

Zeitschrift:	Dissonanz = Dissonance
Herausgeber:	Schweizerischer Tonkünstlerverein
Band:	- (2010)
Heft:	110
Artikel:	Quanto cambia un bocchino? : Produzione e percezione del suono negli ottoni
Autor:	Zicari, Massimo
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-927635

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 10.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Quanto cambia un bocchino?

Produzione e percezione del suono negli ottoni

Massimo Zicari



Malgrado il comportamento acustico degli ottoni sia determinato da diversi parametri costruttivi (spessore delle lamine, ampiezza e curvatura della campana ecc.), il loro timbro dipende in larga misura dalla forma e dalle dimensioni del bocchino. In particolare, la tazza di un bocchino le cui pareti raggiungano la gola formando un netto spigolo favorisce la produzione di un timbro chiaro, mentre i profili arrotondati favoriscono la produzione di un suono scuro. Questo aspetto sembra costituire un indicatore importante dell'evoluzione del gusto e di quella che potremmo definire l'estetica del suono degli ottoni, come suggerisce il fatto che i bocchini di strumenti d'epoca tardo-rinascimentale e barocca sopravvissuti fino ad oggi mostrano peculiarità morfologiche caratteristiche di un timbro chiaro (la forma della tazza era semisferica, la gola aveva un taglio netto e il bordo era piatto), mentre i costruttori moderni, in risposta al gusto prevalente, privilegiano bocchini dai bordi arrotondati.¹ Questo dato è di primaria importanza per la prassi musicale, in quanto condiziona le scelte degli strumentalisti in funzione di un approccio storicamente informato ai diversi repertori.

Un test preliminare ha permesso di verificare la validità dell'ipotesi: due musicisti hanno eseguito e registrato una breve sequenza melodica utilizzando strumenti e modalità interpretative e tecniche diverse (moderna e storica). Il raffronto delle due registrazioni ha evidenziato una sostanziale differenza nella qualità del timbro e dell'attacco: la prima è dovuta alla diversa risonanza degli armonici, la seconda al diverso comportamento dei transitori d'attacco. Per tale analisi si è partiti dal modello di «pitch-synchronous analysis» illustrato da Matthews, Miller e David², con il quale è possibile produrre graficamente l'andamento di ogni singola parziale armonica del suono preso in esame.

PROCEDURA

Per la verifica empirica sono stati coinvolti quattro trombettisti e due cornisti del Conservatorio della Svizzera italiana iscritti al Master of Arts in Music Performance. Sono stati usati tre corni in mi bemolle Alexander e tre trombe in re bemolle Egger, tutti con diapason a 440Hz. Ogni strumento era dotato di un bocchino con due tazze a vite, una con il bordo piatto e l'altra con il bordo tondo, realizzati dal costruttore Egger di Basilea (illustrazione 1).



Illustrazione 1:

I bocchini con il bordo tondo e piatto. © Massimo Zicari

È stata pianificata una serie di otto incontri, ognuno dei quali diviso in due sessioni: una per la preparazione e la registrazione degli squilli, l'altra per lo studio delle articolazioni.

Le registrazioni hanno permesso di raccogliere un numero significativo di campioni audio, consistenti in: a) singole note tenute (forte e piano); b) squilli tratti dal repertorio del XVII secolo³.

Contestualmente, sono stati definiti alcuni strumenti di lavoro: un'intervista iniziale, un diario di studio ed un'intervista finale. La prima intervista ha permesso di verificare gli atteggiamenti, il livello di motivazione ed il possesso di nozioni di base sulla questione delle prassi esecutive nei partecipanti. Contestualmente, agli studenti è stato chiesto di accompagnare il proprio lavoro con un «diario di studio» strutturato, nel quale riportare il tipo di esercizi svolti ed il tempo impegnato nello studio. Ogni partecipante doveva inoltre annotare le proprie impressioni rispetto ad una serie di parametri percettivi e propriocettivi:

- Contatto con lo strumento (comodità e fatica dell'imboccatura);
- Articolazioni: facilità e velocità nello staccato;
- Brassiness: precisione del suono e stabilità dell'attacco (scrocco);
- Flessibilità: lipping up & down;
- Dinamiche: «Range» dal ppp al fff;
- Qualità del suono;
- Preferenze personali.

