

CATEGORIZZAZIONE E VALUTAZIONE DI INTERVALLI MUSICALI

MASSIMO GRASSI, MICHELE BIASUTTI
E GIOVANNI BRUNO VICARIO

Università di Padova e Università di Udine

Riassunto. Questo lavoro indaga la percezione categorica di intervalli musicali in collegamento con le più recenti conoscenze acquisite sulla struttura della rappresentazione tonale. Nel primo esperimento i soggetti hanno categorizzato come maggiori o minori degli intervalli armonici di terza e di sesta, nei quali la nota superiore variava lungo un *continuum*. Nel secondo esperimento gli stessi stimoli sono stati valutati per la loro buona intonazione. I risultati hanno evidenziato che la categorizzazione di un intervallo musicale è indipendente dall'importanza dell'intervallo nella gerarchia tonale.

INTRODUZIONE

La percezione categorica è definita come la capacità di assegnare nomi specifici a segnali che variano in modo continuo. Un esempio di percezione categorica è la percezione fonemica: le persone sono in grado, qualunque sia il parlante, di estrarre dal *continuum* sonoro un sottoinsieme limitato di categorie, i fonemi. Caratteristiche distintive della percezione categorica sono: *a*) la presenza di categorie separate da confini netti; *b*) picchi di discriminazione entro i confini della categoria e, per contro, un abbassamento della capacità di etichettare stimolazioni che si collocano al di fuori dei confini della categoria stessa.

Un caso peculiare di percezione categorica è la percezione di intervalli tra note musicali sia che queste siano eseguite in modo sincronico che diacronico¹. Alla fine degli anni Settanta, molte ricerche hanno dimostrato come musicisti esperti, siano in grado di soddisfare le condizioni *a*) e *b*) in compiti di categorizzazione di intervalli musicali tra note contigue (Locke e Kellar, 1973; Siegel e Siegel, 1977a; Siegel e Siegel, 1977b; Burns e Ward, 1978; Zatorre e Halpern, 1979; più re-

Ringraziamo uno dei due revisori per i preziosi suggerimenti forniti.

¹ L'intervallo è la distanza, in frequenza, che intercorre tra due note. Tale distanza può essere di 1 (prima, es. do-do), 2 (seconda, es. do-re), 3 (terza, es. do-mi), 4 (quarta, do-fa), 5 (quinta, es. do-sol), 6 (sesta, es. do-la), 7 (settima, es. do-si) e 8 (ottava, es. do-do ottava superiore) a seconda di quante note si contano dal primo al secondo suono.

centemente Biasutti e Vicario, 1993). Il fenomeno è più noto con il nome di orecchio relativo, cioè la capacità di nominare correttamente un intervallo musicale date le due note componenti. Nella percezione fonemica e nella percezione musicale le categorie si formano lungo l'arco evolutivo attraverso meccanismi di apprendimento, infatti la percezione categorica di intervalli musicali è propria di persone con alta educazione musicale, quali musicisti esperti, piuttosto che dei non musicisti o di musicisti poco esperti. Siegel e Siegel (1977a) hanno trovato che i risultati di soggetti non musicisti in compiti di classificazione erano scadenti e significativamente peggiori rispetto a quelli dei musicisti. In conclusione, la capacità di classificare gli intervalli musicali dipende dal grado di apprendimento dei soggetti.

