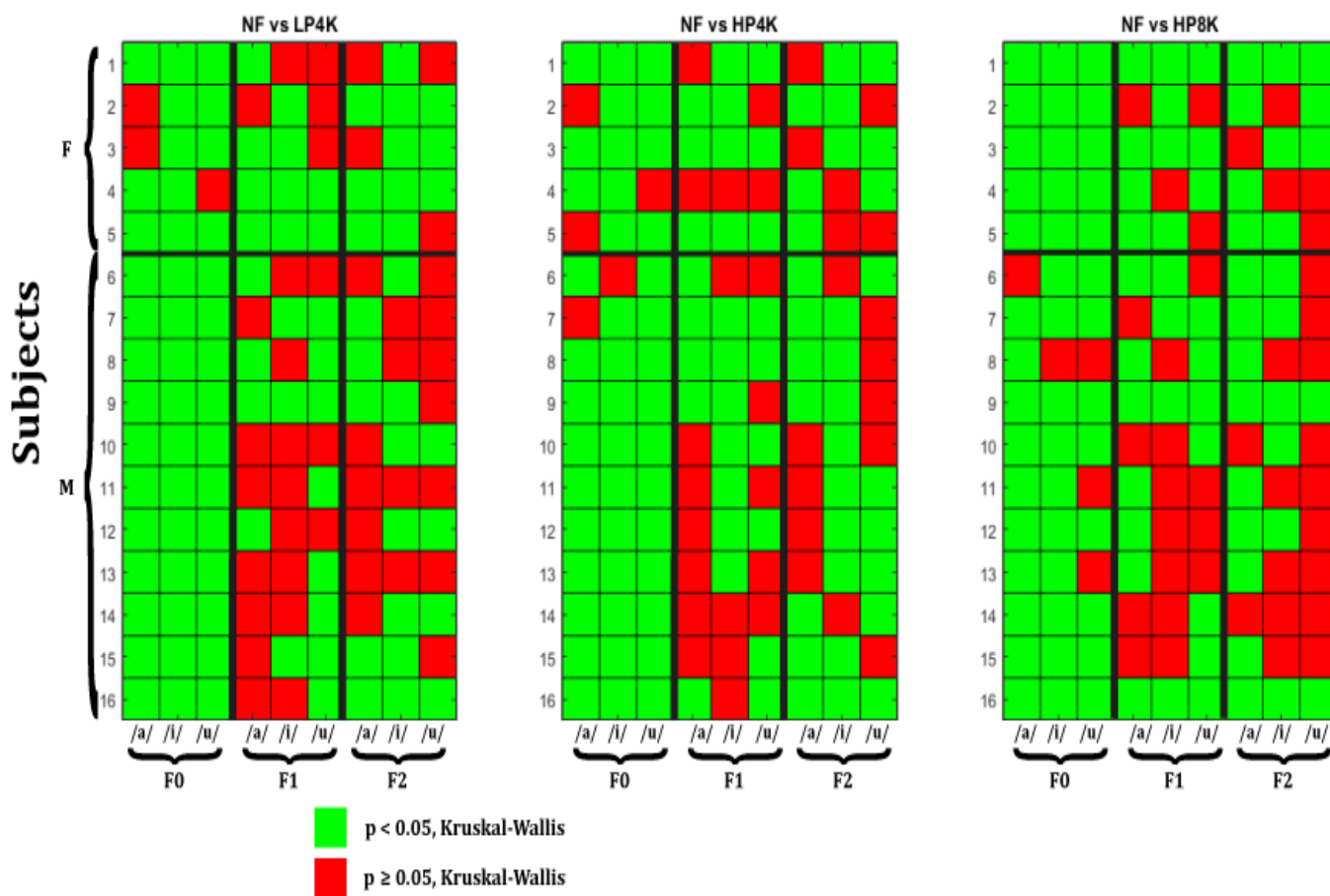
La *Heatmap* riportata sotto è composta da 3 tabelle relative ai metodi confrontati con la baseline (tabella 1, 2 e 3), le righe delle tabelle sono i soggetti, i primi 1-5 sono femmine (F) e gli altri 6-11 sono maschi (M).

Le colonne sono divise per lettera (/a/ /i/ /u/) e ogni tripletta di lettere è raggruppata per formante (F0,F1,F2). I singoli quadratini indicano se la vocalizzazioni della lettera da parte di quel soggetto è significativamente differente ($p < 0.05$, KW colore verde, altrimenti rosso) dalla vocalizzazioni baseline (NF) dello stesso soggetto.

ESEMPIO: Nella Heatmap relativa a questo test si può incrociare la riga del soggetto (la riga numero 3 della prima tabella NF vs LP4K) con le colonne della formante F0 (dalla 1 alla 3) e selezionare la lettera /u/ (la 3° colonna). Si può vedere che il quadratino è verde, questo significa che per il soggetto numero 3 la formante F0 della /u/ del metodo LP4K è significativamente differente ($p < 0.05$) dalla formante F0

della /u/ della baseline (NF). Vuol dire quindi che le 18 vocalizzazioni della lettera /u/ fatte senza feedback (NF) sono significativamente differenti dalle 18 della lettera /u/ fatte con il feedback (LP4K).