Tutti questi aspetti erano da valutare separatamente, in relazione ad ognuno dei due bocchini. L'intervista finale è stata strutturata a partire dal «diario di studio», dovendo servire a complemento e completamento di questo. Allo scopo di temperare aspetti di tipo quantitativo e qualitativo, ogni domanda richiedeva due livelli di risposta: 1) l'assegnazione di un valore all'interno di una scala da 1 a 7; 2) la formulazione di un commento teso a chiarirne le possibili ragioni ed implicazioni.

A conclusione del lavoro, 29 persone sono state invitate a partecipare ad un test d'ascolto allo scopo di definire l'incidenza di fattori misurabili quali la risonanza degli armonici e la velocità dei transitori d'attacco sulla percezione della differente qualità del suono prodotto con i due bocchini. Per questo test è stato usato il materiale prodotto dai sei partecipanti nel corso delle sessioni di registrazione.

Poiché la percezione delle caratteristiche timbriche di un suono e la capacità di esprimersi verbalmente attraverso un lessico appropriato costituiscono una difficoltà oggettiva⁴, difficoltà in parte dovuta alla impossibilità di stabilire in maniera assolutamente non equivoca un nesso stabile tra caratteristica percepita e unità lessicale usata per esprimere, si è proceduto con l'obiettivo di ridurre al minimo il rischio di equivoci, strutturando il test in quattro sezioni.

1. Ascolto di ambientamento: Alcuni campioni esemplificativi sono stati riprodotti, allo scopo di favorire l'ambientamento e la possibile messa a fuoco delle eventuali, sottili differenze tra i suoni prodotti.

2. Coppie di suoni: Sono state proposte otto coppie di suoni scelte secondo questi criteri:

- stessa nota (lo stesso «pitch», ma non lo stesso suono replicato più volte);
- stesso livello medio di intensità;
- stesso strumentista;
- stesso strumento;
- stessa sessione di registrazione.

Unica variabile dipendente era data dal profilo del bocchino: lo stesso in due casi, differente in tutti gli altri, in una successione casuale tondo/piatto o piatto/tondo. Allo scopo di ridurre al minimo il rischio di un uso equivoco degli aggettivi, questa fase del test è stata contraddistinta da una prima verifica basata sulla semplice opposizione «identità/differenza». Le otto copie sono state fatte ascoltare in successione e la richiesta è stata quella di indicare, dopo ogni coppia, se si trattava, o no, dello stesso bocchino. Se i partecipanti avessero individuato due differenti bocchini, percependo così una differenza timbrica sufficientemente significativa, sarebbe stato possibile attribuirne la causa all'unica variabile dipendente inserita nel test: la forma del bordo della tazza.

3. Squilli: Per la composizione della successiva sezione del test è stata usata una breve sequenza tratta dalla *Sparata di buttasella* di Girolamo Fantini (illustrazione 2).

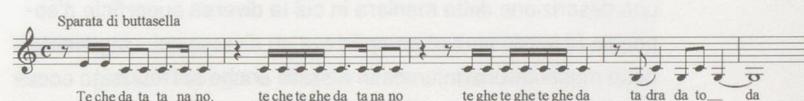


Illustrazione 2:

Da Girolamo Fantini, *Modo per imparare a suonare di tromba*, Francoforte, 1638; edizione moderna a cura di Igino Conforzi. Bologna: Ut-Orpheus 1998

La descrizione degli aspetti qualitativi delle coppie di squilli è stata fatta attraverso la somministrazione di un questionario a risposta chiusa su una scala di valori da 1 a 7: dalle 69 coppie originarie sono stati eliminati tutti quegli abbinamenti di

aggettivi che potevano essere considerati sinonimi. Dal momento che si trattava di valutare e distinguere tra suoni assolutamente omogenei, si è poi ridotta la serie a quattro sole coppie di aggettivi antinomici rispetto alla stessa qualità: suono scuro/chiaro; sottile/rotondo; povero /ricco (di armonici); attacco sporco/pulito.

