

*Lo sviluppo delle funzioni esecutive e l'educazione musicale: uno studio esplorativo**

ANTONELLA GAGLIANO
Evolutiva_mente Lab
Università degli Studi di Trieste
antonellagagliano05@gmail.com

ALESSANDRO CUDER
Dipartimento di Scienze della Vita
Università degli Studi di Trieste
alessandro.cuder@phd.units.it

ELEONORA DOZ
Dipartimento di Scienze della Vita
Università degli Studi di Trieste
leonora.doz@phd.units.it

MARIA CHIARA PASSOLUNGI
Dipartimento di Scienze della Vita
Università degli Studi di Trieste
passolu@units.it

SANDRA PELLIZZONI
Dipartimento di Scienze della Vita
Università degli Studi di Trieste
spellizzoni@units.it

ABSTRACT

Several studies have shown that music education may foster the development of executive functions (EF), a set of cognitive skills involved in memory, attention and the ability to inhibit distracting stimuli. However, the literature on the impact of music training on EF is still scarce. Thus, the aim of the present study was to investigate different components of EF, comparing children who were involved in musical activities with a group that was not. Results revealed that children who performed musical activities showed greater accuracy in inhibition tasks compared to children who did not attend music activities. Our findings are in agreement with the literature data, suggesting that music education can be a key intervention strategy to

* Title: Music education and the development of executive functions: an exploratory study.

promote the development of EF, especially in the first years of primary school.

PAROLE CHIAVE

EDUCAZIONE MUSICALE / MUSIC EDUCATION; FUNZIONI ESECUTIVE / EXECUTIVE FUNCTIONS; INIBIZIONE / INHIBITION; DIFFERENZE COGNITIVE / COGNITIVE DIFFERENCES.

1. INTRODUZIONE

Il termine “Funzioni Esecutive” (FE) viene utilizzato in psicologia per indicare una serie di processi che permettono all’individuo di monitorare il proprio comportamento permettendo di, ad esempio, ignorare le distrazioni, inibire le risposte inappropriate e integrare queste abilità per risolvere problemi più complessi¹. Diversi studi hanno mostrato come le FE abbiano un ruolo centrale nello sviluppo cognitivo, sociale e psicologico della persona², mostrandosi centrali nel predire l’apprendimento³, il successo scolastico futuro⁴ e occupazionale⁵ e la qualità della vita⁶.

Sebbene alcuni autori in passato abbiano considerato le FE come un sistema unitario, attualmente esse sono considerate come formate da un insieme di diverse abilità cognitive parzialmente indipendenti, con caratteristiche peculiari e differenze nelle traiettorie evolutive⁷. Secondo la distinzione adottata da Diamond⁸, le componenti che vanno a costituire le FE sono principalmente tre: 1) la *memoria di lavoro*, 2) la *flessibilità cognitiva* e 3) l'*inibizione*.

La memoria di lavoro si riferisce alla capacità dell’individuo di mantenere ed elaborare informazioni in memoria mentre, la flessibilità cognitiva indica la capacità dell’individuo di cambiare prospettiva dinnanzi a un problema, adattandosi alle richieste, regole e priorità di quest’ultimo. Di particolare importanza, infine, vi è l’inibizione che si riferisce generalmente alla capacità da parte dell’individuo di eseguire un controllo sui propri

¹ Cfr. BEST et al. 2011; MIYAKE, FRIEDMAN 2012; VALERI, STIEVANO 2007.

² Cfr. BALER, VOLKOW 2006; BROWN, LANDGRAF 2010; MILLER 2011.

³ Cfr. BLAIR, RAZZA 2007; PELLIZZONI et al. 2020.

⁴ Cfr. BEST et al. 2011; BLAIR, DIAMOND 2008; CORTÉS PASCUAL et al. 2019.

⁵ Cfr. BAILEY 2007.

⁶ Cfr. DIAMOND, LING 2016.

⁷ Cfr. ANDERSON 2002; BROOKSHIRE et al. 2004; DENCKLA 1996.

⁸ Cfr. DIAMOND 2013.

processi e risposte mentali, di ignorare stimoli interni o esterni e di eseguire un'azione alternativa a quella prefissata. Diversi studi hanno mostrato come l'inibizione rifletta un'*abilità multicomponentiale*⁹ che include una componente di *inibizione della risposta* e una di *controllo dell'interferenza*¹⁰.

La prima componente, l'inibizione della risposta, è coinvolta nelle prestazioni in cui viene presentato uno stimolo che attiva una risposta automatica che deve essere prontamente soppressa per dare la risposta corretta. Ciò si verifica, ad esempio, quando la maestra pone una domanda alla classe e il bambino sceglie di alzare la mano inibendo l'automatismo di dare per primo la risposta (*reazione impulsiva*).

Il controllo dell'interferenza, invece, ha un ruolo nei compiti in cui al bambino viene presentato uno stimolo caratterizzato da aspetti ambivalenti ed è necessario controllare l'interferenza dovuta all'ambiguità dello stimolo, mantenendo l'attenzione sulle informazioni rilevanti per dare la risposta corretta. Questo accade, ad esempio, quando in classe il bambino riesce a concentrarsi sulle indicazioni dell'insegnante nonostante il brusio di fondo, le matite che cadono, l'andirivieni del personale nei corridoi.

La letteratura ha mostrato che le componenti inibitorie si sviluppano gradualmente in età scolare tra i 5 e i 13 anni d'età¹¹ sostenute da fattori genetici e ambientali¹², mostrando margini di potenziamento indotti da attività che ne sembrerebbero promuovere lo sviluppo¹³. A questo riguardo, essendo le FE un importante predittore del benessere e del successo accademico e scolastico, diversi studi hanno valutato il ruolo di vari interventi nel potenziamento di queste funzioni cognitive¹⁴.

L'educazione musicale, in particolare, si è dimostrata una risorsa efficace per apportare dei miglioramenti alle diverse sottocomponenti delle FE¹⁵, tra cui l'inibizione¹⁶.

⁹ Cfr. DEMPSTER 1993; DIAMOND 2013; HARNISHFEGER 1995; NIGG 2000.

¹⁰ Cfr. BUNGE et al. 2002; CRAGG 2016; GANDOLFI et al. 2014; MARTIN-RHEE, BIALYSTOK 2008.

¹¹ Cfr. BROCKI, BOHOLIN 2004; BROCKI et al. 2007; CARLSON 2005; DAVIDSON et al. 2006; LEE et al. 2013.

¹² Cfr. FRIEDMAN et al. 2008; HACKMAN et al. 2015.

¹³ Cfr. DIAMOND, LING 2016.

¹⁴ Cfr. SHEN et al. 2019.

¹⁵ Cfr. CORRIGALL et al. 2013; MEHR et al. 2013; RODEN et al. 2014; SALA, GOBET 2017.

¹⁶ Cfr. JASCHKE et al. 2018; MORENO et al. 2011; WINSLER et al. 2011.

1.1 L'EDUCAZIONE MUSICALE E LO SVILUPPO DELLE FUNZIONI ESECUTIVE

L'educazione musicale si basa su un'esperienza multisensoriale che richiede l'integrazione simultanea di informazioni sensoriali e motorie con meccanismi di monitoraggio delle proprie prestazioni¹⁷.

In termini pratici, suonare uno strumento implica eseguire attività di lettura di un sistema simbolico complesso costituito dalla notazione musicale che deve essere a sua volta tradotto in un'attività motoria bimanuale dipendente dai feedback multisensoriali. Ne consegue un coinvolgimento del gesto, del movimento, delle abilità visive, uditive e propriocettive¹⁸, rendendo la pratica dell'educazione musicale un'opportunità attraverso la quale il bambino può beneficiare di un potenziamento delle componenti percettivo-motorie, affettivo-sociali e cognitive¹⁹.

In letteratura è stato mostrato che suonare uno strumento musicale richiede diverse abilità associate alle FE, come porre l'attenzione a diversi stimoli provenienti da diversi canali sensoriali, integrando ed elaborando l'informazione e controllando possibili interferenze di stimoli distraenti²⁰.