Per completezza la lettera /u/ dello stesso soggetto nella formante F1 del metodo LP4K vs NF (colonna 6 prima tabella, riga 3) è rossa, significa che non ci sono significative differenze nella seconda formante F1 per la lettera /u/.



3. Come si vede dalla heatmap viene ripetuta la procedura per ogni metodo e per ogni lettera pronunciata da ogni soggetto.

4. Risultato: la formante F0 è quella che presenta grande significatività, inoltre c'è una leggera differenza tra donne e uomini sull'effetto della metodologia utilizzata.

SECONDA ANALISI:

1. Per ogni soggetto abbiamo preso le 18 formanti fondamentali F0 per metodo e lettera e le abbiamo mediate fra loro, il risultato è 12 frequenze medie (x_i) per ogni soggetto (3 lettere, 4 metodi per ogni soggetto) e 12 deviazioni standard (std_i).

2. Abbiamo normalizzato le 12 formanti F0 con una forma modificata della normalizzazione delta: $x_{norm_i} = (x_i - media_totale) / std_i$; x_i = formante media delle formanti F0 del soggetto;

std_i = deviazione standard delle formanti F0 del soggetto; (abbiamo dovuto tenere conto della varianza tipica di ogni soggetto).

$media_totale$ = la media di tutti i valori di tutti i soggetti.

3. Abbiamo creato una combinazione di 3x3 matrici composte da 2 vettori appaiati ciascuna:

- il primo vettore (colonna) contiene x_{norm_i} della baseline NF relativa alla lettera da analizzare

- il secondo (colonna) contiene x_{norm_i} relativo al metodo da confrontare (LP4K, HP4K, HP8K). Le righe di ogni singola matrice sono i singoli soggetti (16).

In totale abbiamo 3 lettere, e ognuna di queste ha 3 confronti: NF vs LP4K, NF vs HP4K, NF vs HP8K (3x3, 9 confronti).

4. Abbiamo eseguito un test non parametrico di dati appaiati signrank di Wilcoxon poiché il confronto è eseguibile solo confrontando le due vocalizzazioni intrasoggetto, (la differenza vocale tra soggetti diversi, è, ovviamente, troppo grande, soprattutto uomini vs donne).

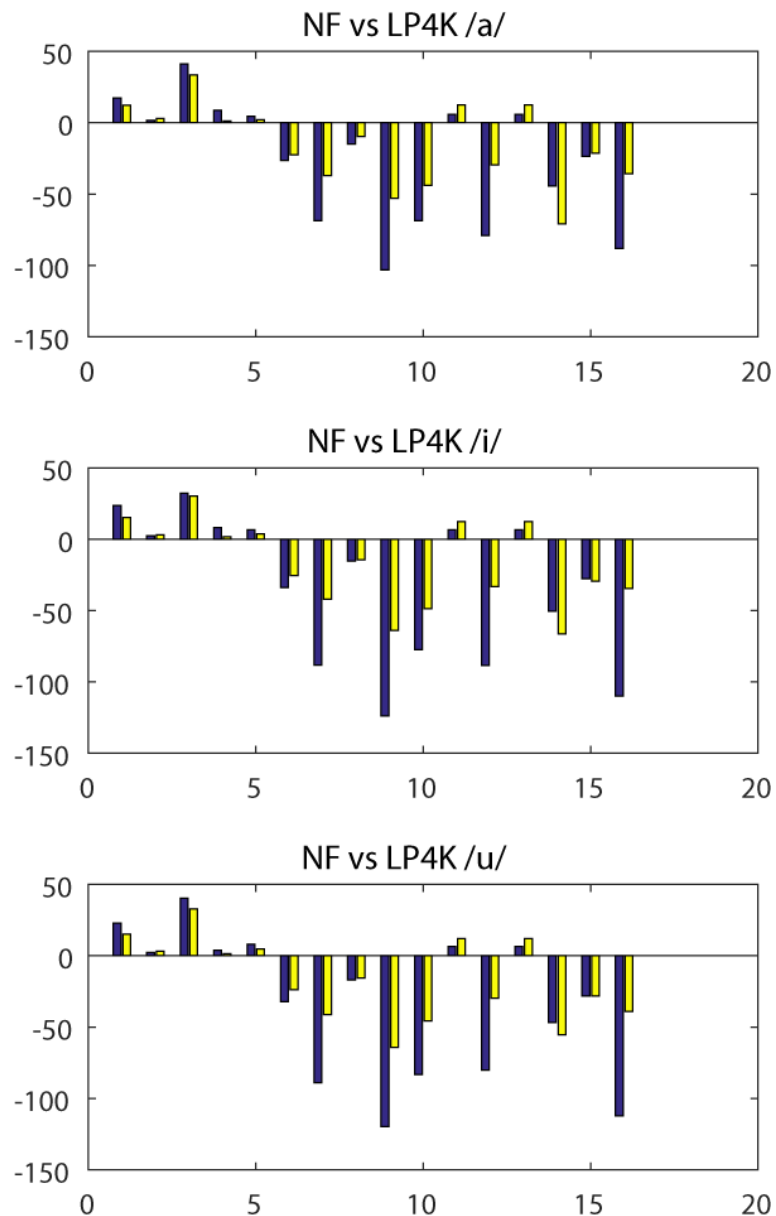
5. Abbiamo ottenuto risultati parziali (una sola delle matrici, F0 della lettera /u/ del metodo HP8K era sotto la soglia del $p < 0.05$). Analizzando i grafici dei valori, si è evidenziata la grande differenza maschi/femmine.

