

# Per una fonetica fisiologica

Mauro Uberti

Comitato scientifico del Laboratorio di Fonetica Sperimentale «Arturo Genre»

## 1. Introduzione

La fonazione è la funzione fisiologica umana nella quale si integrano nel modo più intimo la psiche ed il soma.

Con questi termini presi a prestito dalla psicologia si intende qui riassumere, da un lato l'insieme delle attività intellettive e delle condizioni emozionali che costituiscono sia la coscienza che l'interiorità di ogni essere umano e che si esprimono con la voce, dall'altro tutto quanto ha a che fare con il corpo: l'anatomia, la biometria e la fisiologia innanzi tutto, ma poi le relazioni con l'ambiente, gli effetti del tempo, le condizioni di salute e di affaticamento, le condizioni di nutrizione ecc.

Come si è detto, le attività e le condizioni di cui sopra si manifestano per mezzo della voce, ma questa è prodotta dal corpo ed è quindi condizionata dalle caratteristiche anatomiche ed antropometriche di questo, dalle sue condizioni fisiologiche nonché dalle relazioni e dalle situazioni alle quali si è accennato.

In ambito sperimentale la voce è attualmente studiata, da un lato come fenomeno acustico con il coinvolgimento delle discipline che le sue componenti fisiche e culturali comportano mentre dall'altro è studiata dalla medicina nei suoi aspetti patologici. Manca ancora, o almeno è di difficile reperimento, lo studio dei suoi rapporti con il corpo nel suo complesso e con le sue condizioni fisiologiche.

In fonetica si usa solitamente il termine «fonetica fisiologica» come sinonimo di

«fonetica articolatoria» così come di «fonetica anatomica» (e.g. Malmberg 1977) e si circoscrive il campo delle osservazioni dette «fisiologiche» al comportamento articolatorio nella produzione della parola o, al massimo, alla meccanica respiratoria polmonare e soltanto a quella polmonare. Limitarsi a questo significa accontentarsi del «come» senza chiedersi il «perché» o, prendendo a prestito la terminologia usata in anatomia, fare della fonetica «descrittiva» rinunciando a fare della fonetica «funzionale».

Il comportamento degli organi articolatori è condizionato, direttamente o indirettamente, da quello di tutta la muscolatura corporea con l'intermediazione delle ossa, comprese quelle più lontane dalla laringe come quelle dei piedi; di conseguenza la ricerca del «perché» di cui sopra implica una visione globale del corpo.

È tutta da fondare, pertanto, una disciplina che sarebbe corretto chiamare «fonetica fisiologica». A titolo di esempio si propongono qui di seguito alcuni e soltanto alcuni dei possibili campi di indagine.

## 2. Costituzione fisica e classe vocale

Almeno per quanto riguarda la lingua italiana le aree di esistenza delle vocali nei due sessi sono state finora studiate prendendo raramente in esame i fattori responsabili della loro variabilità e distinguendo sull'influenza di ognuno di questi

(e.g. Ferrero *et alii* 1995). Prescindendo da quelli culturali, termine che si usa in questo contesto per intendere tutto quanto non ha a che fare con il «soma» di cui sopra, si ritiene che si dovrebbe considerare la relazione della dispersione formantica con quella delle misure antropometriche dei locutori o almeno della loro classe vocale, cioè della loro attitudine a vocalizzare già nel parlato con voce ad intonazione bassa, media o acuta.

È noto, per esempio, che fra i cantanti lirici, quelli cioè la cui classe vocale è chiaramente determinata per esigenze professionali, i bassi e i contralti sono tendenzialmente alti e che invece i tenori e i soprani sono tendenzialmente piccoli. Dato che le dimensioni del condotto vocale del locutore tendono a corrispondere a quelle antropometriche dello stesso, sia pure nell'ambito della normale variabilità anche le risonanze corrispondenti intervengono a determinare la collocazione del triangolo vocalico dell'individuo all'interno dell'area di esistenza delle vocali di un determinato gruppo linguistico.