Sulla base di queste osservazioni, diversi studi si sono focalizzati sull'esplorazione dell'associazione che intercorre tra la formazione musicale e lo sviluppo delle FE, trovando miglioramenti in diverse sottocomponenti come la flessibilità cognitiva, la memoria di lavoro e il controllo inibitorio²¹. Ciò troverebbe riscontro anche in diverse evidenze neuropsicologiche che mostrerebbero come praticare attività musicali per un lungo periodo di tempo aumenterebbe la connettività del corpo calloso, rafforzando la comunicazione tra gli emisferi cerebrali, e la connessione tra la corteccia ventro-laterale e mediale prefrontale²².

Alla luce di queste evidenze, in letteratura sono stati sviluppati programmi di

¹⁷ Cfr. GASER, SCHLAUG 2003.

¹⁸ Cfr. SCHLAUG et al. 2005. Con *abilità propriocettive* si intende la capacità di percepire gli stimoli provenienti dal corpo come, ad esempio, la posizione e il movimento del corpo.

¹⁹ Cfr. TAFURI 1995.

²⁰ Cfr. MORADZADEH et al. 2014; SHEN et al. 2019; ZUK et al. 2014.

²¹ Cfr. CORRIGALL et al. 2013; MEHR et al. 2013; RODEN et al. 2014; SALA, GOBET 2017; SHEN et al. 2019.

²² Cfr. ZUK et al. 2014.

intervento per potenziare le FE attraverso la pratica musicale²³. Ad esempio, in uno studio di Moreno e collaboratori²⁴ due gruppi di bambini tra i quattro e i sei anni d'età sono stati sottoposti a un programma di potenziamento con attività musicali o riferibili alle arti visive: i risultati hanno mostrato che i bambini che si erano dedicati all'educazione musicale presentavano un miglioramento della componente inibitoria e del linguaggio.

Similarmente, in uno studio longitudinale²⁵ di Jaschke e collaboratori²⁶ è stato verificato se l'educazione musicale potesse migliorare diverse sottocomponenti delle FE tra cui l'inibizione, la pianificazione e l'intelligenza verbale.

I risultati, congruentemente con le ipotesi, hanno mostrato che i bambini che seguivano lezioni di musica ottenevano risultati migliori nei punteggi delle FE che, a loro volta, portavano a un miglioramento del rendimento scolastico. In uno studio di Shen e collaboratori²⁷, condotto su bambini in età prescolare di nazionalità cinese, sono stati osservati risultati analoghi a seguito di un intervento di educazione musicale della durata di 12 settimane, trovando un sostanziale miglioramento nel controllo inibitorio, nella memoria di lavoro e nella flessibilità cognitiva.

1.2 IL PRESENTE STUDIO

Studi precedenti hanno indicato come bambini con esperienza musicale, a differenza di bambini che non praticano tale attività, tendono a esibire prestazioni migliori in diverse componenti delle FE²⁸. Tuttavia, ad oggi, gli aspetti inibitori delle FE sono stati scarsamente considerati in letteratura; gli studi, infatti, hanno maggiormente esaminato altre sottocomponenti come, ad esempio, la pianificazione e la memoria di lavoro²⁹.

²³ Cfr. DEGÈ et al. 2011; JASCHKE et al. 2018; SHEN et al. 2019; MORENO et al. 2011; WINSLER et al. 2011.

²⁴ Cfr. MORENO et al. 2011.

²⁵ Gli *studi longitudinali* sono disegni di ricerca che prevedono l'osservazione di un insieme di variabili nel tempo attraverso due o più occasioni di misurazione.

²⁶ Cfr. JASCHKE et al. 2018.

²⁷ Cfr. SHEN et al. 2019.

²⁸ Cfr. CORRIGALL et al. 2013; MEHR et al. 2013; RODEN et al. 2014; SALA, GOBET 2017.

²⁹ Cfr. BUGOS, DEMARIE 2017; JASCHKE et al. 2018; SHEN et al. 2019.

Per questo motivo, il presente lavoro sperimentale si propone di indagare la relazione che intercorre tra la formazione musicale e gli aspetti inibitori misurati attraverso diversi compiti cognitivi (inibizione della risposta e controllo dell'interferenza), confrontando un gruppo di bambini con esperienza musicale con un gruppo di controllo senza tale esperienza, durante i primi anni della scuola primaria.

In relazione agli scopi del presente studio, abbiamo ipotizzato che i bambini che seguono una formazione musicale riportino dei punteggi più alti in tutte le prove proposte, sia per quanto riguarda l'accuratezza sia il tempo di esecuzione delle prove. Infatti, alcune evidenze in letteratura sembrano suggerire che bambini con esperienza musicale presentino una migliore accuratezza³⁰ e migliori tempi di risposta³¹ quando sottoposti a compiti cognitivi che valutano le componenti inibitorie delle FE.

2. METODO

2.1 PARTECIPANTI

Il campione selezionato per lo studio esplorativo comprendeva un totale di 43 bambini di età compresa tra i 6 e gli 8 anni. Il campione era costituito da due gruppi: un gruppo di bambini con esperienza musicale ($n=22$, $M_{\text{mesi}}=89$, $DS_{\text{mesi}}=5.04$)³² e un gruppo di controllo ($n=21$, $M_{\text{mesi}}=93$, $DS_{\text{mesi}}=4.95$) che includeva bambini che non praticavano alcuna attività musicale.

I bambini del gruppo con esperienza musicale erano stati selezionati tra i membri di diverse associazioni musicali e dovevano aver suonato uno strumento o condotto attività musicali da almeno un anno. Un ulteriore criterio di selezione era rappresentato dalla conduzione di tali attività musicali almeno quattro volte al mese. Gli strumenti suonati dai bambini erano diversi e di vario tipo (violino, chitarra, pianoforte, batteria, flauto, clarinetto e tromba). In entrambi i gruppi, i criteri di inclusione

³⁰ Cfr. BUGOS, DEMARIE 2017; SHEN et al. 2019.

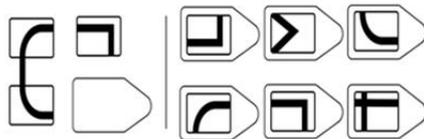
³¹ Cfr. JASCHKE et al. 2018.

³² Statistiche descrittive sulla composizione del gruppo: numero di soggetti (n), età media in mesi (M_{mesi}) e deviazione standard dell'età in mesi (DS_{mesi}).

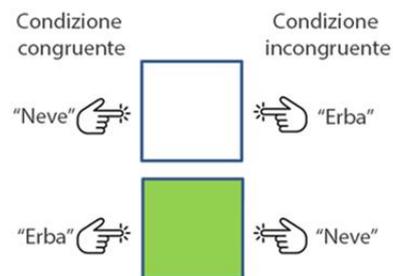
erano un'età compresa tra i 6 e gli 8 anni e l'assenza di sindromi genetiche o disturbi del neurosviluppo.

Successivamente, i genitori dei bambini dovevano firmare il consenso informato in cui sono stati presentati gli obiettivi e le caratteristiche della ricerca. Anche ai bambini è stato chiesto il consenso alla partecipazione alle attività prima delle somministrazioni. Lo studio è stato condotto in accordo con gli standard etici della *Dichiarazione di Helsinki* (L. 18.02.1989, n. 56), la legge italiana sulla privacy (DLGS 196/2003) e la legge europea per la protezione dei dati (*European General Data Protection Regulation - GDPR UE 2016/67*).

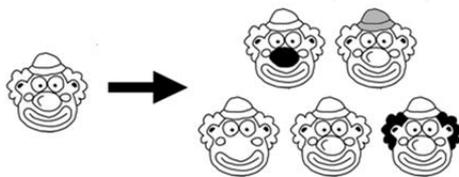
a) Matrici di Raven



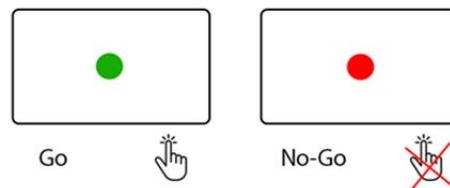
b) Grass & Snow



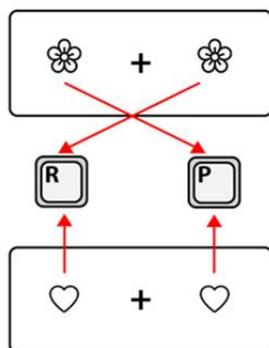
c) PMT Task



d) Go / No-Go



d) Dots task



e) Fish flanker task

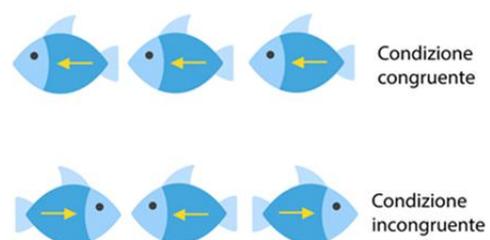


Figura 1. Prove di intelligenza (*Matrici di Raven*), inibizione della risposta (*Grass & Snow*, *PMT Task*, *Go / No-Go*) e controllo dell'interferenza (*Dots task*, *Fish Flanker Task*) impiegate nello studio.