4. Coppie di suoni: Per l'ultima sezione del test si è fatto uso delle stesse coppie di singoli suoni usate all'inizio, ma con la consegna di valutarle, questa volta, rispetto a brillantezza, rotondità, ricchezza e pulizia. Lo scopo è stato duplice: da una parte verificare l'attendibilità dei risultati della prima sezione del test, dall'altra aggiungere un ulteriore livello di comparazione sulla base degli stessi criteri definiti dalla seconda sezione. Anche in questo caso, le coppie di aggettivi sono state disposte su una scala di valori da 1 a 7.

RISULTATI I: ANALISI DELLE INTERVISTE

Dalle interviste è emersa chiaramente la diversità dei due bocchini su un duplice piano, propriocettivo e percettivo: da una parte la sensazione data dal contatto con lo strumento in funzione delle sue caratteristiche (bordo piatto vs bordo rotondo); dall'altra la diversa percezione della qualità del suono che ne risultava.

Comodità dell'imboccatura

(molto scomodo = 1; molto comodo = 7)

Piatto	Tondo	
3	6	Allison
5	6	Angelo
5	3	Antonio
3	5	Chiara
4	6	Li
4	3	Matteo
4.0	4.8	Media

Tutti i partecipanti hanno segnalato una differenza sostanziale nei due bocchini, tuttavia non tutti si sono trovati d'accordo sulla preferenza. Quattro hanno detto di trovare più comodo il bocchino con il bordo tondo, due quello con il bordo piatto. La prima risposta è stata spiegata adducendo ragioni legate all'abitudine ed alle affinità tra il bocchino con bordo tondo ed il proprio. In due casi la spiegazione è stata accompagnata da una descrizione della maniera in cui la diversa superficie d'appoggio (il bordo piatto) comportava un diverso coinvolgimento della muscolatura. In un caso è stato anche sottolineato come il bordo piatto avesse dei «comportamenti» disomogenei rispetto alla produzione delle diverse dinamiche nei diversi registri. Le due risposte di senso opposto, invece, avevano come ragione la semplice sensazione di facilità.

Fatica sull'imboccatura

(molto faticoso = 1; poco faticoso = 7)

Piatto	Tondo	
3	6	Allison
2	6	Angelo
6	4	Antonio
2	5	Chiara
5	6	Li
4	3	Matteo
3.7	4.8	Media

Quattro partecipanti hanno affermato di trovare più faticoso il bocchino piatto, mentre quegli stessi due che si erano detti più a proprio agio con il bocchino piatto hanno detto più faticoso quello rotondo.

Anche in questo caso, la risposta è stata accompagnata da commenti riguardanti il diverso coinvolgimento della muscolatura e la sensazione di rigidità che prevale, con il bordo piatto, dopo uno studio che si prolunghi per oltre i venti minuti.

È stato di nuovo segnalato un diverso comportamento del bocchino piatto nei diversi registri.

Facilità nello staccato

(molto difficile = 1; molto facile = 7)

Piatto	Tondo	
4	5	Allison
4	5	Angelo
6	4	Antonio
4	4	Chiara
4	6	Li
5	3	Matteo
4.5	4.5	Media

Malgrado la media dei valori espressi metta in risalto una sostanziale equivalenza, i giudizi hanno confermato il dato emerso nelle precedenti domande. Soltanto due partecipanti hanno trovato più facile produrre lo staccato con il bocchino piatto. Anche in questo caso è emerso che il bocchino a bordo piatto risponde in maniera disomogenea nei diversi registri.