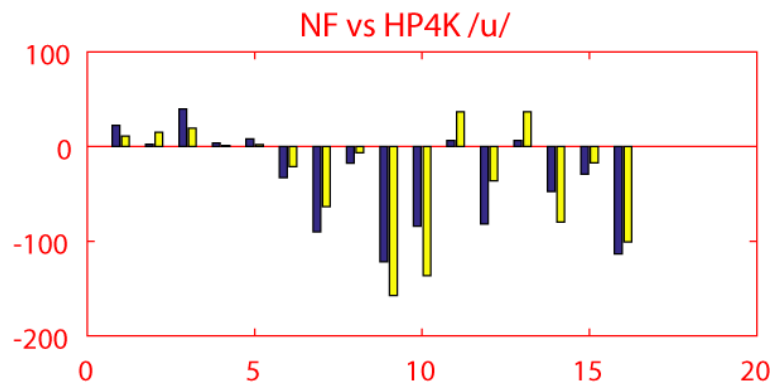
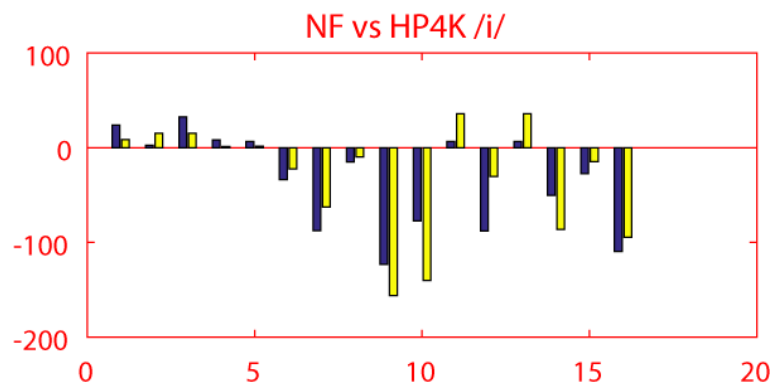
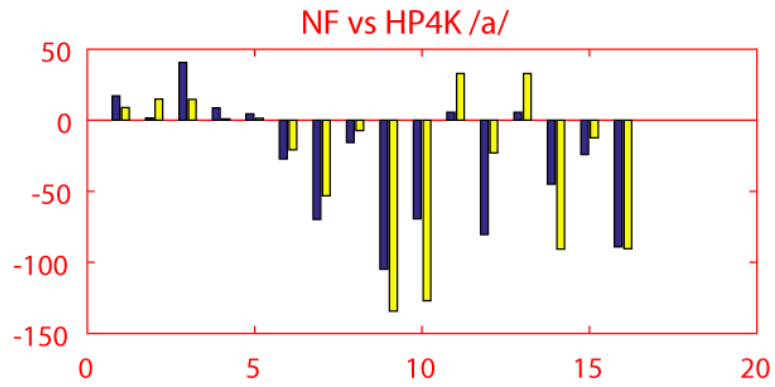
6. Abbiamo rieseguito il test solo per i soggetti maschi e, come da aspettativa, si rileva la significatività nei metodi LP4K di tutte e tre le lettere (/a/, /i/, /u/) e significatività per le lettere (/i/ e /u/) per il metodo HP8K.

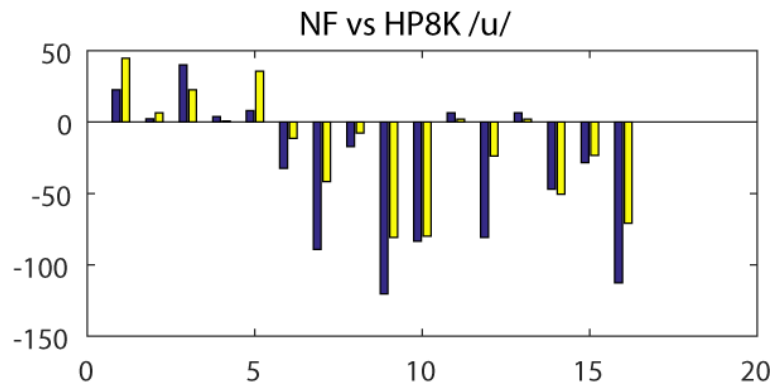
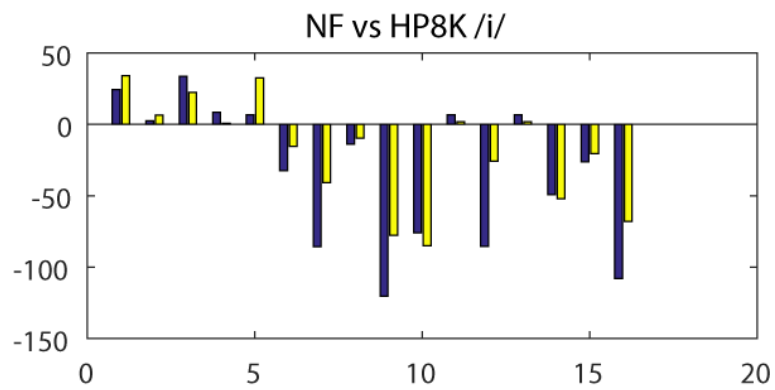
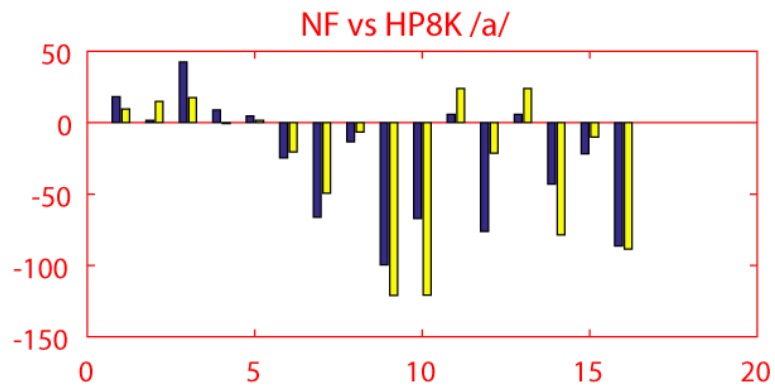
Nel grafico si vedono le 9 matrici, le 3 righe di matrici corrispondono alla lettera, le 3 colonne di matrici corrispondono alla metodologia (NF vs LP4K, NF vs HP4K, NF vs HP8K).