2.2 PROCEDURA

Ai bambini è stata somministrata una batteria di valutazione che comprendeva sei test distribuiti in due sessioni della durata di 30 minuti ciascuna. Per entrambe le batterie la somministrazione è stata individuale e ogni bambino ha svolto le attività in un'aula tranquilla e silenziosa.

Le prove presentate ai bambini si focalizzavano su compiti che riguardano l'analisi di due componenti delle FE³³, ovvero la capacità di inibizione della risposta e il controllo dell'interferenza. Inoltre, è stato somministrato un test di intelligenza fluida al fine di controllare eventuali differenze tra i due gruppi nei livelli di intelligenza.

2.3 STRUMENTI

2.3.1 PROVA DI INTELLIGENZA FLUIDA

Matrici colorate progressive di Raven (CPM)³⁴. Questa prova valuta l'*intelligenza fluida*³⁵ non-verbale e permette di ottenere una misura indicativa dell'*età mentale* del soggetto. Il test richiede di completare una figura geometrica scegliendo il pezzo mancante tra sei possibili alternative (cfr. Figura 1a). Il test è composto da tre blocchi di schede di difficoltà crescente e il punteggio totale viene calcolato sulla base delle risposte corrette (punteggio minimo e massimo: 0-36 punti).

2.3.2 PROVE DI INIBIZIONE DELLA RISPOSTA

Grass & Snow³⁶. È un test carta-matita che consente di valutare il controllo di una risposta motoria impulsiva. Vengono posizionati due rettangoli di carta sul tavolo di fronte al partecipante, uno di colore verde e uno di colore bianco. Il compito è costituito da due subtest: una *prova congruente* e una *prova incongruente*. Durante la prova congruente viene chiesto al soggetto di battere la mano sul rettangolo verde quando viene detta

³³ Cfr. BUNGE et al. 2002; GANDOLFI et al. 2014.

³⁴ Cfr. RAVEN 1947; BELACCHI et al. 2008.

³⁵ L'*intelligenza fluida* è definita come un insieme di processi che riflettono le abilità di ragionamento, aiutando l'individuo a comprendere relazioni complesse e risolvere nuovi problemi.

³⁶ Cfr. CARLSON, MOSES 2001.

la parola “*erba*” e di battere la mano sul rettangolo bianco quando viene detta la parola “*neve*” (cfr. Figura 1b). Durante la prova incongruente il soggetto deve battere la mano sul rettangolo bianco quando viene detta la parola “*erba*”, mentre deve battere la mano sul rettangolo verde quando viene detta la parola “*neve*”. Il compito prevede 32 item totali, 16 item per la prova congruente e altri 16 per la prova incongruente. Vengono registrati l'accuratezza nella condizione incongruente (punteggio minimo e massimo: 0-16), l'accuratezza totale delle due condizioni (punteggio minimo e massimo: 0-32) e il tempo impiegato dal bambino per terminare il compito nella condizione incongruente.

Preschool Matching Familiar Figure Task (PMT)³⁷. È un test carta-matita di riconoscimento percettivo che valuta la capacità di controllare le risposte impulsive e di gestire differenti caratteristiche di uno stimolo. Il compito consiste nel presentare al partecipante una figura modello e altre cinque figure, di cui una sola è identica all'item target (cfr. Figura 1c). Il soggetto deve identificare la figura uguale all'item target e, in caso di errore, viene invitato a ritentare finché non avrà trovato la figura corrispondente. La prova è composta da 14 item e la valutazione della performance si basa sul conteggio del numero di errori commessi dal bambino prima di identificare la figura corretta (punteggio minimo e massimo: 0-56). Il tempo totale di esecuzione della prova viene registrato (tempi minori si associano a comportamenti di impulsività, mentre tempi maggiori si associano a una maggiore tendenza alla riflessione).

Go / No-go³⁸. È un test al computer che viene utilizzato per valutare l'inibizione della risposta. Questo paradigma coinvolge due tipologie di stimoli: uno stimolo “Go” che elicitava una risposta allo stimolo, e uno stimolo “No-Go” che la inibisce. Il soggetto è invitato a rispondere il più rapidamente possibile, premendo un pulsante sulla tastiera del computer alla presentazione dello stimolo “Go” (cfr. Figura 1d). L'inibizione della risposta viene misurata prendendo in esame la capacità di sospendere la risposta in presenza dello stimolo “No-Go”, inibendo la risposta automatica. Vengono raccolte le

³⁷ Cfr. KAGAN 1966; USAI et al. 2017.

³⁸ Cfr. BERLIN, BOHLIN 2002.

somme delle risposte corrette in tutte le condizioni (punteggio minimo e massimo: 0-12) e nella condizione “No-Go” (punteggio minimo e massimo: 0-6), registrando i tempi di reazione.

2.3.3 PROVE DI CONTROLLO DELL'INTERFERENZA

Dots task³⁹. È un test al computer che consente di valutare l'inibizione e il controllo dell'interferenza. In questo compito il soggetto è seduto di fronte allo schermo del computer, sul quale appare la figura di un cuore o di un fiore alla destra o alla sinistra rispetto a un punto di fissazione centrale (cfr. Figura 1e). Viene spiegato al soggetto che in questa prova deve memorizzare due regole: quando sullo schermo compare la figura del cuore deve premere sulla tastiera il tasto nella stessa porzione dello spazio in cui compare la figura (tasto “R” o tasto “P”); quando compare la figura del fiore deve premere il tasto dalla parte opposta rispetto a dove è comparsa la figura. Dopo una prima fase di pratica, in cui il soggetto memorizza le due regole, inizia la fase di sperimentazione nella quale compaiono casualmente le due figure. Il soggetto deve continuamente aggiornare le regole di risposta agli stimoli in accordo con le informazioni ricevute e sulla base dallo stimolo percepito, inibendo la tendenza a dare risposte impulsive. Per ogni item si misura l'accuratezza della risposta sommando il numero delle risposte corrette (punteggio minimo e massimo: 0-10) e il tempo di reazione medio.

Fish Flanker Task⁴⁰. È un test al computer utilizzato per valutare la capacità di controllo dell'interferenza. Questo compito prevede la presentazione di uno stimolo target (un pesce) associato ad altri due stimoli distrattori: il soggetto deve individuare dove è orientata la freccia posta sul target premendo sulla tastiera del computer il tasto destro (lettera “I”), se la freccia è rivolta verso destra, oppure il tasto sinistro (lettera “E”) se la freccia è rivolta verso sinistra, ignorando la direzione delle frecce poste sui pesci distrattori (cfr. Figura 1f). Il compito è composto da 16 condizioni congruenti e da 16 condizioni incongruenti, presentate in modo casuale. In questo test il punteggio

³⁹ Cfr. DIAMOND et al. 2007.

⁴⁰ Cfr. GANDOLFI et al. 2014.

totale è rappresentato dal numero di risposte corrette nella condizione incongruente (punteggio minimo e massimo: 0-16 punti) e dai relativi tempi di reazione medi.

3. RISULTATI

L'analisi dei dati è stata condotta utilizzando il programma IBM SPSS *Statistics* 21. Al fine di controllare eventuali differenze tra il gruppo con esperienza musicale e il gruppo di controllo sono state condotte delle analisi della varianza (ANOVA)⁴¹ ponendo come variabili dipendenti l'età, il genere e la prova di intelligenza fluida, mentre il gruppo di appartenenza è stato posto come fattore. I risultati hanno mostrato che i due gruppi esaminati non differivano per *età*, $F(1, 43) = 3.84, p = .06$, *genere*, $F(1, 43) = 2.83, p = .10$ e *intelligenza fluida*, $F(1, 43) = 0.16, p = .69$. In assenza di differenze significative tra i due gruppi dal punto di vista demografico e intellettuale, si è proceduto alla valutazione delle differenze nelle FE (inibizione della risposta e controllo dell'interferenza) tra il gruppo con esperienza musicale e il gruppo di controllo.