Esistono però dei compiti nei quali le prestazioni dei soggetti musicisti e non musicisti sono paragonabili: diverse ricerche hanno dimostrato che i soggetti inesperti ed esperti sono in grado di rappresentarsi gli elementi salienti del sistema tonale (per un'ampia rassegna vedi Deutsch, 1999). Tale rappresentazione è stata ricavata con compiti di valutazione in cui i soggetti dovevano stimare la bontà di adattamento di singole note a contesti musicali presentati precedentemente: la procedura ha assunto il nome di *probe tone method* (Krumhansl e Shepard, 1979; Kessler, Hansen e Shepard, 1984; Jordan, 1987; Jordan e Shepard, 1987; Krumhansl, 1985). I risultati di queste ricerche hanno evidenziato come, dato un contesto musicale, particolari intervalli assumano un ruolo di maggiore importanza risultando più salienti rispetto ad altri. Questi intervalli sono stati identificati nella tonica (es. do-do ottava superiore), nella quinta (es. do-sol), detta dominante, e nella terza (es. do-mi), detta medianta (Shepard e Jordan, 1984, v. fig. 1a). I rimanenti intervalli sono considerati meno importanti. Questa distinzione trova riscontro anche comparando i sistemi musicali di culture diverse da quella occidentale: gli intervalli salienti sono presenti in tutte le culture musicali mentre quelli meno salienti non hanno la stessa diffusione (Burns, 1999). In conclusione, tutti gli intervalli possano essere appresi, così come dimostrato dai risultati dei musicisti nei compiti di categorizzazione, ma alcuni intervalli potrebbero essere ontogenicamente più assimilabili. Conseguentemente, è possibile che la collocazione in categorie degli intervalli più salienti sia facilitata rispetto alla collocazione in categorie degli intervalli meno salienti.

Lo scopo di questo esperimento era di verificare la presenza di differenze nella percezione categorica di intervalli più o meno salienti in soggetti musicisti, cioè con ascoltatori in grado di rappresentarsi e discriminare i bicordi musicali anche senza la presenza di un contesto esplicito. Rispetto alle ricerche precedenti, nei nostri esperimenti sono stati messi a confronto due intervalli diversi per verificare se un compi-

to di categorizzazione, prevalentemente guidato dagli stimoli, potesse essere influenzato dal ruolo che tali stimoli hanno nella rappresentazione. La ricerca era divisa in due esperimenti: nel primo i soggetti dovevano categorizzare, in un compito di tempi di reazione, intervalli musicali di terza e di sesta come minori o come maggiori. Nel secondo i soggetti dovevano valutare l'intonazione degli stimoli usati nel primo esperimento. Le ipotesi sperimentali prevedevano un innalzamento generalizzato nei tempi di reazione per la categorizzazione degli intervalli di sesta rispetto a quelli di terza, e una valutazione più accurata dell'intonazione degli intervalli di terza rispetto a quelli di sesta.

PRIMO ESPERIMENTO

La percezione categorica è stata indagata tramite l'utilizzo di intervalli musicali più o meno salienti, come gli intervalli di terza e di sesta. Tale scelta è sostenuta da almeno quattro motivazioni: entrambi gli intervalli possono assumere il carattere maggiore o minore² permettendo un semplice compito di categorizzazione; i due intervalli si collocano tra quelli considerati più salienti (terza) e meno salienti (sesta); i due intervalli sono musicalmente «parenti» essendo uno il rivolto³ dell'altro; esiste già un'ampia letteratura sugli intervalli di terza.

METODO

Soggetti

Ventiquattro musicisti con almeno dieci anni di pratica strumentale diplomati presso il Conservatorio Pollini di Padova hanno partecipato all'esperimento. L'età dei soggetti era compresa tra i ventidue anni e i trent'anni. Nessuno dei soggetti ha segnalato problemi uditivi e nessuno dei soggetti era dotato di orecchio assoluto⁴.

² Gli intervalli musicali si dividono in maggiori/minori (seconda, terza, sesta, settima) e giusti (prima, quarta, quinta, ottava). Gli intervalli giusti possono diventare «aumentati» o «diminuiti» a seconda che vengano aumentati o diminuiti di un semitono.

³ Tutti gli intervalli musicali possono essere rivoltati, cioè può essere cambiato l'ordine delle note che lo formano, spostando all'ottava superiore la nota grave, così che la nota acuta diventa il basso del rivolto.

⁴ Orecchio assoluto: la capacità di riconoscere note musicali anche isolate, senza la necessità di confrontarle con altre.

Apparato

Gli stimoli, tutti monofonici, sono stati sintetizzati tramite il programma CSOUND con una frequenza di campionamento di 44.1 kHz e una risoluzione di 16 bit. I suoni venivano presentati tramite un personal computer Pentium 166, per mezzo di una scheda audio Sound Blaster 64 AWE Gold. Il segnale in uscita dalla scheda audio veniva convogliato ad entrambi i padiglioni uditivi di una cuffia Sennheiser HD 414. Il livello di presentazione degli stimoli era di circa 65 dB SPL.