Velocità dello staccato

(molto lenta = 1; molto rapida = 7)

Piatto	Tondo	
4	5	Allison
2	6	Angelo
5	5	Antonio
4	5	Chiara
3	5	Li
4	4	Matteo
3.7	5.0	Media

Si riconfermano alcuni orientamenti: quattro sono d'accordo sulla maggiore velocità dello staccato prodotto suonando con il bordo tondo mentre due (gli stessi) non trovano differenze significative. Ancora una volta emerge una generale, maggiore rapidità nelle reazioni dello strumento con il bordo tondo, fat-

tore che lascerebbe supporre un transitorio d'attacco più rapido che non quello prodotto con il bordo piatto.

Precisione dell'attacco

(poco preciso = 1; molto preciso = 7)

Piatto	Tondo	
5	6	Allison
2	5	Angelo
6	4	Antonio
4	3	Chiara
5	5	Li
5	3	Matteo
4.5	4.3	Media

Riguardo a questo parametro sono state registrate le risposte più ricche ed articolate, e quindi maggiormente interessanti, malgrado la media dei valori assegnati non sembrerebbe fare emergere alcun dato di particolare rilievo. Due partecipanti hanno espresso una chiara preferenza per il bocchino tondo, uno li ha definiti sostanzialmente equivalenti, ed i tre rimanenti hanno espresso la loro preferenza per quello piatto. Vale notare che i commenti espressi dagli studenti più a disagio con il bocchino piatto hanno tutti sostanzialmente riconfermato, ed in parte chiarito, la natura della differenza nei comportamenti dei due bocchini. In sintesi, il bocchino con il bordo tondo risponde in maniera omogenea e stabile, indipendentemente dal registro e dalla dinamica, mentre il bocchino con il bordo piatto è più pronto e preciso solo nei registri medio e alto e nelle sonorità più fragorose.

Flessibilità

(poco flessibile = 1; molto flessibile = 7)

Piatto	Tondo	
6	7	Allison
3	6	Angelo
3	5	Antonio
5	3	Chiara
3	6	Li
3	4	Matteo
3.8	5.2	Media

Cinque giudizi su sei sono stati espressi a favore del bordo rotondo, a conferma del dato risultante dalla media. Con il bordo piatto, forse a causa della maniera in cui la superficie di appoggio condiziona la libertà della muscolatura facciale, prevale una sensazione di maggiore rigidità.

«Range» di dinamiche, dal *ppp* al *fff*

(molto limitata = 1; molto ampia = 7)

Piatto	Tondo	
6	5	Allison
4	5	Angelo
6	5	Antonio
7	5	Chiara
6	5	Li
4	3	Matteo
5.5	4.7	Media

Cinque giudizi su sei sono stati espressi a favore del bordo piatto che, in generale, presenta un maggiore potenziale nelle dinamiche forti, a scapito della qualità del suono nel registro basso.

Chiarezza del suono

(molto scuro = 1; molto chiaro = 7)

Piatto	Tondo	
6	4	Allison
3	4	Angelo
5	3	Antonio
5	3	Chiara
5	6	Li
4	4	Matteo
4.7	4.0	Media

Qui i giudizi sono disomogenei: tre sostengono che il bordo piatto produca un suono più chiaro e brillante; due sostengono il contrario; uno esprime indifferenza. Rispetto al parametro del timbro è emerso il dubbio che non tutti i partecipanti, appartenenti a culture linguistiche diverse, fossero in grado di esprimersi con lo stesso grado di accuratezza lessicale.

Pienezza, rotondità del suono

(molto sottile = 1; molto pieno = 7)

Piatto	Tondo	
3	5	Allison
2	6	Angelo
6	6	Antonio
5	4	Chiara
6	5	Li
5	4	Matteo
4.5	45.0	Media

Riguardo alla percezione della «pienezza» e «rotondità» del suono i giudizi rimangono divergenti: tre studenti si esprimono nel senso di un suono più sottile, stretto, con il bordo piatto, uno ritiene che non vi sia una differenza sostanziale, due sostengono che il bordo piatto dia un suono più rotondo. Ancora una volta, emerge una certa difficoltà nel riconoscere nella qualità indicata dal termine la caratteristica riconosciuta nel suono.