3.1 RISULTATI: INIBIZIONE DELLA RISPOSTA

Per valutare le differenze nel compito *Grass & Snow* tra bambini con esperienza musicale e bambini del gruppo di controllo (cfr. Tabella 1) è stata utilizzata un'analisi multivariata della varianza (MANOVA)⁴².

L'accuratezza nelle risposte incongruenti, l'accuratezza totale e il tempo nelle risposte incongruenti sono state poste come variabili dipendenti, mentre il gruppo di appartenenza è stato posto come fattore fisso. I risultati dei test multivariati indicano che i bambini con esperienza musicale differiscono significativamente nella prestazione rispetto ai bambini

⁴¹ L'analisi della varianza (ANOVA) permette di esaminare se vi siano delle differenze statisticamente significative tra le medie di due o più gruppi prendendo in considerazione il punteggio relativo a una variabile. La significatività viene valutata prendendo in considerazione l'*F di Fisher* (F , valore del test statistico) e il relativo *p-valore* (p , se assume un valore inferiore a $p = .05$ indica una differenza statisticamente significativa tra i gruppi).

⁴² L'analisi multivariata della varianza (MANOVA) permette di esaminare se vi siano delle differenze statisticamente significative tra le medie di due o più gruppi prendendo in considerazione due o più variabili. La significatività statistica globale delle differenze su tutte le variabili considerate viene valutata prendendo in considerazione la *Lambda di Wilks* e l'*F di Fisher* (valori del test statistico), il *p-valore* (p , se assume un valore inferiore a $p = .05$ indica una differenza statisticamente significativa tra i gruppi) e l'*eta-quadro parziale* (η_p^2 , misura la grandezza della differenza tra i gruppi dove $\eta_p^2 = 0.01$ indica una piccola differenza, $\eta_p^2 = 0.06$ indica una differenza moderata e $\eta_p^2 = 0.14$ indica una grande differenza).

del gruppo di controllo, Lambda di Wilks = 0.33, $F(3, 41) = 27.54, p = .05, \eta_p^2 = 0.67$.

Esaminando i *test univariati*, il gruppo con esperienza musicale rispetto al gruppo di controllo, ha ottenuto punteggi maggiori nell'accuratezza della condizione incongruente $F(1, 43) = 8.46, p < .01$, e nell'accuratezza totale $F(1, 43) = 20.46, p < .01$ e tempi di risposta maggiori nella condizione incongruente $F(1, 43) = 34.55, p < .01$ (cfr. Figura 2).

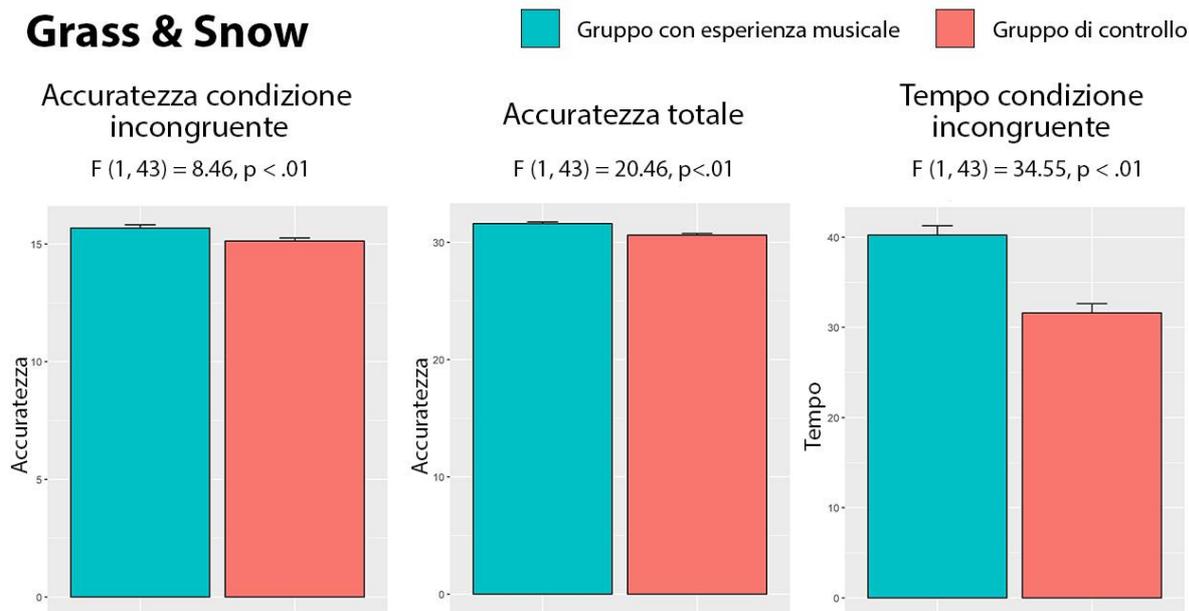


Figura 2. Prestazioni nel compito *Grass & Snow*: istogramma per gruppo e risultati dei test univariati.

Per valutare le differenze nel compito *Preschool Matching Figure Task* (PMT) tra bambini con esperienza musicale e bambini del gruppo di controllo (cfr. Tabella 1) è stata condotta una MANOVA ponendo come variabili dipendenti il tempo totale e gli errori totali, mentre il gruppo di appartenenza è stato posto come fattore. I risultati dei test multivariati indicano che il gruppo con esperienza musicale mostra prestazioni differenti rispetto al gruppo di controllo, Lambda di Wilks = 0.35, $F(2, 45) = 7.92, p < .01, \eta_p^2 = 0.44$. I test univariati mostrano una differenza significativa nel tempo totale $F(1, 43) = 22.56, p < .01$, indicando che i bambini del gruppo con esperienza musicale impiegano più tempo a fornire una risposta rispetto ai bambini del gruppo di controllo. Per quanto riguarda, invece, gli errori totali, non emergono differenze significative tra i gruppi $F(1, 43) = .416, p = .522$ (cfr. Figura 3).