### 3. Variabilità dell'area di esistenza delle vocali e variabilità antropometrica territoriale

In antropometria è ben nota la variabilità antropometrica territoriale. Almeno in Italia, per circoscrivere il discorso al nostro territorio nazionale, è nozione comune il fatto che i settentrionali tendono, o tendevano (cfr. § seguente), ad essere più alti dei meridionali.<sup>1</sup> Finché è esistita la leva obbligatoria, almeno per quanto

riguarda la popolazione maschile è stato anche possibile conoscere con precisione la variabilità dell'altezza e della circonferenza del torace nonché del peso appunto degli individui maschi. Inoltre, almeno finché è esistito l'Ente Italiano della Moda, le ricerche antropometriche sui due sessi hanno potuto far conoscere con una certa approssimazione la variabilità antropometrica regionale. Le dimensioni e le proporzioni anatomiche degli abitanti delle diverse regioni sono statisticamente diverse, l'industria vestiaria nazionale l'aveva imparato letteralmente a proprie spese, quindi doveva tenerne conto e le ricerche erano dichiaratamente finanziate dall'Ente a fini produttivi (Ente Italiano della Moda 1979). La ricerca è stata poi ripresa nel 1990 a cura di Melchiorre Masali e proseguita fino al 2010 (Masali 2013).

Il discorso fatto nel paragrafo precedente per le classi vocali viene qui ripetuto con la complicazione, però, data dal fatto che in ogni regione esistono individui appunto delle diverse classi vocali. Chi, inoltre, ha pratica di cori amatoriali, di cori cioè a composizione vocale casuale, sa che la percentuale di cantori delle diverse classi vocali all'interno dei singoli cori è sensibilmente diversa da regione a regione. Questa variabilità vocale, e quindi anatomica, è un ulteriore fattore di variabilità nella formazione delle aree regionali di esistenza delle vocali.

---

cura di Ridolfo Livi, *Antropometria militare. I, Dati antropologici ed etnologici - Antropometria militare. I, Atlante - Antropometria militare. II, Dati demografici e biologici*, battendo appunto su Google Libri (<https://books.google.it>) «antropometria militare». I tre volumi si riferiscono alle classi di leva 1859-63 e proprio per questo il fenomeno è particolarmente evidente.

---

<sup>1</sup> A chi desideri farsi un'idea più precisa del fenomeno si suggerisce di scaricare dalla rete i tre volumi a

#### 4. Variabilità dell'area di esistenza delle vocali nel tempo

Quanto detto nel paragrafo precedente è ulteriormente complicato dal fatto che negli anni la variabilità antropometrica regionale è mutata in conseguenza delle mutate condizioni socio-economiche e delle mutate abitudini alimentari. La popolazione meridionale, infatti, non è più tendenzialmente meno alta di quella settentrionale come era una volta perché i fattori di cui sopra hanno influito sulla crescita degli individui, quindi sulle loro caratteristiche antropometriche, quindi sulle dimensioni del loro condotto vocale e quindi di nuovo sulla struttura acustica della loro voce. Si aggiunga il fatto che «in quasi 40 anni in Italia [cioè in tutta Italia, n.d.r.] la statura media è aumentata di circa 4 cm per gli uomini e 3 per le donne» (Masali 2013, pag. 18).<sup>2</sup>

#### 5. Tipo di respirazione

Usando separatamente i comportamenti respiratori descritti in fisiologia – respirazione costale superiore, respirazione costale laterale, respirazione addominale e respirazione combinata – cambia l'accordo pneumofonico, cambiano i comporta-

---

<sup>2</sup> Si ritiene opportuno citare qui anche l'articolo di Felix Lill «Lee Ae-ran. Piatto forte», tradotto dal settimanale tedesco *Die Zeit* e pubblicato sul numero 1250 di *Internazionale* (6 aprile 2018), in cui l'A. parla della cucina della Corea del Nord e dice fra l'altro che la profuga nordcoreana Lee Ae-ran, oggetto dell'articolo, «Aveva intervistato mille profughi nordcoreani e scoperto che, forse a causa delle carenze alimentari, i nordcoreani erano più bassi di qualche centimetro rispetto ai loro coetanei del sud». Della relazione fra statura e voce si è già parlato al § 2. *Costituzione fisica e classe vocale.*

menti fonatorio ed articolatorio e, di conseguenza, la struttura acustica della voce. Sarà quindi anzitutto necessario definire e quantificare i comportamenti respiratori misurando almeno le variazioni delle circonferenze del tronco ai diversi livelli nei diversi comportamenti e mettendo in relazione i rapporti fra le diverse misure ottenute con la struttura acustica della voce.