Stimoli

Gli stimoli erano trentaquattro intervalli tra cui, diciassette intervalli di terza, e diciassette intervalli di sesta. La forma d'onda utilizzata per gli stimoli era di tipo sinusoidale per entrambe le note componenti l'intervallo. La nota fondamentale dell'intervallo era mantenuta costante (f_0 440 Hz), mentre quella superiore variava. Negli intervalli di terza la nota superiore variava da +250 cent⁵ a +450 cent rispetto alla nota fondamentale con passi di 12.5 cent (+300 cent e +400 cent corrispondono, rispettivamente, all'intervallo di terza minore e maggiore temperati⁶). Negli intervalli di sesta la nota superiore variava da +750 cent a +950 cent rispetto alla nota fondamentale con passi di 12.5 cent (+800 cent e +900 cent corrispondono, rispettivamente, all'intervallo di sesta minore e maggiore temperati). In tal modo gli intervalli coprivano un *continuum* che andava da una terza (sesta) minore calante di un quarto di tono temperato, ad una terza (sesta) maggiore crescente di un quarto di tono temperato. La durata complessiva di ogni stimolo era di 1500 ms. L'attacco e il rilascio delle note fondamentale e superiore erano contemporanei ed erano modulati in ampiezza con una funzione lineare di 10 ms di durata. L'ampiezza delle due note componenti l'intervallo era identica.

⁵ Cent: centesimo di semitono temperato. La frequenza della nota superiore era calcolata secondo la seguente funzione, $f(i) = f_0 \times 2^{\frac{(i*100)\pm c}{1200}}$, dove f_0 è la frequenza fondamentale dell'intervallo (440 Hz), $f(i)$ è la frequenza della nota superiore posta i semitoni dalla fondamentale e c ($\pm 0, 12.5, 25, 37.5, 50$) è il valore dell'alterazione in cent rispetto all'intervallo temperato.

⁶ Il sistema temperato divide la scala musicale in dodici logarithmicamente equidistanti. Esistono altri modi per ripartire l'ottava in dodici semitoni come quello pitagorico e quello naturale. Questi fanno uso di una ripartizione basata su rapporti tra numeri interi e non reali come nel caso del sistema temperato.

I soggetti partecipavano individualmente all'esperimento, seduti davanti ad un computer in una stanza silenziosa. Le risposte erano fornite attraverso una tastiera di computer. In un primo blocco sperimentale essi dovevano categorizzare gli intervalli di terza come maggiori o come minori, in un secondo blocco essi dovevano categorizzare come maggiore o minori gli intervalli di sesta. L'ordine dei due blocchi era bilanciato tra i soggetti ed entrambi i blocchi venivano svolti durante la stessa seduta sperimentale. In ogni prova lo stimolo era preceduto di 500 ms da un segnale visivo di allerta. Il compito del soggetto era di classificare lo stimolo il più velocemente possibile come maggiore o minore. La risposta del soggetto terminava l'esecuzione del suono. All'interno di ogni sessione sperimentale l'ordine di presentazione degli stimoli era casuale e ciascuno stimolo veniva riproposto per quattro volte.

RISULTATI

I risultati del compito di categorizzazione sono riportati nella figura 1. La percentuale di categorizzazione corretta è risultata del 90,1% (con una deviazione standard del 11,3%) per i bicordi di terza e del 90,5% (con una deviazione standard del 10,4%) per i bicordi di sesta. Inoltre, è stata calcolata una analisi della varianza con i fattori intervallo (terza/sesta), modo (maggiore/minore), modificazione (crescente/calante), e quantità di modificazione rispetto all'intervallo temperato ($\pm 12.5, 25, 37.5, 50$ cent) per i tempi di risposta medi ad ogni stimolo. I soggetti si sono dimostrati altrettanto veloci nel categorizzare gli intervalli di terza quanto quelli di sesta: $F < 1$. Inoltre, la potenza del test statistico per questo fattore ha ottenuto un valore molto basso ($p = .06$), quindi l'assenza di una velocizzazione nella categorizzazione non è imputabile alla numerosità del campione sperimentale. Non si sono rilevate differenze significative nei tempi di reazione nel riconoscimento del modo: $F < 1$. È stata rilevata invece una differenza significativa inerente alla variazione di frequenza: la categorizzazione era più rapida per gli intervalli prossimi ad una buona intonazione che per quelli stonati: $F(4,92) = 5.43, p = .0006$. In particolare, i soggetti categorizzavano velocemente gli intervalli minori calati e gli intervalli maggiori cresciuti: $F(1,23) = 7.90, p = .009$. Complessivamente, i soggetti hanno ottenuto buone prestazioni indipendentemente dall'intervallo valutato.