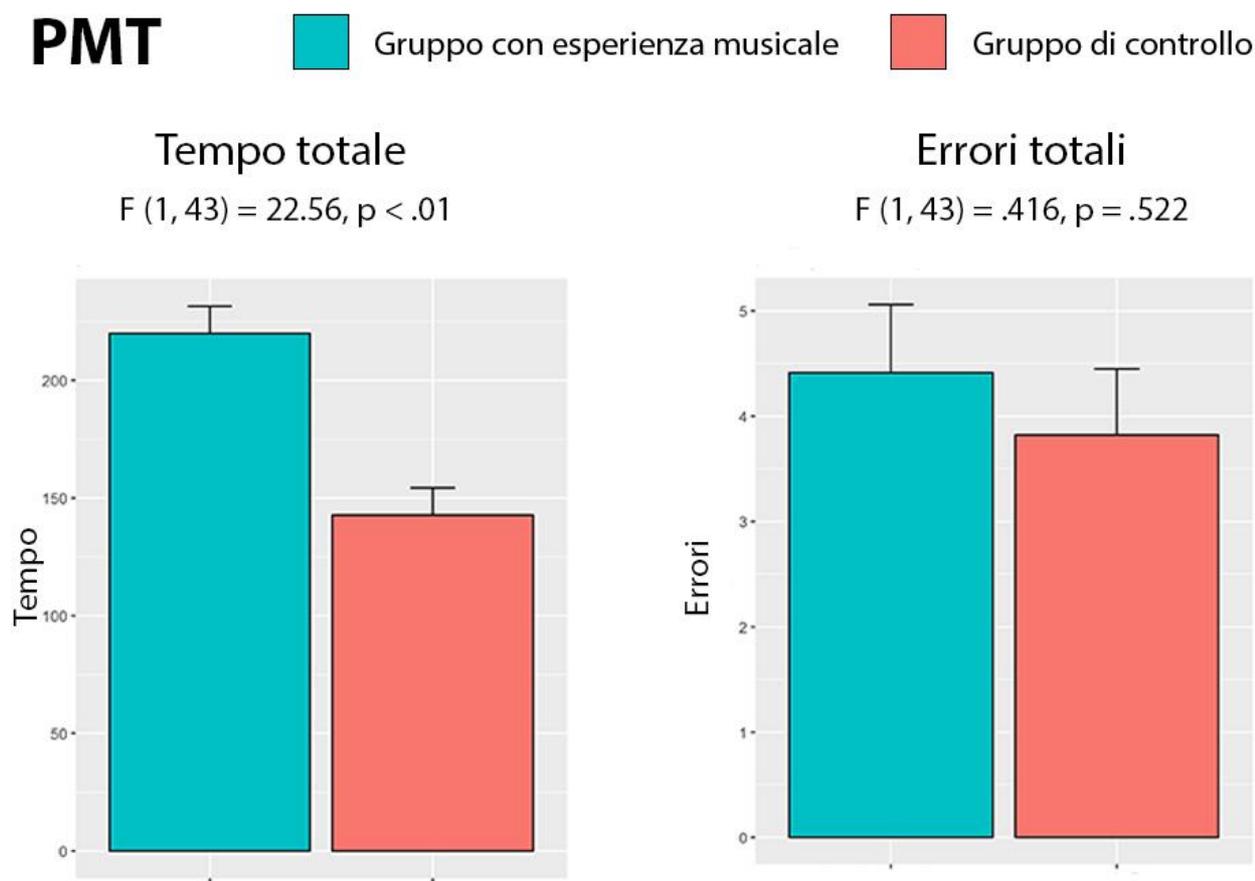


Figura 3. Prestazioni nel compito *Preschool Matching Figure Task* (PMT): istogramma per gruppo e risultati dei test univariati.

Per valutare le differenze nel compito *Go/No-Go* tra bambini con esperienza musicale e bambini del gruppo di controllo (cfr. Tabella 1) è stata condotta una MANOVA ponendo come variabili dipendenti il tempo totale, l'accuratezza totale e l'accuratezza per la condizione *No-Go*, mentre il gruppo di appartenenza è stato posto come fattore.

Il test multivariato indica che il gruppo con esperienza musicale ha prestazioni diverse rispetto al gruppo di controllo, Lambda di Wilks = 0.544, $F(12, 32) = 2.23$, $p = .035$, $\eta_p^2 = 0.46$. I test univariati rilevano delle differenze significative tra i due gruppi nell'accuratezza totale, $F(1, 43) = 4.78$, $p = .034$, e nell'accuratezza della prova *No-Go*, $F(1, 43) = 6.74$, $p = .013$, indicando punteggi di accuratezza maggiori nel gruppo con esperienza musicale rispetto al gruppo di controllo. Nessuna differenza tra i due gruppi emerge confrontando i tempi di reazione totali e nella condizione *No-Go* (cfr. Figura 4).

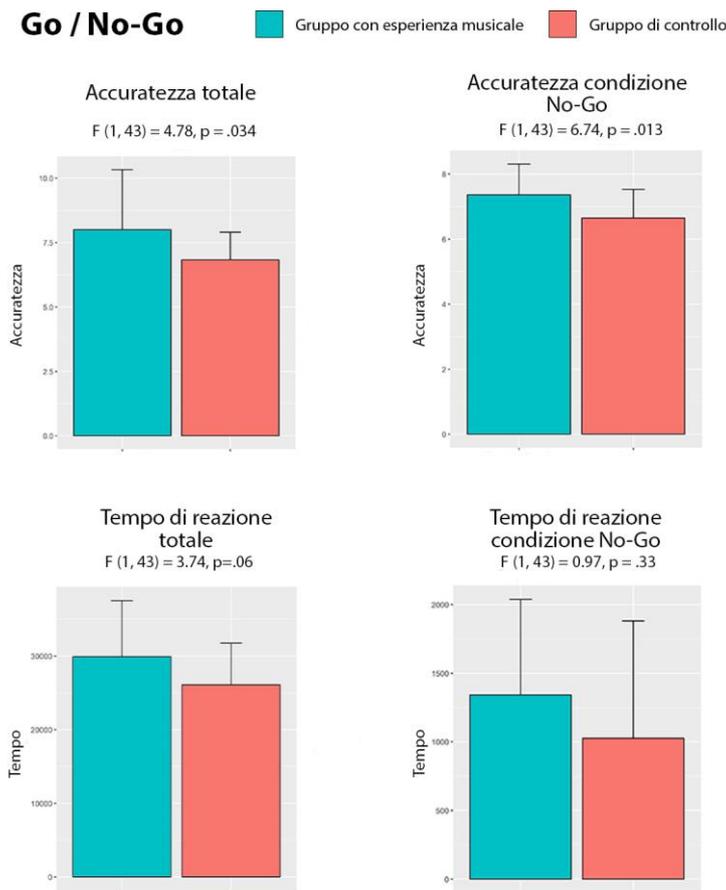


Figura 4. Prestazioni nel compito Go / No-Go: istogramma per gruppo e risultati dei test univariati.

Tabella 1. Statistiche descrittive e risultati dell'ANOVA per il gruppo con esperienza musicale e di controllo sulle valutazioni di inibizione della risposta $p < .05^*$, $p < .01^{**}$.

Strumento	Variabile	Gruppo	M	DS	F	Sig.	η_p^2
Grass & Snow	Accuratezza condizione incongruente	Controllo	15.13	0.13	8.46	<.01**	0.16
		Esperienza musicale	15.68	0.14			
	Accuratezza totale	Controllo	30.61	0.15	20.46	<.01**	0.32
		Esperienza musicale	31.59	0.15			
	Tempo di risposta condizione incongruente	Controllo	31.6	1.03	34.55	<.01**	0.44
		Esperienza musicale	40.23	1.05			
PMT	Errori totali	Controllo	3.82	0.63	0.42	.52	0.01
		Esperienza musicale	4.41	0.65			
	Tempo totale	Controllo	142.91	11.35	22.56	<.01**	0.34
		Esperienza musicale	220	11.6			
Go/ No Go	Accuratezza trial No Go	Controllo	6.65	0.88	6.74	.01*	0.14
		Esperienza musicale	7.36	0.95			
	Accuratezza totale	Controllo	6.83	1.07	4.78	.03*	0.1
		Esperienza musicale	8	2.33			
	Tempo di risposta trial No go	Controllo	1026.17	854.62	0.97	.33	0.02
		Esperienza musicale	696.55	1341.14			
Tempi di risposta totali	Controllo	26063.26	5669.49	3.74	.06	0.08	
	Esperienza musicale	29916.68	7592.53				

3.2 RISULTATI: CONTROLLO DELL'INTERFERENZA

Per valutare le differenze nel compito *Dots Task* tra bambini con esperienza musicale e bambini del gruppo di controllo (cfr. Tabella 2) è stata utilizzata una MANOVA ponendo come variabili dipendenti il tempo e l'accuratezza sia della condizione congruente che incongruente, mentre il gruppo di appartenenza è stato posto come fattore fisso. I test multivariati non mostrano prestazioni significativamente differenti tra i due gruppi, Lambda di Wilks = 0.813, $F(2, 42) = 2.29, p = .076, \eta_p^2 = 0.19$.

Tuttavia, i test univariati mostrano una differenza significativa nei tempi di reazione della condizione incongruente $F(1, 43) = 4.66, p = .04$, indicando che i bambini con esperienza musicale mostrano tempi di reazione maggiori rispetto i bambini che appartengono al gruppo di controllo (cfr. Figura 5).

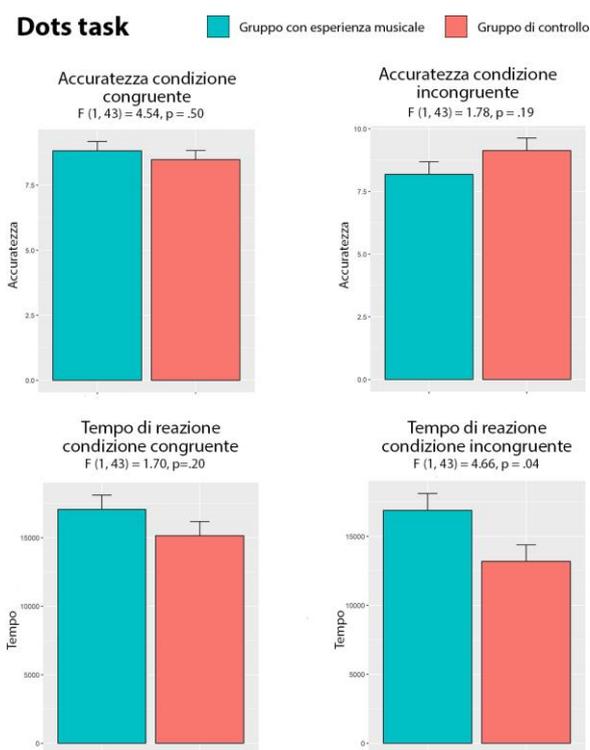


Figura 5. Prestazioni nel compito *Dots task*: istogramma per gruppo e risultati dei test univariati.