RISULTATI II: PERCEZIONE DEGLI ATTACCHI

Le valutazioni assegnate nel test d'ascolto in merito alla qualità dell'attacco, per il quale, come detto, sono state coinvolte 29 persone, sono state analizzate con gli strumenti della statistica.⁵ La scala di valutazione andava da 1 (attacco molto sporco) a 7 (attacco molto pulito). Le medie delle valutazioni non differiscono molto. Un test a due campioni indipendenti ($\alpha=5\%$) applicato ad ogni coppia bocchino piatto-bocchino tondo non ha evidenziato nessuna differenza statisticamente significativa: la media di valutazione è la stessa per ogni coppia bocchino piatto-bocchino tondo. Il test assume distribuzione normale per i campioni; la normalità dei campioni è stata verificata tramite un test Jarque Bera ($\alpha=5\%$). Per verificare se è presente una dipendenza tra bocchino usato e qualità percepita dell'attacco abbiamo effettuato per ogni suonatore un test chi quadrato di Pearson ($\alpha=5\%$), riassumendo i dati in una tabella di contingenza con due righe (bocchino piatto, bocchino tondo) e tre colonne (sporco, neutro, pulito): non è risultata alcuna dipendenza significativa tra bocchino usato e qualità dell'attacco percepita. Differenze significative sono state invece percepite, dato lo stesso bocchino, tra un suonatore e l'altro: i risultati suggeriscono che la percezione della qualità dell'attacco non dipende quindi dal tipo di bocchino utilizzato quanto piuttosto dal suonatore.

Abbiamo poi confrontato la qualità dell'attacco prodotta da uno stesso strumentista con i due bocchini, per verificare se sono presenti differenze quantitative che non sono state percepite nel test d'ascolto. I due spettri sono molto simili ma l'attacco delle due sequenze è leggermente diverso e sembra essere più netto per il bocchino a bordo piatto, come evidenziato dal dettaglio dello spettro delle prime due note (illustrazione 3).

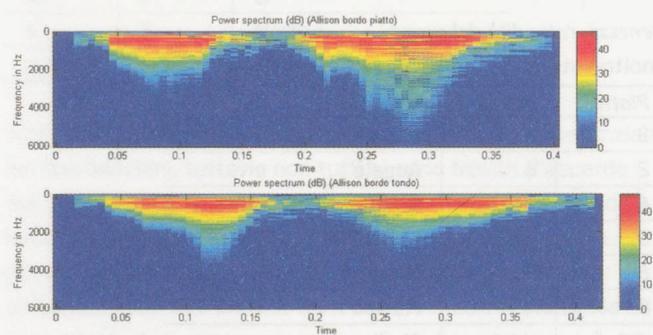


Illustrazione 3:
Analisi spettrale dell'attacco con i due bocchini.

In effetti, è evidente come, con il bocchino piatto, un maggior numero di armonici incomincia a risuonare con una certa potenza più o meno nello stesso istante, mentre con quello tondo gli armonici sono attivati con maggiore gradualità.

Le analisi effettuate sugli altri campioni confermano come il comportamento riscontrato nei due bocchini analizzati non costituisce un caso isolato, ma si conferma come caratteristico dei due profili. In sintesi, l'analisi spettrale di un campione di suoni eseguiti con i due tipi di bocchino sembra suggerire

una differenza nella qualità dell'attacco. In particolare, con il bocchino a bordo piatto si ottiene un attacco più netto rispetto al bocchino tondo.

Per contro, questa differenza, verificata grazie all'analisi spettrale, non è stata riscontrata nel test d'ascolto. Questo dato è tanto più significativo in quanto contraddice anche la percezione dei musicisti: dalle interviste è emerso infatti che il valore medio della velocità dello staccato è più alto per il bordo tondo (5.0) che non per quello piatto (3.7).