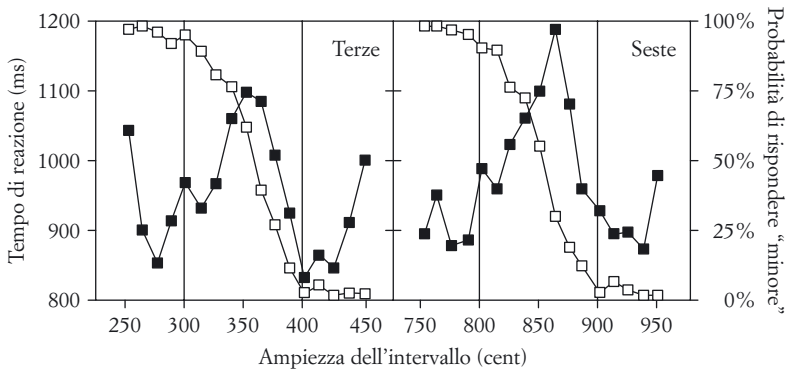


FIG. 1. Esperimento 1: tempi di reazione (quadrati neri) e proporzioni di scelta della categoria «minore» (quadrati bianchi) in funzione della ampiezza dell'intervallo. Le linee verticali corrispondono rispettivamente alla terza/sesta minore temperata, alla terza/sesta maggiore temperata.

SECONDO ESPERIMENTO

Metodo

Gli stessi soggetti del primo esperimento hanno preso parte al secondo studio in una diversa sessione sperimentale. Queste prove si sono svolte da un minimo di un giorno dopo ad un massimo di cinque giorni dalla prima sessione. L'ordine delle due prove sperimentali (tempo di reazione e valutazione) era bilanciato tra i soggetti. L'apparato, gli stimoli e la procedura utilizzata erano identici a quelli del primo esperimento. In questo secondo esperimento, il compito dei soggetti consisteva inizialmente nel classificare gli accordi come maggiori o come minori e, subito dopo, nel valutare l'intonazione dell'intervallo con una scala da uno a cinque, nella quale uno rappresentava il giudizio «intervallo peggio intonato» e cinque il giudizio «intervallo meglio intonato». Il compito era effettuato senza limiti di tempo.

Risultati

La percentuale di categorizzazione corretta è risultata del 88,9% (con una deviazione standard del 13,6%) per i bicordi di terza e dell'87,7% (con una deviazione standard del 16,3%) per i bicordi di sesta. Inoltre, i soggetti hanno dimostrato di valutare selettivamente gli stimoli proposti: tanto più il rapporto di frequenza dell'intervallo si al-

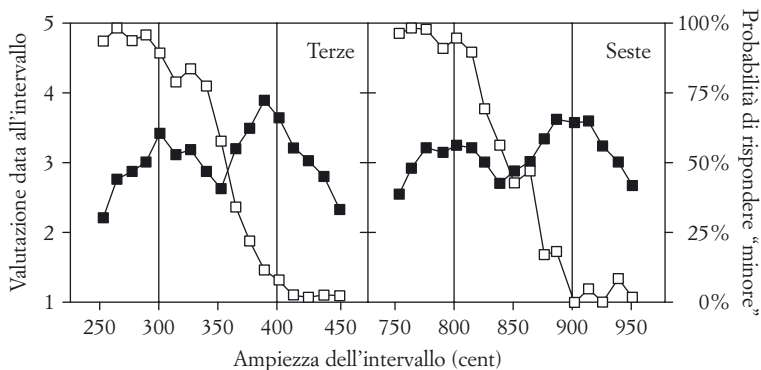


FIG. 2. Esperimento 2: valutazioni degli intervalli (quadrati neri) e proporzioni di scelta della categoria «minore» (quadrati bianchi) in funzione dell'ampiezza dell'intervallo. Le linee verticali corrispondono rispettivamente alla terza/sesta minore temperata, alla terza/sesta maggiore temperata.