Si deve aggiungere che, come insegna la fisiologia respiratoria, nelle donne tende a prevalere la respirazione costale mentre negli uomini tende a prevalere quella addominale. Inoltre, negli individui longilinei, indipendentemente dal sesso, tende a prevalere la respirazione costale e in quelli brevilinei la respirazione addominale. I due fattori si combinano e, dato che, a seconda del tipo di respirazione, la discesa della laringe varia facendo variare la geometria del condotto vocale, la struttura acustica della voce è condizionata anche dal tipo di comportamento respiratorio.

#### 6. Mimica facciale

La relazione fra le emozioni e la voce è talmente studiata che dare una bibliografia sull'argomento sarebbe impresa così ampia da doverci rinunciare in partenza. Dall'esame dei lavori trovati in rete pare tuttavia allo scrivente che il semplice rapporto fra l'attività dei muscoli mimici e le conseguenti variazioni nella struttura acustica della voce, cioè i rapporti fra la muscolatura mimica e la voce indipendentemente dalle condizioni emotive in cui l'espressione delle emozioni avviene, non sia ancora stato preso in esame.

I metodi usati per descrivere l'espressione non vocale delle emozioni, fra i quali il più noto è il *Facial Action Coding Sy-*

*stem* (F.A.C.S.) (Ekman & Friesen 1978), analizzano la mimica delle emozioni descrivendo di ognuna il comportamento facciale che a volta a volta vi corrisponde. Proprio il fatto, però, di prendere in esame tutti i muscoli facciali insieme non consente di capire e stabilire, sia analiticamente che quantitativamente, quale sia il loro singolo rapporto con la struttura acustica della voce. Esiste tuttavia il *Maximally Discriminative Facial Movement Coding System* (MAX) (Izard 1983) che isola in modo soddisfacente i movimenti dei singoli muscoli mimici o di loro gruppi e che consentirebbe di esplorare la mimica facciale mettendola analiticamente in rapporto con i mutamenti nella struttura acustica della voce che ne conseguirebbero.

## 7. Postura

L'accordo pneumofonico, e quindi il comportamento fonatorio, cambiano a seconda della postura. È esperienza comune, per esempio, capire dal timbro vocale, anche voltandole le spalle, se una persona la cui voce ci è familiare sia in piedi o seduta.

Riducendo per semplicità di esposizione il numero delle posture a quattro, postura eretta, postura assisa, postura supina e, finalmente, postura assisa ed obliqua in avanti con testa e braccia appoggiate ad un sostegno, si constata che ad ogni cambiamento di postura corrispondono altrettanti mutamenti nella struttura acustica della voce. Particolarmente importante l'ultima delle quattro posture elencate perché, inducendo la respirazione completa, detta «combinata», consente di mettere a confronto le emissioni vocali di informatori diversi in comportamenti pneumofonici tendenzialmente uguali.

## 8. Attività fisica

L'attività fisica modifica il comportamento respiratorio, quindi l'accordo pneumofonico e quindi il comportamento specificamente fonatorio.

Ai fini di quantificare in qualche modo i mutamenti fonatori è possibile stabilire e quantificare almeno approssimativamente l'attività da effettuare e già effettuata stabilendo a volta a volta, per esempio, tempi e percorsi di marcia o adottando la pratica di esercizi scelti, sempre per esempio, fra quelli usati in fisioterapia toraco-polmonare. Di nuovo, il confronto tra le fonazioni emesse a riposo e dopo l'esercizio, a volta a volta di tipo diverso, può consentire di esplorare in un'altra direzione la variabilità fonetica.

## 9. Professione esercitata

La professione praticata contribuisce a determinare il comportamento fonatorio abituale; tale comportamento è infatti condizionato dall'uso specifico della voce fatto dal locutore nell'esercizio della propria professione così come dall'attività fisica praticata nella stessa.

I lavoratori della voce – che, per non citarne altri, possono variare dagli insegnanti agli operatori dei *call center* – oltre ad andare incontro a disfonie dovute all'uso prolungato appunto della voce usano abitualmente un comportamento fonatorio forzato che ne altera la struttura acustica e la prosodia; alterazioni che poi rimangono anche nella vociferazione abituale.