Le barre blu sono il valore mediato e normalizzato di F0 del metodo baseline (NF) rispetto alla lettera (notare che sono uguali sulla stessa riga per tutte e tre le matrici di riga, in quanto la baseline è sempre quella; risulta differente solo nelle colonne, in quanto sono diverse lettere e quindi diverse baseline).

Le barre gialle sono il valore mediato e normalizzato di F0 del metodo corrispondente (LP4K, HP4K, HP8K). In rosso le matrici con valori (calcolati solo i MASCHI, da 6 a 11) non significativi ($p > 0.05$) del test Wilcoxon signed rank. In nero le matrici significative.







CONCLUSIONI

In tutti e tre gli esperimenti la variazione prodotta dalla stimolazione frequenziale è stata nella maggior parte dei casi rilevante. Tuttavia, poiché nell'applicazione del protocollo Tomatis esistono ancora delle limitate zone opache (preponderanza dei risultati con determinati filtri piuttosto che altri, differenza di prestazioni fra maschi e femmine), riteniamo che, nonostante la conferma dell'impianto teorico e i buoni risultati raggiunti, vada approfondito qualche aspetto dell'assetto sperimentale, da applicare poi a un numero di soggetti più consistente e significativo.

Questa ricerca ha evidenziato senza ombra di dubbio la strettissima correlazione fra l'ascolto e l'emissione vocale; ad un ascolto strutturato in modo adeguato ed efficiente corrisponde un'emissione vocale di buona qualità, veicolo indispensabile per uno scambio comunicativo interpersonale positivo e soddisfacente.

A problematiche quali la balbuzie, la dislessia, le difficoltà relazionali, oltre alle consuete tecniche riabilitative di tipo logopedico o più generalmente di tipo psicoterapeutico, potrebbe essere utile affiancare la rieducazione dell'ascolto tramite il trattamento audio-psico-fonologico; in questo modo si agirebbe alla radice di una delle più importanti ed essenziali funzioni dell'essere umano.

BIBLIOGRAFIA

Riferimenti bibliografici

- Bozzi, P. (1993). *Experimenta in visu. Ricerche sulla percezione*. Milano: Guerini.
- Bühler, K. (1983). *Teoria del linguaggio. La funzione rappresentativa del linguaggio*, a cura di S. Cattaruzza Derossi. Roma: Armando.
- Bühler, K. (2000). *Die Krise der Psychologie [1927] (Werke, hg. v. A. Eschbach & J. Kapitzsky, Band 4)*. Weilerswist: Velbrück Wissenschaft.
- Coppola, W. (2010). Tomatis: l'ascolto che diventa canto. *Musica*, 214, 40-43.
- Galazzi, E. (1985). *Gli studi di fonetica di Agostino Gemelli*. Milano: Vita e Pensiero.
- Husson, R. (1957). Modifications phonatoires d'origine auditive et applications physiologiques et cliniques. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*, 141 (19-20), 393-398.
- Jakobson, R. (1966). *Saggi di linguistica generale*, a cura di L. Heilemann. Milano: Feltrinelli.
- Jakobson, R. (2011). *La linguistica e le scienze dell'uomo. Sei lezioni sul suono e sul senso*. In R. Jakobson & C. Lévi-Strauss, *La linguistica e le scienze dell'uomo. Mito e significato* (pp. 7-119). Milano: il Saggiatore.
- Maduro, R., Lallemand, M., & Tomatis, A. (1952). *La surdit  professionnelle*. Congrès de la Société Française d'Oto-Rhino-Laryngologie. Paris: Arnette.
- Passerini, W., & Tomatis, A. (1992). *Management dell'ascolto. Tutto ciò che le persone e le organizzazioni devono sapere prima di comunicare e per comunicare meglio*. Milano: Franco Angeli.