Per valutare le differenze nel compito *Fish Flanker Task* tra bambini con esperienza musicale e bambini del gruppo di controllo (cfr. Tabella 2) è stata utilizzata una MANOVA, ponendo l'accuratezza della condizione incongruente e i tempi di reazione nella

condizione incongruente come variabili indipendenti, mentre il gruppo di appartenenza come fattore fisso.

I test multivariati indicano una differenza statisticamente significativa tra il gruppo con esperienza musicale e il gruppo di controllo, Lambda di Wilks = 0.79, $F(2, 42) = 3.56, p = .022, \eta_p^2 = 0.21$. In particolare, i test univariati mostrano una differenza significativa solo per quanto riguarda il tempo nella condizione di incongruenza, $F(1, 43) = 11.19, p = .002$, mostrando che i bambini con esperienza musicale impiegano più tempo nel rispondere alla prova. Per quanto riguarda l'accuratezza, invece, non ci sono differenze significative (cfr. Figura 6).

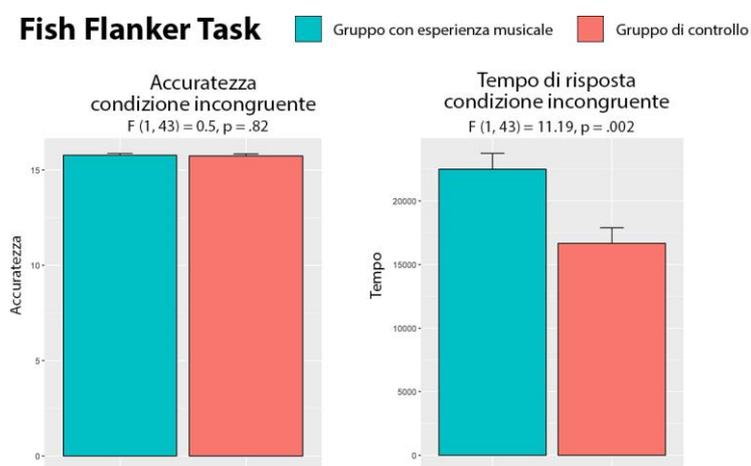


Figura 6. Prestazioni nel compito *Fish Flanker Task*: istogramma per gruppo e risultati dei test univariati.

Tabella 2. Statistiche descrittive e risultati dell'ANOVA per il gruppo con esperienza musicale e di controllo sulle valutazioni di controllo dell'interferenza. $p < .05^*$, $p < .01^{**}$.

Strumento	Variabile	Gruppo	M	DS	F	Sig.	ηp^2
Dots Task	Accuratezza condizione congruente	Controllo	8.48	0.35	4.54	.5	.01
		Esperienza musicale	8.82	0.36			
	Accuratezza condizione incongruente	Controllo	9.13	0.50	1.78	.19	.04
		Esperienza musicale	8.18	0.51			
Fish Flanker	Tempo di reazione condizione congruente	Controllo	15150.96	1024.87	1.70	.20	.04
		Esperienza musicale	17061.86	1047.9			
	Tempo di reazione condizione incongruente	Controllo	13182.62	1198.89	4.66	.04*	.09
		Esperienza musicale	16877.64	1225.83			
Fish Flanker	Accuratezza condizione incongruente	Controllo	15.74	0.10	.05	.82	0.00
		Esperienza musicale	15.77	0.10			
	Tempo di reazione condizione incongruente	Controllo	16668.22	1219.21	11.19	<.01**	.21
		Esperienza musicale	22501.09	1246.61			

4. DISCUSSIONE

Diversi studi hanno mostrato come le FE risultino essere un predittore fondamentale dello sviluppo della persona e in particolare della sua qualità di vita, del successo lavorativo e scolastico⁴³ e, per questo motivo, il loro potenziamento può costituire una strategia per ridurre le disparità neurocognitive precocemente tra i bambini⁴⁴. In letteratura sono stati riportati alcuni lavori che hanno valutato lo sviluppo delle FE nei bambini con esperienza musicale⁴⁵, tuttavia, ad oggi, nessuno studio è stato condotto con specifico riferimento alle diverse sottocomponenti inibitorie utilizzando un'ampia selezione di compiti.

Per questo motivo, l'obiettivo del presente studio è stato quello di valutare le componenti inibitorie delle FE, e in particolare l'inibizione della risposta e il controllo dell'interferenza, osservando le differenze tra un gruppo di bambini con esperienza musicale e un gruppo di controllo. Sulla base delle evidenze presenti in letteratura⁴⁶, si è ipotizzato che i bambini che svolgono attività musicale potessero ottenere un'accuratezza maggiore e tempi di risposta minori in ciascun compito.

I risultati ottenuti nelle prove di inibizione della risposta hanno mostrato che il gruppo con esperienza musicale tendeva a ottenere punteggi maggiormente accurati con tempi di risposta più lenti rispetto al gruppo di controllo. In particolare, la prestazione nella prova di inibizione della risposta *Grass & Snow* ha rilevato delle differenze significative tra il gruppo con esperienza musicale e il gruppo di controllo trovando che i primi risultavano essere più accurati ma più lenti.

Nella prova *Preschool Matching Familiar Figure Task*, i bambini del gruppo con esperienza musicale non sembravano commettere meno errori dei bambini appartenenti al gruppo di controllo, sebbene i loro tempi totali di esecuzione della prova siano risultati significativamente più lenti. Per quanto riguarda la prova *Go / No-Go*, i risultati hanno

⁴³ Cfr. BAILEY 2007; BALER et al. 2006; BROWN, LANDGRAF 2010; DIAMOND, LING 2016; MILLER et al. 2011; CORTÉS PASCUAL et al. 2019.

⁴⁴ Cfr. BLAIR, RAVER 2015.

⁴⁵ Cfr. DEGÈ et al. 2011; JASCHKE et al. 2018; SHEN et al. 2019; MORENO et al. 2011; WINSLER et al. 2011.

⁴⁶ Cfr. BUGOS, DEMARIE 2017; JASCHKE et al. 2018; MORENO et al. 2011; SHEN et al. 2019.

mostrato che i bambini che svolgevano un'attività musicale risultavano essere più accurati e mostravano tempi di reazione più lenti rispetto al gruppo senza esperienza musicale. Questi risultati sembrano trovarsi parzialmente in accordo con altri studi svolti su bambini in età evolutiva. Ad esempio, in uno studio longitudinale di Bugos e DeMarie⁴⁷, sono stati confrontati un gruppo di bambini in età prescolare che svolgevano attività musicali e gruppi di bambini che non svolgevano tali attività.

Gli studiosi hanno constatato che i primi erano più accurati mentre non emergevano differenze tra i due gruppi nei tempi di reazione. Gli autori giustificavano il risultato inerente all'accuratezza suggerendo che bambini con esperienza musicale tendono a essere più attenti e precisi nella discriminazione visiva in un compito di inibizione. Ciò, infatti, ricorre tipicamente nella pratica musicale e, in particolare, nelle attività di improvvisazione, in cui viene richiesta un'attenta selezione di note o frasi musicali che vengono convogliate da stimoli visivi.

Nello stesso studio, i tempi di reazione non sembravano mostrare una differenza significativa tra i due gruppi. Questo risultato non è stato replicato nel nostro studio, dove, invece, il tempo di risposta è stato significativamente maggiore nei bambini appartenenti al gruppo musicale rispetto al gruppo di controllo. Ciò potrebbe derivare dal fatto che i musicisti in formazione tendono a selezionare in modo più attento le note o le frasi musicali e devono riflettere accuratamente sullo stimolo visivo o uditivo percepito e su come elaborarlo, portando a una dilatazione dei tempi di risposta.