Chi svolge attività sedentaria va incontro all'indebolimento della muscolatura addominale e dorsale e alla conseguente alterazione del comportamento respiratorio. Di nuovo il fatto modifica l'accordo pneu-

mofonico con conseguenze sulla struttura acustica della voce.

Chi svolge lavoro fisico agisce sovente a laringe contratta per dare rigidità alla gabbia toracica durante lo sforzo e dare quindi attacco solido alla muscolatura delle braccia. Si pensi, ad esempio, ai tagliaboschi i quali lavorano tutto il giorno reggendo e manovrando motoseghe il cui peso può superare i nove chilogrammi. Questo comportamento respiratorio lavorativo altera poi anche il comportamento pneumofonico abituale.

### **10. Crescita**

L'emissione di uno strillo è il primo atto del neonato alla nascita e la sua vocalizzazione si evolve nel tempo fino a diventare voce adulta.

Il condotto vocale del bambino e la sua evoluzione con la crescita sono già stati in buona parte studiati (Crelin 1987, Kreiman & Sidtis 2011), ma la fonetica corrispondente, almeno a conoscenza di chi scrive, no. Dagli studi già fatti si intravede però l'evoluzione, oltre che delle dimensioni, delle proporzioni fra le cavità di risonanza del condotto vocale e la prospettiva che ne deriva è quella della fonetica corrispondente.

Data la possibilità e la facilità di fare fotografie a costo zero, i genitori accumulano enormi documentazioni dell'immagine dei loro figli lungo tutta la loro crescita mentre l'esperienza insegna che nella pratica è impossibile convincerli a raccogliere la documentazione audio della loro voce. L'attuale diffusione degli smartphone ha però permesso ai genitori di documentare la crescita dei figli anche attraverso filmati che sovente contengono vocalizzazioni.

Almeno teoricamente, dovrebbe quindi essere possibile convincerli a metterle a disposizione degli studiosi. Se è vero che la qualità di queste registrazioni è lontana dall'essere ottimale è anche vero che esse permetterebbero di far conoscere, almeno approssimativamente, l'evoluzione della voce mettendola in relazione con le dimensioni fisiche del bambino, dimensioni che si potrebbero ottenere confrontandole con quelle degli oggetti circostanti, le cui misure siano almeno altrettanto approssimativamente rilevabili.

Per quanto imprecise, queste osservazioni potrebbero dare una prima visione diacronica dell'evoluzione della voce in uno stesso individuo mentre l'analisi della voce dei bambini di intere classi di asili nido, scuole elementari ecc. potrebbe dare quelle sincroniche e statistiche della voce alle diverse età confrontandole, questa volta con precisione, con le loro dimensioni fisiche.

### **11. Invecchiamento**

La voce ha un invecchiamento naturale che consente, per esempio, di stimare approssimativamente l'età del locutore senza vederlo. È però ancora tutta da fare una descrizione sistematica dei parametri vocali dall'infanzia alla vecchiaia che consentono la valutazione ad orecchio dell'età.

Almeno i cambiamenti nella struttura formantica e dell'intonazione della voce di uno stesso individuo si possono tuttavolta osservare facendo uso dei filmati dei discorsi di politici attivi da lunga data, filmati che si possono agevolmente trovare sulla rete, ovviamente tenendo conto del fatto che sono diverse le condizioni di registrazione in cui esse sono state effettua-

te. In questo caso scegliendo registrazioni fatte a grande distanza di tempo è possibile mettere in evidenza almeno gli spostamenti delle due prime formanti all'interno del triangolo vocalico così come il numero e la posizione di quelle superiori.

L'esame della voce dei presidenti della Repubblica, i quali, a prescindere dagli interventi fatti in altre situazioni, mandano ogni fine anno agli italiani un messaggio televisivo il cui filmato rimane disponibile sul sito del Quirinale, consente invece di seguirne l'invecchiamento con cadenza regolare ed a scadenze tutto considerato ottimali. Si consideri inoltre che essi parlano sempre nella stessa postura assisa e presumibilmente nelle stesse condizioni psicologiche (è noto, e se ne è già accennato al § 6, che le diverse situazioni emotive determinano cambiamenti sensibili nella struttura acustica vocale) e che quindi l'esame della loro voce consente di seguire l'invecchiamento appunto della voce in uno stesso individuo analizzandola a cadenza fissa, così come si è detto, ed almeno per sette anni (in modo analogo a quanto hanno fatto Harrington *et aliae* 2000 e Harrington 2005 per la pronuncia dei sovrani inglesi).