RISULTATI III: PERCEZIONE DELLA CHIAREZZA DEL SUONO

Abbiamo eseguito nuovamente una serie di test chi quadrato ($\alpha=5\%$) per verificare la percezione di parametri come chiarezza, profondità e ricchezza dei suoni. I risultati mostrano che non vi è continuità nella percezione di questi tre parametri, malgrado sia la ricchezza di armonici a determinare la percezione di chiarezza del timbro. La contraddittorietà delle risposte sembra essere causata dalla difficoltà di isolare un preciso dato percettivo e di descriverlo verbalmente. L'analisi si è quindi concentrata sulla percezione della chiarezza.

Abbiamo confrontato gli spettri, prendendo in considerazione quattro coppie di note singole suonate forte da quattro partecipanti: 1) Allison (bocchino piatto e poi tondo), 2) Antonio (bocchino piatto e poi tondo), 3) Angelo (due volte con bocchino piatto) e 4) Li (bocchino piatto e poi tondo):

1. Nel primo caso i due spettri erano molto simili e gli ascoltatori non hanno percepito nessuna differenza: nel primo test, il 79% degli intervistati ha indicato che i due suoni erano prodotti dallo stesso bocchino malgrado ciò non fosse vero.
2. Lo spettro dei suoni prodotti da Antonio è rappresentato in illustrazione 4: La nota emessa con il bocchino piatto è più ricca d'armonici alti rispetto a quella emessa con il bocchino tondo. Alla domanda «quale dei due suoni è il più chiaro». 86% degli ascoltatori ha percepito una differenza tra i due suoni e ha in particolare indicato il primo come più chiaro del secondo.

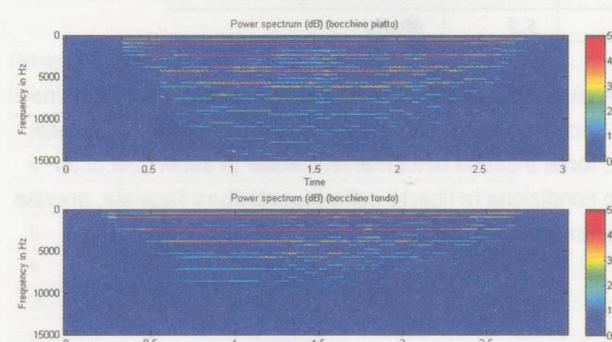


Illustrazione 4:
Analisi spettrale del suono con i due bocchini.

3. Anche nel caso di Angelo il suono emesso con il bocchino piatto è caratterizzato da un maggior contenuto di armonici alti rispetto al suono emesso con il bocchino tondo. Il 79% degli ascoltatori ha percepito questa differenza ed ha

riconosciuto i due diversi bocchini indicando il primo suono come più chiaro.

4. Per terminare, abbiamo confrontato i due spettri delle note singole emesse da Li utilizzando entrambe le volte il bocchino piatto. Apparentemente, il primo suono era leggermente più ricco del secondo. Questa differenza è stata riconosciuta dagli ascoltatori, che hanno tendenzialmente indicato come il primo suono fosse leggermente più chiaro. Ciononostante, il 79% degli ascoltatori ha indicato che i suoni erano stati prodotti dallo stesso bocchino.