- Raynaud, S. (1990). *Il Circolo Linguistico di Praga (1926 - 1939). Radici storiche e apporti teorici*. Milano: Vita e Pensiero.
- Tomatis, A. (1974a). *Considérations sur le test d'écoute*. Paris: Centre Tomatis.
- Tomatis, A. (1974b). *Vers l'écoute humaine*. Tome I. *Qu'est-ce que l'écoute humaine?*. Paris: ESF.
- Tomatis, A. (1981). *La nuit utérine*. Paris: Stock.
- Tomatis, A. (1987). *L'oreille et la voix*. Paris: Laffont.
- Tomatis, A. (1990). *L'oreille et la vie. Itinéraire d'une recherche sur l'audition, la langue et la communication* (2^a ed.). Paris: Laffont.
- Tomatis, A. (1991). *Nous sommes tous nés polyglottes*. Paris: Fixot.
- Tomatis, A. (2003). *Siamo tutti nati poliglotti*, Prefazione di C. Campo. Como-Pavia: Ibis.
- Trubeckoj, N. (1933). La phonologie actuelle, *Journal de psychologie*, 30, 227-246.

Bibliografia di Alfred Tomatis

- La surdité professionnelle*. Congrès de la Société Française d'Oto-Rhino-Laryngologie. Paris: Arnette, 1952.
- Incidences observées dans les lésions auriculaires constatées chez le personnel des bancs d'essai et les professionnels de la voix. *Bullettin du Centre d'Études et de Recherches médicales de la SFECMAS*, septembre 1952.
- L'oreille musicale. *Journal Français d'Oto-Rhino-Laryngologie*, 2 (2), 99-106, 1953.
- Le bégaiement, essais de recherches sur sa pathogénie. *Bulletin du Centre d'Études et de Recherches médicales de la SFECMAS*, juin 1953.

- L'oreille directrice. *Bulletin du Centre d'Études et de Recherches médicales de la SFECMAS*, juillet 1953.
- La voix chantée. *Bulletin du Centre d'Études et de Recherches médicales de la SFECMAS*, juillet 1953.
- L'audiométrie dynamique. *Bulletin du Centre d'Études et de Recherches médicales de la SFECMAS*, septembre 1953.
- L'audiométrie d'usine. *Bulletin du Centre d'Études et de Recherches médicales de la SFECMAS*, octobre 1953.
- Correction de la voix chantée. *Cours International de Phonologie et de Phoniatrie* (Faculté de Médecine de Paris, pp. 335-353). Paris: Maloine, 1953.
- Rôle directeur de l'oreille dans le déterminisme des qualités de la voix normale (parlée ou chantée) et dans la genèse de ses troubles. *Actualités Oto-Rhino-Laryngologiques*, 1953.
- Recherches sur la pathologie du bégaiement. *Journal Français d'Oto-Rhino-Laryngologie*, 3 (4), 284-285, avril 1954.
- Pour information sur la surdité professionnelle. *Bulletin du Centre d'Études et de Recherches médicales de la SFECMAS*, juillet 1954.
- La sélectivité auditive. *Bulletin du Centre d'Études et de Recherches médicales de la SFECMAS*, octobre 1954.
- La surdité professionnelle à la soufflerie de Vernon. *Rapport des journées des médecins de la DEFA (16-18 mai 1955)*, pp. 11-14. Direction des Études et Fabrications d'Armement, mai 1955.
- La surdité à la DEFA. *Le Médecin d'Usine*, 8, 401-404, septembre-octobre 1955.
- La surdité professionnelle. *Travail social. Revue de la Fédération Française des Travailleurs Sociaux*, 2, 39-42, 1956.

Relations entre l'audition et la phonation. Annales des Télécommunications. Tome II
(7-8). Cahiers d'Acoustique, juillet-août 1956.

Audiométrie objective. Résultats des contre-réactions phonation-audition. *Journal Français d'Oto-Rhino-Laryngologie*, 3, 379-391, mai-juin 1957.

Les nuisances du bruit. *Le Médecin d'Usine*, 9, 605-624, novembre 1957.

L'audiométrie de dépistage en usine. *Bulletin de la Société d'Hygiène et de Médecine du Travail de Normandie*, mai 1958.

La rééducation automatique. École Polytechnique de l'Université de Lausanne.
Annales du GALF (Groupement des Acousticiens de Langue Française),
septembre 1958.

Psychophysiologie des troubles du timbre et du rythme dans le langage. Cours professé
à la Faculté des Sciences, dans un cycle de conférences sur les "Problèmes de
Psychophysiologie acoustique", sous la direction du docteur Busnel, à la chaire
de Psychophysiologie de la Sorbonne, février 1959.

Les réactions somatiques et psychiques au bruit industriel. *Archives des Maladies Professionnelles*, 20 (5), pp. 611-624. Communication faite au cours du V^e
Congrès International de Médecine du Travail, Lyon, 10 octobre 1958; *Revue de
la Médecine Aéronautique*, 14 (2-3). 2^e-3^e trimestre 1959.

Audiologie et phonologie expérimentales et appliquées. Cours à l'École des
Psychologues Praticiens, 1959.

L'électronique au service des langues vivantes. Conférence donnée à l'UNESCO le 11
mars 1960. Parue dans le *Bulletin de l'Union des Associations des Anciens
Élèves des Lycées et Collèges Français*, mars 1960.

