



Indagini neuroscientifiche su cognizione matematica e ascolto musicale dall'infanzia alla prima età adulta: lo stato dell'arte

Neuroscientific studies on mathematic cognition and music listening from infancy to early adulthood: the state of the art

Diana Olivieri

Università Ca' Foscari di Venezia - diana.olivieri@univirtual.it

ABSTRACT

This review includes theoretical and methodological considerations about the research lines in the most recent studies about the relationships between neuroscience, music listening and mathematical learning from infancy to early adulthood, in both formal and informal learning contexts. International literature, including meta-analyses, experimental research articles, and conference dissertations, is examined in order to determine the actual state of the art.

Overall, evidence supports hypotheses that music choices of young adults are related to peculiar neural activations and cognitive achievements, affecting physiological arousal, mood, attention and memory, not least school performance.

Selected studies are divided into four categories and exposed in synthetic tables, due to the interdisciplinarity and extent of the subject: 1- Music perception and cognition; 2- Mozart effect; 3- Music choices and education strategies; and 4- Mathematics ability and intelligence. After a brief introduction to frame each table theoretically, the main experimental techniques, research hypotheses, and related outcomes of each work are exposed¹.

La presente rassegna include considerazioni teoriche e metodologiche sugli orientamenti della ricerca nei più recenti studi sul rapporto tra neuroscienze, ascolto musicale e apprendimento della matematica dall'infanzia alla prima età adulta, in contesti d'apprendimento sia formale che informale. La letteratura internazionale, che comprende meta-analisi, articoli di ricerca sperimentale, dissertazioni a conferenze, è stata esaminata per determinare lo stato dell'arte effettivo. Nell'insieme, emergono prove a sostegno dell'ipotesi secondo cui le scelte musicali del giovane adulto si legano a peculiari attivazioni neurali ed esiti cognitivi, che influenzano l'arousal fisiologico, l'umore, l'attenzione, la memoria, non ultima la performance scolastica.

- 1 International publications – in English and French – were accessed and selected through PsychArticles and EBSCO online databases, with the following key-words: 'music/music listening', 'media literacy/media education', 'maths/mathematics', 'memory/intelligence/IQ', 'Mozart effect/spatial ability' and 'ADHD/attention'. Selection criteria to review a study were: 1) recent publication; 2) rigorous experimental study, with at least an experimental group and a control group, and a multidimensional approach; 3) presence of developmental age and/or late adolescence and/or early adulthood subjects; 4) "normal" subjects, without any clear brain pathology; 5) research ethos and professional deontology respect in experimental design construction and implementation.

Gli studi selezionati sono stati divisi in quattro categorie ed esposti in tabelle sintetiche, a causa dell'interdisciplinarietà e della vastità dell'argomento: 1- Percezione e cognizione musicale; 2- Effetto Mozart; 3- Scelte musicali e strategie educative; 4- Abilità matematica ed intelligenza. Dopo una breve introduzione di inquadramento teorico, vengono esposte le principali tecniche sperimentali, ipotesi di ricerca e i relativi risultati di ciascun lavoro².

KEYWORDS

neuroscience, education, Mozart effect, media literacy, logical-formal thinking
neuroscienze, educazione, effetto Mozart, media literacy, pensiero logico-formale

Introduzione

Il 7 novembre 2007, alle ore 12:00, viene insediato, per volontà dell'ex Ministro della Pubblica Istruzione Roberto Fioroni, il comitato scientifico *Debiti Matematica*: gli studenti italiani sono troppo "somari" nelle materie scientifiche. Per l'occasione vengono reclutati numerosi esperti in discipline matematiche, pochi esperti di educazione e formazione, un solo psicologo (il prof. Piero Boscolo, dell'Università degli studi di Padova) e nessun esperto di neuroscienze dell'apprendimento.

Il divario è impressionante e forse emblematico della mancanza di una chiara definizione programmatica per affrontare la questione.

Eppure sono proprio le neuroscienze ad avvisarci. Guardate che fino ai 20 anni di età, il periodo è cruciale per l'apprendimento del linguaggio, ma anche della musica e della matematica. Guardate che *"il sistema responsabile della numerosità è presente fin dalla nascita e gioca un ruolo importante nell'apprendimento dell'aritmetica"* (Butterworth, 1999, 2006).

Ma allora, se siamo tutti "matematici" per natura, dove sta il problema?

- 2 Le pubblicazioni internazionali – in lingua inglese e francese – sono state selezionate tramite accesso alle banche dati online PsychArticles ed EBSCO, inserendo le parole-chiave 'music/music listening', 'media literacy/media education', 'maths/mathematics', 'memory/intelligence/IQ', 'Mozart effect/spatial ability' e 'ADHD/attention'. I requisiti per inserire uno studio nella rassegna critica si sono basati sui seguenti criteri: 1) pubblicazione recente; 2) studio sperimentale rigoroso, con almeno un gruppo sperimentale e un gruppo di controllo ed approccio multidimensionale; 3) presenza di soggetti in età evolutiva e/o tarda adolescenza e/o giovani adulti; 4) soggetti "normali", privi di patologie cerebrali conclamate; 5) rispetto dell'etica di ricerca e della deontologia professionale nella costruzione ed implementazione del disegno sperimentale.