I nostri risultati sembrano replicare parzialmente anche uno studio di Jaschke e collaboratori⁴⁸, nel quale alcuni bambini tra i sei e gli otto anni d'età con un'esperienza musicale di due anni e mezzo sembrano mostrare una maggiore accuratezza e tempi di reazione minori in un compito di inibizione di risposta *Go/No-Go*. Nel nostro studio, il differente risultato rispetto ai tempi di reazione potrebbe essere dipeso dal fatto che il nostro campione svolgeva attività musicali da meno tempo e, quindi, la minore

⁴⁷ Cfr. BUGOS, DEMARIE 2017.

⁴⁸ Cfr. JASCHKE et al. 2018.

esperienza musicale potrebbe avere avuto un impatto ridotto sugli aspetti cognitivi indagati, e in particolare sui tempi di reazione.

A supporto di ciò, alcuni studi hanno rilevato che i cambiamenti nelle funzioni cognitive indotti dalla pratica musicale diventano via via più stabili con gli anni di pratica con uno strumento⁴⁹. Infatti, l'approccio a uno strumento musicale comporta un'integrazione di varie azioni, tra cui leggere la musica, considerare le pause, tradurre le note in movimenti, ascoltare il suono, individuare eventuali errori, correggerli e inibire le risposte automatiche, portando il bambino in formazione a essere più lento, al fine di integrare insieme, in modo accurato, tutti gli aspetti dell'esecuzione musicale⁵⁰. Inoltre, è necessario ricordare, che una volta acquisita sufficiente confidenza con lo strumento e sviluppata abilità e tecnica, ogni azione viene velocizzata e i tempi di risposta potrebbero risultare più rapidi, come attestato in studi precedenti⁵¹.

Per quanto riguarda i test di controllo dell'interferenza *Dots Task* e il *Fish Flanker Task*, non emergono delle differenze significative nell'accuratezza, ma solo per quanto riguarda i tempi di risposta. Infatti, i bambini appartenenti al gruppo con esperienza musicale sembrano essere stati più lenti rispetto ai bambini del gruppo di controllo. Il fatto che non vi sia una differenza significativa tra i due gruppi per quanto riguarda l'accuratezza potrebbe essere riferito al fatto che i test considerati erano piuttosto semplici per la fascia d'età esaminata e quindi, indipendentemente dall'educazione musicale, i bambini dei due gruppi sembrano essere stati equamente accurati.

I punteggi relativi al tempo di reazione, invece, potrebbero condividere le ragioni che hanno influenzato i compiti che valutavano l'inibizione della risposta. Tipicamente, infatti, i musicisti sono coinvolti in un'attività di integrazione multisensoriale durante l'esecuzione di brani musicali, cercando di evitare distrazioni derivanti da errori o dalle persone che suonano nel medesimo momento⁵², portando a un rallentamento dei

⁴⁹ Cfr. SCHLAUG et al. 2005.

⁵⁰ Cfr. FRISCHEN et al. 2019.

⁵¹ Cfr. SCHLAUG et al. 2005; JAKOBSON et al. 2008; DEGÉ et al. 2011.

⁵² Cfr. SLEVC et al. 2016.

tempi di risposta al fine del mantenimento dell'accuratezza.

4.1 LIMITI

Uno dei limiti del presente studio è stata la dimensione campionaria con conseguente indebolimento della potenza statistica. Nonostante siano state esaminate le prestazioni su diversi strumenti misuranti le componenti inibitorie, ulteriori studi dovranno replicare i risultati in un campione di maggiore numerosità. In aggiunta, le prove utilizzate per valutare il controllo dell'interferenza potrebbero essere state troppo semplici per l'età del campione andando a ostacolare la rilevazione di eventuali differenze tra i gruppi.

Inoltre, i dati utilizzati sono stati raccolti in un'unica occasione. Per questo motivo, indagini future dovranno impiegare disegni longitudinali che permetteranno di attuare un monitoraggio dei profili cognitivi nel tempo, consentendo di valutare anche la direzionalità della relazione che intercorre tra le FE e la pratica musicale. Un altro aspetto critico è il non aver considerato gli effetti di diversi metodi e strumenti musicali sulle FE e studi futuri dovranno tenere conto di questa eterogeneità nella pratica musicale.

5. CONCLUSIONI

Per riassumere, i risultati sembrano confermare una maggiore accuratezza nelle prove riguardanti l'inibizione della risposta nei bambini con esperienza musicale, in accordo con altri studi del settore⁵³. L'esecuzione musicale, infatti, richiede la costruzione di complesse rappresentazioni cognitive che a loro volta sono basate su un'articolata integrazione ed elaborazione dell'informazione multisensoriale.

Essendo l'apprendimento musicale un'attività fortemente dipendente dalle FE⁵⁴, esso rappresenterebbe una strategia alternativa per il potenziamento delle abilità cognitive in una fascia d'età critica per lo sviluppo cognitivo del bambino. La pratica continua,

⁵³ Cfr. DEGÈ et al. 2011; JASCHKE et al. 2018; SHEN et al. 2019; MORENO et al. 2011; WINSLER et al. 2011.

⁵⁴ Cfr. MORADZADEH et al. 2014; SLEVC et al. 2016; HABIBI et al. 2018.

livelli di difficoltà crescente⁵⁵, uniti all'interesse e motivazione tipicamente associati alla pratica con uno strumento, renderebbero possibili interventi di potenziamento piacevoli e facilmente generalizzabili a contesti scolastici e della vita quotidiana⁵⁶.

BIBLIOGRAFIA

ANDERSON P.

2002, «Assessment and development of executive function (EF) during childhood», *Child neuropsychology*, 8(2), pp. 71-82.

BAILEY C. E.

2007, «Cognitive accuracy and intelligent executive function in the brain and in business», *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1118(1), pp. 122-141.

BALER R. D., VOLKOW N. D.

2006, «Drug addiction: the neurobiology of disrupted self-control», *Trends in Molecular Medicine*, 12 (12), pp. 559-566.

BELACCHI C., SCALISI T. G., CANNONI E., CORNOLDI C.

2008, *CPM Colored Progressive Matrices: standardizzazione italiana*, Firenze, Giunti Organizzazioni Speciali.

BERLIN L., BOHLIN G.

2002, «Response inhibition, hyperactivity, and conduct problems among preschool children», *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, 31(2), pp. 242-251.

BEST J. R., MILLER P. H., NAGLIERI J. A.

2011, «Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample», *Learning and individual differences*, 21(4), pp. 327-336.

BLAIR C., DIAMOND A.

2008, «Biological processes in prevention and intervention: The promotion of self-regulation as a means of preventing school failure», *Development and psychopathology*, 20(3), pp. 899-911.

BLAIR C., RAVER C. C.

2015, «School readiness and self-regulation: A developmental psychobiological approach», *Annual review of psychology*, 66, pp. 711-731.

BLAIR C., RAZZA P. C.

2007, «Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten», *Child Development*, 78(2), pp. 647-663.

BROCKI K. C., BOHLIN G.

2004, «Executive functions in children aged 6 to 13: A dimensional and developmental study», *Developmental neuropsychology*, 26(2), pp. 571-593.

⁵⁵ Cfr. DIAMOND, LEE 2011; FRISCHEN et al. 2019.

⁵⁶ Cfr. SHEN et al. 2019.