Conditionnement audio-vocal. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*, 144 (11-
12). Communication présentée par M. Moulonguet, mars 1960.

La voix chantée. Sa physiologie. Sa pathologie. Sa rééducation. Cours d'orthophonie et de rééducation de la parole à l'Hôpital Bichat, mars 1960.

La résonance dans les échelles musicales. Le point de vue du physiologiste. Annales de l'Institut de Musicologie (sous la direction de M.J. Chailley). Conférence prononcée au 9 mai 1960 au cours du Colloque International sur la "Résonance dans les Échelles Musicales" à l'amphithéâtre de l'Institut d'Art et d'Archéologie, Paris.

Relations audio-phonation. *Promouvoir*, 1, 7-10, septembre 1960.

La voix. *Revue Musicale*, édition spéciale consacrée à "Médecine et Musique", 1962.

L'oreille et le langage. Paris: Édition du Seuil, 1963.

L'ORL devant les problèmes du langage. *L'hôpital*, 747 bis, 1964.

La surdité. Conférence faite à la demande de la Caisse d'Allocations Familiales de Paris (17 novembre 1965). Paris: Soditap.

L'oreille directrice. Paris: Soditap, 1966.

La dyslexie. Cours à l'École d'Anthropologie. Paris: Soditap, 1967.

Le langage. Examen clinique. Pathologie. Traitement. Société de Médecine de Paris. *Revue d'Enseignement Post-Universitaire*, 1970.

L'intégration des langues vivantes. Paris: Soditap, 1970.

Éducation et dyslexie. Paris: ESF, 1971.

De la communication intra-utérine au langage humain. Paris: ESF, 1972.

La musique et l'enfant. Communication faite au 1^{er} Symposium Régional de la Musique, Pierrelatte, 11-14 mai 1972.

L'interprétation du test d'écoute. Rapport au III^e Congrès International d'Audio-Psycho-Phonologie. Anvers, 1973.

Vers l'écoute humaine. Tome I. Qu'est-ce que l'écoute humaine?. Tome II. Qu'est-ce que l'oreille humaine?. Paris: ESF, 1974.

La rééducation de la voix. Les différentes méthodes de traitement. La Vie Médicale, 55 (20), 2583-2592, mai 1974.

Les bases neurophysiologiques de la musicothérapie. *Bulletin de l'ISME (International Society for Musical Education)*. Exposé fait aux Journées d'Informations sur les techniques psycho-musicales, Conservatoire de Grenoble, 1^{er}-3 avril 1974.

Le rôle de l'oreille dans la musicothérapie. Rapport au Congrès International de Musicothérapie, Paris, 31 octobre-3 novembre 1974.

L'oreille considérée comme capteur. *Les Cahiers de la Méthode Naturelle en Médecine*, septembre 1974.

La Musicothérapie et les dépressions nerveuses. Rapport au IV^e Congrès International d'Audio-Psycho-Phonologie, Madrid, 1974.

Voix, audition et personnalité. *SOS Amitié*, 48, septembre 1974.

Considérations sur le test d'écoute. Paris: Centre Tomatis, 1974.

Le dépistage de l'enfant dyslexique à l'école maternelle. Conférence faite à l'Université de Potchefstroom au cours du Congrès National de la South African Society for Education, 21 janvier 1976.

L'arbitraire dans le langage. Conférence faite au cours du II^e Congrès National de l'Association Française d'Audio-Psycho-Phonologie, Université de Paris, 1976.

L'oreille et la vie. Paris: Laffont, 1977 [2^e éd. 1990].

L'univers auditif. Conférence faite au Centre du Langage de Fribourg (Suisse), mars 1977.

L'écoute intra-utérine. Conférence faite au cours du III^e Congrès National de l'Association Française d'Audio-Psycho-Phonologie, Carcassonne, juillet 1977.

- Incidences psychophysiologiques du chant.* Conférence faite au cours du III^e Congrès International de l'Institut Kodaly. Université d'Acadia-Wolfville (Canada), août 1977.
- Les aspects médico-psycho-pédagogiques de l'audio-psycho-phonologie.* Congrès International de Montréal (Canada), mai 1978.
- La musique et ses effets neuro-psycho-physiologiques.* XIII^e Congrès de l'ISME (International Society for Musical Education), London (Canada), août 1978.
- Inconscient et conscience.* Paris: Centre Tomatis, 1979.
- Les pouvoirs du musicien. *Revue Musicale.* "La face cachée de la Musique Française contemporaine", 316-317, mars 1979.
- L'oreille et l'enfant.* Conférence faite au "Festival de l'Enfant", Université d'Ottawa, mars 1979.
- Oreille et difficultés d'apprentissage.* Conférence faite au Congrès de l'AQETA, Montréal (Canada), mars 1979.
- La musique, notion indispensable et pourtant supposée superflue.* *Diapason*, 93-97, novembre 1980.
- Le défi de l'audio-psycho-phonologie.* Symposium d'Audio-Psycho-Phonologie, Université de Potchefstroom, avril 1980.
- L'oreille et le chant.* Conférence au Conservatoire de Musique de Berne (Suisse), août 1980.
- La nuit utérine.* Paris: Stock, 1981.
- Le chant et la musique. Leur importance dans le développement de la personne.* Rapport au Congrès Kodaly, Aylmer (Canada), octobre 1982.