lontanava dalle terze/seste maggiori/minori temperate tanto più gli ascoltatori assegnavano punteggi bassi: $F(4,92) = 10.52$, $p < .0001$. Le valutazioni medie assegnate ai bicordi di terza e di sesta erano simili: $F < 1$ con una potenza del test statistico bassa ($p = .15$). Per contro, i bicordi maggiori hanno ricevuto in genere valutazioni più alte dei bicordi minori: $F(1,23) = 6.81$ $p = .016$, in particolare, questa differenza si verifica per i bicordi maggiori più intonati (vedi linee verticali in fig. 2). Inoltre, se per gli intervalli di terza sia maggiore che minore esistono due visibili picchi nella valutazione, altrettanto non si può dire per i punteggi assegnati alle seste. Le valutazioni espresse dai soggetti sono state correlate con i tempi di reazione ottenuti nel primo esperimento e sembra sussistere una relazione inversa tra il tempo di risposta e la valutazione assegnata ad un dato stimolo. Sia i tempi di risposta agli intervalli di terza che quelli agli intervalli di sesta sono correlati negativamente alle valutazioni che i soggetti hanno fornito riguardo ai rispettivi stimoli: rispettivamente, $r = -0.33$ e $r = -0.19$. Si tratta di una tendenza che è solo indicativa, poiché entrambe le correlazioni non hanno raggiunto la significatività.

CONCLUSIONI

I dati raccolti evidenziano la presenza di percezione categorica nella valutazione di intervalli musicali: i soggetti hanno distinto gli stimoli tra maggiori e minori secondo i canoni che caratterizzano la percezione categorica. I valori dei tempi di reazione sostengono questo

dato: i tempi di reazione più brevi sono stati ottenuti dagli stimoli che più si avvicinavano al rapporto di frequenza musicalmente corretto. Per contro, tanto più l'intervallo si allontanava dal rapporto di frequenza canonico, tanto più i soggetti avevano bisogno di un tempo maggiore per collocarlo in una delle due categorie. I dati sperimentali raccolti non sostengono la tesi a favore della congiunzione tra la capacità di categorizzare intervalli musicali da un lato e la distinzione degli stessi tra più o meno salienti dall'altro. Probabilmente, nonostante sia vero che esistano intervalli musicali meno salienti di altri, così come sostenuto da numerose ricerche (Krumhansl e Shepard, 1979; Kessler, Hansen e Shepard, 1984; Shepard e Jordan, 1984; Jordan, 1987; Jordan e Shepard, 1987; Krumhansl, 1985; Deutsch, 1999), questo non trova corrispondenza in un rallentamento nella scelta della categoria in cui collocare gli intervalli.

I risultati del secondo esperimento evidenziano una chiara divisione tra rapporti di frequenza eufonici e rapporti di frequenza cacofonici. Per quanto concerne gli intervalli di terza i soggetti hanno dimostrato una certa selettività nella valutazione: i giudizi trovano due chiari picchi nella terza minore temperata e nella terza maggiore calante di 12.5 cent rispetto a quella temperata. Il rapporto di frequenza di questo intervallo è molto simile ad una terza maggiore naturale⁷. Questo secondo risultato non sorprende: la teoria musicale ha proposto nella sua storia diversi algoritmi per la suddivisione dello spazio delle frequenze negli intervalli musicali. Terhardt e Zick (1975) rilevano che, in contesti armonici, è preferibile utilizzare intervalli di terza nei quali le note componenti siano tra loro in rapporto naturale. Un ragionamento analogo è difficilmente estendibile agli intervalli di sesta, poiché i soggetti non hanno dimostrato una specifica preferenza per alcuno degli stimoli utilizzati. Sembra piuttosto esista una gamma di valori entro cui si possa parlare di sesta, maggiore o minore, ben intonata. Se da un lato alcuni intervalli esigono che la loro intonazione sia accurata e ristretta ad una gamma di frequenze limitata altri, come la sesta, permettono una soddisfacente intonazione per gamme più ampie.