L'accesso a Rai Teche, l'archivio del materiale acustico e televisivo, prodotto e trasmesso dalla Rai nel corso della sua storia, dovrebbe consentire inoltre di seguire l'invecchiamento della voce dei suoi annunciatori nel corso di tutta la loro carriera (molto interessanti a questo proposito i lavori di Giannini e Pettorino 1999, Pettorino 2015).

Nell'ambito dell'ampio programma di ricerca sull'invecchiamento *#backUniTO for Ageing*, *La ricerca allarga la vita* dell'Univer-

sità di Torino (<http://www.hu4a.it>), Antonio Romano, responsabile del LFSAG, Dip. Lingue e L.S. e C.M., della stessa Università, ha presentato un progetto sull'invecchiamento della voce intitolato «Voice ageing and storytelling: un progetto per lo studio dell'invecchiamento della voce e lo sviluppo di abilità narrative» (per questi temi si veda Cerrato *et alii* 2000, Krauss *et alii* 2002).

## 12. Voce cantata

Se non fosse per alcuni tentativi interessanti (Zedda 2004, Cesari in Romano *et alii* 2012) la fonetica della voce cantata sarebbe ancora da fondare.

Le problematiche che sorgono nell'esame della voce cantata sono di ordine sia culturale che fisiologico. Per quanto riguarda il primo e per limitare il discorso alle modalità di canto della cultura occidentale, si pensi soltanto alle differenze di emissione della voce fra il canto popolare, nato prevalentemente all'aperto e nelle osterie, quello della musica d'uso (musica leggera, jazz ecc.), fatto per essere eseguito al microfono, e quello classico, destinato ad essere eseguito in spazi chiusi sovrastando magari il suono di un'intera orchestra in grandi teatri. Si pensi, per cominciare, alle differenze fonetiche già all'interno di ognuno di questi campi.

Non è però possibile definire gli ambiti fonetici del canto senza fare uso del concetto di «tecnica vocale» e quindi dei diversi comportamenti fisiologici messi in atto nella produzione della voce; comportamenti che, messi in relazione con le diverse fonetiche che ne risultano, se opportunamente descritti e misurati consentirebbero di dare a queste delle defi-

nizioni in qualche modo quantitative. Di qui la necessità di una descrizione ed una classificazione sistematica preventiva di quelle che sono chiamate appunto tecniche vocali (Uberti 1978) cioè dei diversi comportamenti di tutta la muscolatura corporea nella fonazione e specificamente nel canto nonché dei diversi accordi pneumofonici che ne derivano (su questi temi alcuni suggerimenti interessanti si trovano in Fussi 2000-2011).

### 13. Ambiente acustico

L'impedenza acustica dell'ambiente in cui si emette la voce incide sul comportamento fonatorio.

Il fatto è ben noto per esperienza ai cantori di cori popolari, i quali, stante il loro repertorio, sono costretti a cantare in una varietà di ambienti che vanno dall'aria aperta fino a quelli fortemente riverberanti. Essi si trovano quindi a fare di volta in volta una maggiore o minore fatica vocale mentre l'alterazione del timbro delle voci nel passaggio da una situazione all'altra è avvertita anche da ascoltatori non esperti.

Nel caso della voce parlata la situazione è equivalente anche se gli ascoltatori notano prevalentemente o soltanto una sensazione di maggiore o minore fatica vocale.

### 14. Segnale elettroglottografico

Per quanto il segnale elettroglottografico sia soltanto l'analogo elettrico del segnale laringeo e non quello acustico vero e proprio, esso per la facilità del suo rilevamento potrebbe essere assunto a segnale convenzionale di riferimento sul quale confrontare le emissioni vocali dello stesso individuo in condizioni diverse oppure quelle di individui diversi.

Manca ancora, per esempio, un atlante della voce normale che descriva la variabilità continua della voce umana normale a partire dalla voce maschile di basso per giungere a quella femminile di soprano.

Il segnale elettroglottografico potrebbe inoltre essere messo in relazione con i fattori di variabilità indicati nei precedenti paragrafi.