La vie psychique et sensorielle du fœtus. Traduction du “La vita psichica e sensoriale del feto” paru dans l’*Enciclopedia della Scienza e della Tecnica* (7^eéd.). Milano, 1984.

La phénoménologie de l’écoute. Paris: Centre Tomatis, 1984.

L’oreille et la voix. Paris: Laffont, 1987.

Apprendre une langue étrangère avec une nouvelle oreille. Northeast conference, Washington D.C., avril 1986.

Pourquoi le grégorien. *Cantate Domino*, juillet-octobre 1987.

À l’écoute de la vie, devenir et avenir. Entretiens de Monaco, “Les enfants de l’avenir”, mars 1987.

La genèse de l’écoute. Paris: Centre Tomatis, juin 1987.

Le son dans la relation mère-père-enfants. Congrès “Sages-femmes du monde”, Paris, octobre 1988.

À l’écoute de la parole. Paris: Centre Tomatis, 1989.

Les troubles scolaires. Paris: Ergo Press, 1989.

Vertiges. Paris: Ergo Press, 1989.

Neuf mois au paradis. Paris: Ergo Press, 1989.

Écoute. Voix. Espace. Table ronde internationale, Cahiers du CNRS - Série “le corps en jeu”, mars 1990.

L’oreille et le langage à l’école maternelle. Soixante-troisième Congrès de l’AGIEM (Association générale des institutrices d’écoles maternelles), Chambéry, juin 1990.

La voix. L’oreille. *La voix Dévoilée. Actualités scientifiques de la voix chantée*. Paris: Romillat, 1990.

Son et énergie. Congrès international AIEV, “Le corps énergétique de l’homme”, Paris, 1990.

La méthode Tomatis. Interviews du Dr A.A. Tomatis par Mme Hélène Maguet, 1991.

L’écoute de la communication en entreprise. Forum de la communication, Milan, novembre 1991.

Équilibre et yoga: rôle de l’oreille interne. *Revue Française de yoga*, 4, 1991.

Nous sommes tous nés polyglottes. Paris: Fixot, 1991.

Pourquoi Mozart?. Paris: Fixot, 1991.

Sortie des eaux: développement de l’oreille humaine. Exposition au Museum d’Histoire Naturelle, Paris, 1991.

Mozart. Une mozarthérapie peut-elle être envisagée?. Conférence préparée pour les Entretiens de Monaco, 1992.

Écouter l’univers. Paris: Laffont, 1996.

Opere di Alfred Tomatis in italiano

Educazione e dislessia, traduzione di B.M. Magni. Torino: Omega, 1978.

Management dell’ascolto. Tutto ciò che le persone e le organizzazioni devono sapere prima di comunicare e per comunicare meglio, in collaborazione con W. Passerini. Milano: Franco Angeli, 1992.

L’orecchio e la vita. Tutto quello che dovrete sapere sull’udito per sopravvivere, traduzione di C. Mussolini. Milano: Baldini&Castoldi, 1992.

Dalla comunicazione intrauterina al linguaggio umano. La liberazione di Edipo, traduzione di L. Merletti. Como-Pavia: Ibis, 1993 [rist. 2001].

- L'orecchio e la voce*, traduzione di C. Mussolini. Milano: Baldini&Castoldi, 1993.
- L'orecchio e il linguaggio*, Prefazione di F. Ravazzoli, traduzione di L. Merletti. Como-Pavia: Ibis, 1995 [rist. 2013].
- La notte uterina*, Prefazione di C. Campo, traduzione di G. Cimino. Milano: Red Edizioni, 1996 [rist. 2009].
- Perché Mozart?*, traduzione di L. Merletti. Como-Pavia: Ibis, 1996 [rist. 2005].
- Come nasce e si sviluppa l'ascolto umano*, a cura di F. Gianni & C. Cazzani. Como: Red Edizioni, 2001.
- Siamo tutti nati poliglotti*, Prefazione di Concetto Campo, traduzione di. Como-Pavia: Ibis, 2003.
- Nove mesi in paradiso. Storie della vita prenatale*, Prefazione di C. Campo, traduzione di L. Merletti. Como-Pavia: Ibis, 2007.
- Vertigini*, Prefazione di C. Campo, traduzione di V. Scanavino. Como-Pavia: Ibis 2009.
- Le difficoltà scolastiche*, Prefazione di C. Campo, traduzione di V. Scanavino. Como-Pavia: Ibis, 2011.
- Ascoltare l'universo. Dal Big Bang a Mozart*, Prefazione di C. Campo, traduzione di L. Merletti. Como-Pavia: Ibis, 2013.

Bibliografia generale

- Albano Leoni, F., *Dei suoni e dei sensi. Il volto fonico delle parole*. Bologna: Il Mulino, 2009.
- Barthélémy, Y., *La voix libérée*. Paris: Laffont, 1984.
- Bozzi, P., *Unità, identità, causalità*. Bologna: Cappelli, 1969.