In conclusione, la differenziazione tra intervalli più o meno salienti non influenza la performance in compiti di categorizzazione con tempi di reazione. I dati raccolti sulla salienza degli intervalli musicali (Krumhansl e Shepard, 1979; Kessler, Hansen e Shepard, 1984; Jordan, 1987; Jordan e Shepard, 1987; Krumhansl, 1985) hanno sempre utilizzato metodologie nelle quali gli intervalli erano valutati in rela-

⁷ Rapporto di frequenza 5/4 tra la nota superiore e la fondamentale. Questo rapporto equivale a 386.3 cent.

zione ad un contesto musicale precedentemente presentato. Tale contesto era assente nella nostra ricerca. Potrebbe essere di interesse studiare quanto il contesto influisca nelle prestazioni di soggetti musicisti e non in compiti percettivi e cognitivi.

BIBLIOGRAFIA

- BIASUTTI M., VICARIO G.B. (1993). Prestazioni di soggetti competenti e non competenti in un compito di valutazione di accordi musicali. *Giornale italiano di Psicologia*, 20, 453-473.
- BURNS E.M. (1999). Intervals scales and tuning. In D. Deutsch (ed.), *The psychology of music*. New York: Academic Press.
- BURNS E.M., WARD W.D. (1978). Categorical perception – phenomenon or epiphenomenon: Evidence from experiments in the perception of melodic musical intervals. *Journal of Acoustical Society of America*, 63, 456-468.
- DEUTSCH D. (1999). *The psychology of music*. New York: Academic Press.
- JORDAN D.S. (1987). Influence of the diatonic tonal hierarchy microtonal intervals. *Perception & Psychophysics*, 41, 482-488.
- JORDAN D.S., SHEPARD R.N. (1987). Tonal schemas: Evidence obtained by probing distorted musical scales. *Perception & Psychophysics*, 41, 489-504.
- KESSLER E.J., HANSEN C., SHEPARD R.N. (1984). Tonal schemata in the perception of music in Bali and in the West. *Music Perception*, 2, 131-165.
- KRUMHANSL C.L. (1985). Perceiving tonal structure in music. *American Scientist*, 73, 371-378.
- KRUMHANSL C.L., SHEPARD R.N. (1979). Quantification of the hierarchy of tonal function within a diatonic context. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5, 579-594.
- LOCKE S., KELLAR L. (1973). Categorical perception in a non-linguistic mode. *Cortex*, 9, 355-369.
- SHEPARD R.N., JORDAN D.S. (1984). Auditory illusions demonstrating that tones are assimilated to an internalized musical scale. *Science*, 226, 1333-1334.
- SIEGEL J.A., SIEGEL W. (1977a). Categorical perception of tonal intervals: Musicians can't tell sharp from flat. *Perception & Psychophysics*, 21, 399-407.
- SIEGEL J.A., SIEGEL W. (1977b). Absolute identification of notes and intervals by musicians. *Perception & Psychophysics*, 21, 143-152.
- TERHARDT E., ZICK M. (1975). Evaluation of the tempered tone scale in normal, stretched, and contracted intonation. *Acustica*, 32, 268-264.
- ZATORRE R.J., HALPERN A.R. (1979). Identification, discrimination, and selective adaptation of simultaneous musical intervals. *Perception & Psychophysics*, 26, 384-395.

[Ricevuto il 28 maggio 2002]
[Accettato il 20 dicembre 2002]

Summary. We tested the ability of musicians in categorising as minor or major musical intervals where the highest frequency component could be varied along a continuum. In the first experiment subjects had to categorise third and sixth bichords with a reac-

tion time task. In the second experiment listeners rated the intonation of the same stimuli of the first experiment. Results demonstrated that the categorisation of the musical interval is independent from the role of the interval in the tonal hierarchy.

La corrispondenza va inviata a Michele Biasutti, Dipartimento di Scienze dell'Educazione, Università di Padova, Piazza Capitanio 3, 35139 Padova, e-mail: michele.biasutti@unipd.it