- BROCKI K. C., NYBERG L., THORELL L. B., BOHLIN G.
2007, «Early concurrent and longitudinal symptoms of ADHD and ODD: Relations to different types of inhibitory control and working memory», *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48(10), pp. 1033-1041.
- BROOKSHIRE B., LEVIN H. S., SONG J., ZHANG L.
2004, «Components of executive function in typically developing and head-injured children», *Developmental neuropsychology*, 25(1), pp. 61-83.
- BROWN T. E., LANDGRAF J. M.
2010, «Improvements in executive function correlate with enhanced performance and functioning and health-related quality of life: evidence from 2 large, double-blind, randomized, placebocontrolled trials in ADHD», *Postgraduate Medicine*, 122(5), pp. 42-51.
- BUGOS J. A., DEMARIE D.
2017, «The effects of a short-term music program on preschool children's executive functions», *Psychology of Music*, 45(6), pp. 855-867.
- BUNGE S. A., DUDUKOVIC N. M., THOMASON M. E., VAIDYA C. J., GABRIELI J. D.
2002, «Immature frontal lobe contributions to cognitive control in children: evidence from fMRI», *Neuron*, 33(2), pp. 301-311.
- CARLSON S. M.
2005, «Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children», *Developmental neuropsychology*, 28(2), pp. 595-616.
- CARLSON S. M., MOSES L. J.
2001, «Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind», *Child development*, 72(4), pp. 1032-1053.
- CORRIGALL K. A., SCHELLENBERG E. G., MISURA N. M.
2013, «Music training, cognition, and personality», *Frontiers in psychology*, 4, pp. 1-10.
- CORTÉS PASCUAL A., MOYANO MUÑOZ N., QUÍLEZ ROBRES A.
2019, «The relationship between executive functions and academic performance in primary education: Review and meta-analysis», *Frontiers in psychology*, 10, pp. 1-18.
- CRAGG L.
2016, «The development of stimulus and response interference control in midchildhood», *Developmental Psychology*, 52(2), pp. 242-252.
- DAVIDSON M. C., AMSO D., ANDERSON L. C., DIAMOND A.
2006, «Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching», *Neuropsychologia*, 44(11), pp. 2037-2078.
- DEGÉ F., KUBICEK C., SCHWARZER G.
2011, «Music lessons and intelligence: A relation mediated by executive functions», *Music Perception*, 29(2), pp. 195-201.
- DEMPSTER F. N.
1993, «Resistance to interference: developmental changes in a basic processing mechanism», *Emerging Themes in Cognitive Development*, pp. 3-27.

DENCKLA M. B.

1996, *A theory and model of executive function: A neuropsychological perspective*, in G. R. LYON, N. A. KRASNEGOR (a cura di), «Attention, memory, and executive function», United States, Paul H Brookes Publishing Co.

DIAMOND A.

2013, «Executive functions», *Annual review of psychology*, 64, pp. 135-168.

DIAMOND A., BARNETT W. S., THOMAS J., MUNRO S.

2007, «Preschool program improves cognitive control», *Science*, 318(5855), pp. 1387-1388.

DIAMOND A., LEE K.

2011, «Interventions shown to aid executive function development in children 4-12-year-old», *Science*, 333(6045), pp. 958-964.

DIAMOND A., LING D. S.

2016, «Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not», *Developmental cognitive neuroscience*, 18, pp. 34-48.

FRIEDMAN N. P., MIYAKE A., YOUNG S. E., DEFRIES J. C., CORLEY R. P., HEWITT J. K.

2008, «Individual differences in executive functions are almost entirely genetic in origin», *Journal of Experimental Psychology: General*, 137(2), pp. 201-225.

FRISCHEN U., SCHWARZER G., DEGÉ F.

2019, «Comparing the effects of rhythm-based music training and pitch-based music training on executive functions in preschoolers», *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 13, pp. 1-11.

GANDOLFI E., VITERBORI P., TRAVERSO L., USAI M. C.

2014, «Inhibitory processes in toddlers: a latent-variable approach», *Frontiers in psychology*, 5, pp. 1-11.

GASER C., SCHLAUG G.

2003, «Brain structures differ between musicians and non-musicians», *Journal of neuroscience*, 23(27), pp. 9240-9245.

HABIBI A., DAMASIO A., ILARI B., ELLIOTT SACHS M., DAMASIO H.

2018, «Music training and child development: a review of recent findings from a longitudinal study», *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1423(1), pp. 73-81.

HACKMAN D. A., GALLOP R., EVANS G. W., FARAH M. J.

2015, «Socioeconomic status and executive function: Developmental trajectories and mediation», *Developmental science*, 18(5), pp. 686-702.

HARNISHFEGER K. K.

1995, *The development of cognitive inhibition: theories, definitions, and research evidence*, in F. N. DEMPSTER, C. J. BRAINERD (a cura di), «Interference and inhibition in cognition. Interference and Inhibition in Cognition», United States, Academic Press.

JAKOBSON L. S., LEWYCKY S. T., KILGOUR A. R., STOESZ B. M.

2008, «Memory for verbal and visual material in highly trained musicians», *Music Perception*, 26(1), pp. 41-55.

- JASCHKE A. C., HONING H., SCHERDER E. J.
2018, «Longitudinal analysis of music education on executive functions in primary school children», *Frontiers in neuroscience*, 12, pp. 1-11.
- KAGAN J.
1966, «Reflection-impulsivity: The generality and dynamics of conceptual tempo», *Journal of abnormal psychology*, 71(1), pp. 17-24.
- LEE K., BULL R., HO R. M.
2013, «Developmental changes in executive functioning», *Child development*, 84(6), pp. 1933-1953.
- MARTIN-RHEE M. M., BIALYSTOK E.
2008, «The development of two types of inhibitory control in monolingual and bilingual children», *Bilingualism*, 11, pp. 81-93.
- MEHR S. A., SCHACHNER A., KATZ R. C., SPELKE E. S.
2013, «Two randomized trials provide no consistent evidence for nonmusical cognitive benefits of brief preschool music enrichment», *PloS one*, 8(12), pp. 1-12.
- MILLER H.
2011, «Self-control and health outcomes in a nationally representative sample», *American journal of health behavior*, 35(1), pp. 15-27.
- MIYAKE A., FRIEDMAN N. P.
2012, «The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions», *Current directions in psychological science*, 21(1), pp. 8-14.
- MORADZADEH L., BLUMENTHAL G., WISEHEART M.
2014, «Musical training, bilingualism, and executive function: a closer look at task switching and dual-task performance», *Cognitive Science*, 39(5), pp. 992-1020.
- MORENO S., BIALYSTOK E., BARAC R., SCHELLENBERG E. G., CEPEDA N. J., CHAU T.
2011, «Short-term music training enhances verbal intelligence and executive function», *Psychological science*, 22(11), pp. 1425-1433.
- NIGG J. T.
2000, «On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy», *Psychological Bulletin*, 126(2), pp. 220-246.
- PELLIZZONI S., APUZZO G. M., DE VITA C., AGOSTINI T., AMBROSINI M., PASSOLUNGI M. C.
2020, «Exploring EFs and math abilities in highly deprived contexts», *Frontiers in Psychology*, 11, pp. 1-7.
- RAVEN J. C.
1947, *Progressive matrici colorate*, Firenze, Giunti Organizzazioni Speciali.
- RODEN I., GRUBE D., BONGARD S., KREUTZ G.
2014, «Does music training enhance working memory performance? Findings from a quasi-experimental longitudinal study», *Psychology of Music*, 42(2), pp. 284-298.

SALA G., GOBET F.

2017, «When the music's over. Does music skill transfer to children's and young adolescents' cognitive and academic skills? A meta-analysis», *Educational Research Review*, 20, pp. 55-67.

SCHLAUG G., NORTON A., OVERY K., WINNER E.

2005, «Effects of music training on the child's brain and cognitive development», *Annals-New York Academy of Sciences*, 1060(1), pp. 219-230.

SHEN Y., LIN Y., LIU S., FANG L., LIU G.

2019, «Sustained effect of music training on the enhancement of executive function in preschool children», *Frontiers in Psychology*, 10, pp. 1-14.

SLEVC L. R., DAVEY N. S., BUSCHKUEHL M., JAEGGI S. M.

2016, «Tuning the mind: Exploring the connections between musical ability and executive functions», *Cognition*, 152, pp. 199-211.

TAFURI J.

1995, *L'educazione musicale: teorie, metodi, pratiche*, Torino, Città EDT srl.

USAI M. C., VITERBORI P., GANDOLFI E., TRAVERSO L.

2017, *FE-PS 2-6: Batteria per la valutazione delle funzioni esecutive in età prescolare*, Trento, Edizioni Centro Studi Erickson.

VALERI G., STIEVANO P.

2007, «Neuropsicologia dello sviluppo e funzioni esecutive», *Giornale di neuropsichiatria dell'età evolutiva*, 27, pp. 195-204.

WINSLER A., DUCENNE L., KOURY A.

2011, «Singing one's way to self-regulation: The role of early music and movement curricula and private speech», *Early Education and Development*, 22(2), pp. 274-304.

ZUK J., BENJAMIN C., KENYON A., GAAB N.

2014, «Behavioral and neural correlates of executive functioning in musicians and non-musicians», *PloS one*, 9(6), pp. 1-14.