- Bozzi, P., *Fisica ingenua*. Milano: Garzanti, 1990.
- Bozzi, P., *Vedere come. Commenti ai §§ 1-29 delle Osservazioni sulla filosofia della psicologia di Wittgenstein*. Milano: Guerini, 1998.
- Bühler, K., *Teoria dell'espressione. Il sistema alla luce della storia*, trad. di L. Pusci. Roma: Armando, 1978.
- Campo, C., L'orecchio e i suoni fonti di energia. Il metodo Tomatis, *Riza Scienze*, 74 (dicembre 1993).
- Campo, C., *Introduzione al metodo Tomatis*, Università degli Studi di Ferrara, 2002.
- Campo, C., I suoni che ci migliorano la vita. Il metodo Tomatis. La tecnica e gli esercizi per migliorare l'attenzione e facilitare comunicazione e apprendimento, *Riza Scienze*, 234 (novembre 2007).
- Campo, C., Il metodo Tomatis. I suoni che danno energia. Indicazioni ed esercizi per imparare ad ascoltare e a comunicare bene, *Riza Scienze*, 277 (giugno 2011).
- Cattaruzza, S., *L'indicazione della realtà. Teoria dei segni e della conoscenza in Karl Bühler*. Milano-Udine: Mimesis, 2008.
- Coppola, W. (in corso di pubblicazione), *Bühler und Tomatis. Affinität und Weiterentwicklung in einer audio-psycho-phonologischen Theorie des Sprechens und des Hörens*. Relazione tenuta al Convegno Internazionale organizzato dal Prager Linguistenkreis su "Karl BÜHLER: 80 Jahre Sprachtheorie" (Prag, 9-10 giugno 2014).
- Coppola, W. (in corso di pubblicazione), *The Tomatis Effect with Professional Opera Singers: A Pilot Study*. Relazione tenuta al 19° Convegno Internazionale organizzato dalla Society for Gestalt Theory and Its Applications (GTA) su "Body, Mind, Expression" (Parma, 21-23 maggio 2015).

- Dumas de la Roque, P., *L'écoute, c'est la vie. Introduction à la Méthode Tomatis*. Saint-Julien-en-Genevois: Jouvence, 2007.
- Hahn, R., *Lezioni di canto. Parigi 1913*, trad. di G. Morelli. Venezia: Marsilio, 1990.
- Husson, R., *La voix chantée*. Paris: Gauthier-Vilars, 1960.
- Husson, R., Étude expérimentale des modifications éventuelles de la fourniture vocalique sous l'influence de fournitures auditives stimulatrices concomitantes. L'effet Tomatis. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 244 (1957), 1823-1825; poi in *Les bases scientifiques de l'audio-psycho-phonologie*. Paris, 1962.
- Kandel, E.R., Schwartz J.H., & Jessell Th.M. (Curr.), *Principi di neuroscienze*. Edizione italiana a cura di V. Pierri e G. Spidalieri. Milano: Casa Editrice Ambrosiana, 2003³.
- Madaule, P., *Musique filtrée et pédagogie psycho-sensorielle chez les enfants présentant des troubles de la communication*, III^e Congrès International d'Audio-Psycho-Phonologie, Anvers 1973.
- Madaule, P., *L'audio-psycho-phonologie au service des chanteurs et des musiciens*. Université de Potchefstroom 1976.
- Madaule, P., *L'utilisation de la musique à des fins non musicales. Application de la méthode audio-psycho-phonologique à la musicothérapie*. S.l. 1977.
- Madaule, P., *La musique: une invitation à l'écoute, au langage et à l'apprentissage*, Congrès International de Musicothérapie, Paris 1983.
- Marafioti, P. Mario, *Caruso's Method of Voice Production. The Scientific Culture of the Voice*. New York: Dover, 1981 [1922].
- Meano, C., *La voce umana nella parola e nel canto. Manuale di Fisiologia Vocale ad uso di tutti i Professionisti della Voce*. Milano: Casa Editrice Ambrosiana, 1964.

- Parovel, G., *Le qualità espressive. Fenomenologia sperimentale e percezione visiva*. Milano-Udine: Mimesis, 2012.
- Purves, D. et al. (Curr.), *Neuroscienze*. Bologna: Zanichelli, 2009³.
- Righini, P., *Considerazioni sulla psicoacustica del cantante*. Padova: Zanibon, 1987².
- Saussure, F. de, *Corso di linguistica generale*. Introduzione, traduzione e commento di Tullio De Mauro. Roma-Bari: Laterza, 1983.
- Saussure, F. de, *Scritti inediti di linguistica generale*. Introduzione, traduzione e commento di Tullio De Mauro. Roma-Bari: Laterza, 1983.
- Schindler, O. (Cur.), *Manuale di audiofono-logopedia. Volume I. Propedeutica*. Torino: Omega, 1974.
- Schindler, O., Mari N., *Il canto come tecnica, la foniatra come arte*. Padova: Zanibon, 1986.
- Sollier, P., *Listening for Wellness. An Introduction to the Tomatis Method*. Walnut Creek, CA: Mozart Center Press, 2005.
- Wiener, N., *Introduzione alla cibernetica. L'uso umano degli esseri umani*, trad. di D. Persiani. Torino: Boringhieri, 1966.
- Wolfe, J.M. et al. (Curr.), *Sensazione & percezione*. Bologna: Zanichelli, 2007.