Ammessi con debito all'A.S. 2007/2008 per tipo di scuola e disciplina
(su 100 ammessi con debito)

Tipi di scuola	Lingua e letter. italiana	Lingua e letter. latina	Matematica	Fisica	Altre materie scientifiche (chimica, biologia, ecc.)	Lingua e letter. straniera	Materie economico-giuridiche	Materie tecnico-profess.
Licei classici	8,3	39,5	39,0	4,8	8,8	21,9	1,8	0,1
Licei scientifici	10,6	39,4	50,8	11,4	13,1	26,6	0,8	0,4
Licei linguistici	13,2	17,9	44,6	9,3	7,4	63,0	2,8	0,0
Licei socio-psico-pedag.	13,3	23,0	43,5	4,3	15,0	34,7	7,2	0,6
Istituti tecnici	16,7	0,2	41,6	9,3	19,4	34,1	21,0	32,0
Istituti prof.	16,9	0,0	40,1	6,8	10,6	39,7	21,6	27,7
Istruzione artistica	17,9	0,2	42,7	9,8	18,0	18,8	4,8	14,0
Totale	14,4	14,2	43,3	6,6	16,1	31,9	13,1	18,0

Ripartizioni geografiche	Matematica
Nord	44,5
Centro	44,0
Sud	41,7
Isole	44,1
Totale	43,3



Nell'A.A. 2006/2007, a contrarre il debito in Matematica sono stati 408.000 studenti, equamente distribuiti tra Nord e Sud. Sembra, ironicamente, che ad unire l'Italia sia proprio la generale ignoranza in matematica.

E Archimede, Fibonacci, Galileo, Lagrange e Peano si rigirano nelle tombe.

Dalla tabella emerge la presenza di debiti anche in altre materie scientifiche: il 18% in materie tecnico-professionali e il 16,1% in Biologia. In totale, il 42% dei promossi all'a.s. 2007/2008 (quasi la metà) risulta ammesso con debito.

(La tabella è disponibile al link:

http://www.pubblica.istruzione.it/ministro/comunicati/2007/allegati/all_061107bis.pdf)

Figura 1 Debiti Matematica per l'anno scolastico 2007/2008

Oggi, a distanza di quasi 4 anni dall'insediamento del comitato scientifico per la risoluzione del "caso matematica", la falla formativa e organizzativa della scuola italiana si mostra impietosa di fronte ai nostri occhi. Un problema per nulla nuovo e che oltrepassa i confini del tempo e delle riforme, posto all'attenzione del Governo già da Letizia Moratti, quando prese visione e consapevolezza dei dati della ricerca Pisa (*Programme for International Student Assessment*, 2006) promossa dall'OCSE³ sulle

- 3 PISA è un progetto decentralizzato dell'OCSE, *l'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico*. Ogni Stato membro dell'OCSE (Australia, Austria, Belgio, Canada, Corea, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Giappone, Gran Bretagna, Grecia, Irlanda, Islanda, Italia, Lussemburgo, Messico, Norvegia, Nuova Zelanda, Paesi Bassi, Polonia, Portogallo, Repubblica Ceca, Repubblica Slovacca, Spagna, Stati Uniti, Svezia, Svizzera, Turchia e Ungheria) si impegna, autonomamente e a proprie spese, a raccogliere i dati sulle competenze scolastiche, in stretta cooperazione con gli altri Stati membri e con gli organi incaricati dall'OCSE stessa. I risultati PISA sono disponibili al sito della Direzione nazionale del progetto PISA in Svizzera, presso l'Ufficio federale di statistica a Neuchâtel: < <http://www.pisa.admin.ch> >, mentre per le pubblicazioni OCSE si può consultare il sito: < <http://www.pisa.oecd.org> >.