### 15. Conclusioni

In queste poche riflessioni sono state proposte alcune ipotesi di lavoro per un numero rilevante di ricerche interdisciplinari che restano da svolgere per fondare veramente una fonetica fisiologica.

### Riferimenti bibliografici

Cerrato L., Falcone M., Paoloni A. (2000). Subjective age estimation of telephonic voices. *Speech Communication* 31, 107-112.

Crelin E.S. (1987) *The human vocal tract*, New York, Vantage Press.

Ekman P., Friesen W.V. (1978). *Manual for Facial Action Coding System*, Consulting Psychology Press, Palo Alto, CA 94303.

Ente Italiano della Moda (1979). *Le misure antropometriche della popolazione italiana. L'abbigliamento delle classi giovani dai 6 ai 19 anni*, Milano, Franco Angeli.

Ferrero F., Magno Caldognetto E., Cosi P. (1995). Le vocali al femminile. *Atti del Convegno Internazionale di Studi «Dialettologia al femminile»* (Sappada, 26-30 giugno 1995), Padova, CLEUP, 413-436.

Fussi F. (7 voll., 2000-2011). *La voce del cantante. Saggi di foniatria artistica*, Torino, Omega Edizioni.

Giannini A. & Pettorino M. (2009). L'età della voce. In L. Romito *et alii* (a cura di), *La fonetica sperimentale: metodi e applicazioni*

(Atti del IV Convegno Nazionale AISV, Cosenza, 3-5 dicembre 2007), Torriana, EDK, 165-178.

Harrington J. (2006). An acoustic analysis of 'happy-tensing' in the Queen's Christmas broadcasts, *Journal of Phonetics*, 34 439-457.

Harrington J., Palethorpe S., and Watson C. (2000). Does the Queen speak the Queen's English? *Nature*, 408, 927-928.

Izard C.E (1983), *The Maximally Discriminative Facial Movement Coding System*, Academic Computing Services and University Media Services, University of Delaware, Newark, Delaware 19716.

Krauss R.M., Freyberg R., Morsella E. (2002). Inferring speakers' physical attributes from their voices. *Journal of Experimental Social Psychology*, 38, 618-625.

Kreiman J. & Sidtis D. (2011). *Foundations of Voice Studies: An Interdisciplinary Approach to Voice Production and Perception*. Oxford, Wiley-Blackwell.

Malmberg B. (1977). *Manuale di fonetica generale*, Bologna, Il Mulino, Cap. «Fonetica fisiologica», pp. 129-149.

Masali M. (a cura di)(2013). *L'Italia si misura. Vent'anni di ricerca (1990-2010). Vademecum antropometrico per il design e l'ergonomia*. Roma, Aracne Editrice.

Pettorino M. (2015), Prosodia di ieri, prosodia di oggi. un esperimento di autotrapianto sul parlato televisivo. In Ro-

mano A., et alii (a cura di), *Aspetti prosodici e testuali del raccontare: dalla letteratura orale al parlato dei media* (Atti del X Convegno Nazionale dell'AISV, Torino 22-24 gennaio 2014), Alessandria, Dell'Orso, 3-15.

Romano A., Cesari U., Mignano M., Schindler O. & Vernerio I. (2012). «Voice Quality» / «La qualità della voce». In: A. Paoloni & M. Falcone (a cura di), *La voce nelle applicazioni* (Atti dell'VIII Convegno dell'AISV, Roma, 25-27 gennaio 2012), Roma, Bulzoni, 75 (art. int. CD 35 pp.).

Uberti M. (1978). «La definizione delle tecniche vocali nel canto», *Atti del 6° Convegno dell'Associazione Italiana di Acustica*, Ivrea.

Zedda P. (2003). Varietà e qualità dell'articolazione nasale: dal parlato al canto. In F. Albano Leoni et alii, *Il parlato italiano* (Atti del congresso, Napoli, 13-15 febbraio 2003), Napoli, D'Auria (CD-ROM).

### Sitografia

*Voice ageing and storytelling*, <http://www.hu4a.it/progetti/details/28/22-voice-ageing-and-storytelling-un-progetto-per-lo-studio-dell-invecchiamento-della-voce-e-lo-sviluppo-di-abilita-narrative.html> (ultimo accesso 14 marzo 2018).