CONCLUSIONI

L'analisi spettrale dei diversi campioni ha permesso di evidenziare due differenze significative tra i due tipi di bocchino considerati. La prima riguarda l'attacco, che risulta più immediato con il bocchino a bordo piatto: i primi armonici tendono a raggiungere la loro intensità massima contemporaneamente mentre, con il bocchino a bordo tondo, la raggiungono più gradualmente. Tuttavia, la differente qualità dell'attacco non risulta significativa dal punto di vista percettivo, come è emerso dal test d'ascolto. Inoltre, questo dato contraddice la percezione che i musicisti stessi hanno della velocità di risposta dei due bocchini nello staccato: su una scala da 1 a 7, dove per velocità dello staccato 1 equivale a «molto lenta» e 7 a «molto rapida», i valori medi sono risultati essere 3.7 per il bordo piatto e 5.0 per quello tondo. Riguardo all'attacco, quindi, il differente comportamento dei due bocchini non ha trovato riscontro né a livello percettivo né a livello propriocettivo. La seconda differenza riguarda la chiarezza dei suoni emessi con i due bocchini, misurata attraverso il grado di risonanza degli armonici. I suoni emessi con un bocchino a bordo piatto risultano mediamente più chiari di quelli emessi con il bocchino a bordo tondo: questa differenza risulta dall'analisi spettrale ed è stata percepita dagli ascoltatori. Questo dato, inoltre, è confermato dal giudizio medio espresso dagli strumentisti i quali, su una scala da 1 a 7 - dove 1 equivale a molto scuro e 7 a molto chiaro - hanno assegnato al bordo piatto un valore più alto (4.7) che non a quello tondo (4.0).

Riguardo al timbro (chiaro vs scuro) le prove effettuate hanno evidenziato una certa linearità tra il comportamento acustico del bocchino, la sensazione degli strumentisti (propriocezione) e le qualità acustiche percepite dagli ascoltatori. Queste conclusioni possono essere messe in relazione con quanto risulta dalle interviste, dalle quali è emerso abbastanza chiaramente lo scarto esistente nel comportamento dei due profili dei bocchini. Malgrado il fattore sia apparentemente microscopico, rimane confermato il dato per cui la conformazione del bordo del bocchino condiziona sostanzialmente il modo di suonarlo. Il bordo tondo è più comodo di quello piatto, mentre quest'ultimo sembra limitare la libertà della muscolatura facciale. Sulla distanza, il bordo piatto è anche mediamente più faticoso, malgrado studio ed applicazione costanti permettano di ovviare a questo problema. Un elemento importante è poi dato dall'instabilità del comportamento del bocchino con il bordo piatto,

rispetto alla maggiore omogeneità di risposte e di timbro registrate con il bordo tondo.

Si può concludere affermando che l'ipotesi di partenza è verificata in pieno rispetto al primo punto, ma soltanto in parte rispetto al secondo: a) esiste una correlazione chiara tra le caratteristiche costruttive del bocchino (bordo della tazza) e le difficoltà d'imboccatura; b) questa correlazione incide sulla percezione della qualità del suono prodotto (chiarezza del timbro), ma non su quella dell'attacco.

¹ Eric Halfpenny, *William Bull and the English Baroque Trumpet*, in: *The Galpin Society Journal* 15 (1962), pp. 18-24; Reginald Morley-Pegge, *The French Horn. Some notes on the evolution of the instrument and of its technique*, London: Benn 1978; Tranquillo Forza, *Il bocchino nei labifoni. Un approccio moderno di analisi, scelta ed uso dei bocchini per tromba, trombone, corno, fliscorno e tuba*, Vuarmarens: Editions BIM 2000.

² M. V. Matthews, J. E. Miller, E. E. David, *Pitch synchronous analysis of voiced sounds*, in: *Journal of the Acoustical Society of America*, 33 (1966), pp. 179-186.

³ Girolamo Fantini, *Modo per imparare a suonare di tromba*, Francoforte: 1638; edizione moderna a cura di Igino Conforzi, Bologna: Ut-Orpheus 1998.

⁴ J. C. R. Licklider, *Basic correlates of the auditory stimulus*, in: *Handbook of Experimental Psychology*, ed. S. S. Stevens, New York: Wiley 1951; Reinier Plomp, *Timbre as a multidimensional attribute of complex tones*, in: *Frequency Analysis and Periodicity Detection in Hearing*, ed. by Reinier Plomp, G. F. Smoorenburg, Leiden: Sijthoff 1970, pp. 397-414.

⁵ Le analisi statistiche sono state effettuate da Alberto Piatti.