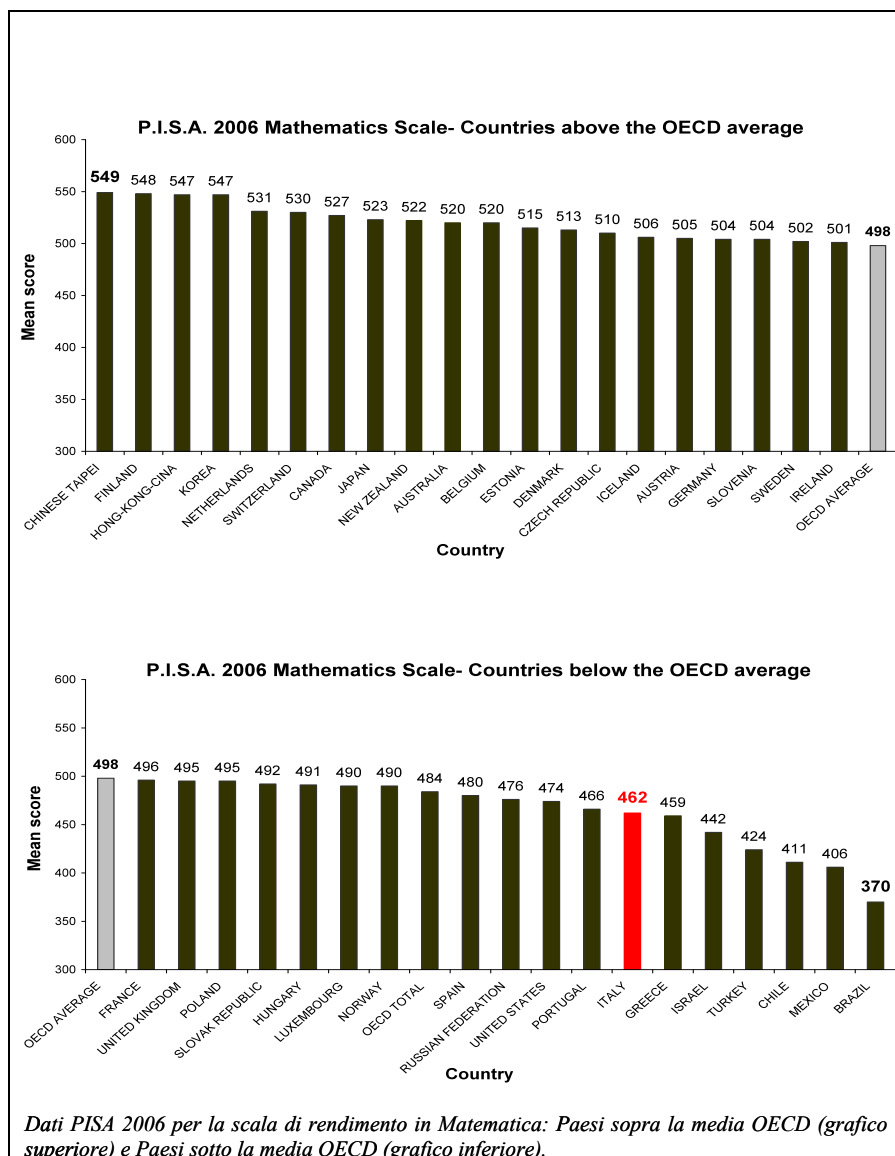


Figura 2. OECD PISA 2006: Scala Matematica

competenze dei 15enni nei 30 Paesi membri dell'organizzazione. In particolare, per quanto riguarda la matematica, l'Italia si collocava addirittura al quart'ultimo posto, avanti solo a Portogallo, Turchia, Grecia e Messico, con Hong Kong e Finlandia in vetta alla classifica.

Osservando i dati PISA 2006 (vedi Figura 2), notiamo subito che gli studenti italiani di 15 anni ottengono una media ponderata di 462 per quanto riguarda il punteggio in matematica, classificandosi più o meno allo stesso livello raggiunto nel 2003 (466). Dal momento che la media generale tra i 57 Paesi partecipanti allo studio è di 484, è

evidente che il sistema educativo italiano, almeno per l'apprendimento (e quindi si suppone per i metodi di insegnamento) della matematica, rappresenta un dato di comparazione in negativo a livello internazionale.

Ad essere prontamente imputati di un simile sfacelo sono i mass media, con il loro linguaggio disarticolato e i loro contenuti evasivi, così distanti dalla logica dei rapporti di causa-effetto. Eppure anche i mass media insegnano. Loro insegnano e i consumatori apprendono.

Se è vero che il curriculum mass-mediatico resta per la maggior parte nascosto e non riconosciuto, ciò non rappresenta affatto un ostacolo all'impatto sul consumatore.

La verità, che ci piaccia o no, è che i mass media educano molto più degli insegnanti e dei genitori messi insieme (Bartolomé & Macedo, 1997; Brown, J.D., 2006) e che la full immersion nei media di consumo li rende fondamentali iniettori di norme ed aspettative culturali a tutti i livelli d'età, dalla prima scolarizzazione fino alla maturità ed anche oltre.

Tornando all'incubo Matematica, il problema non riguarda esclusivamente l'Italia, se è vero che, ormai da almeno un decennio, solo una metà scarsa di studenti californiani riesce a superare l'esame di matematica nel periodo liceale. La capacità di gestire i concetti matematici – che non implica quella richiesta di memorizzazione meccanica che molti esperti di educazione ravvisano trapelare dai vecchi programmi gentiliani, datati 1929 – risulta praticamente assente dal curriculum standard di matematica tanto italiano, quanto statunitense.

Certo, una magra consolazione e il mal comune di gaudio non ne produce affatto.

Proprio per far fronte a questo problema, nel 1998 in California viene fondato il M.I.N.D. Institute⁴, dall'acronimo particolarmente evocativo, che attraverso la ricerca educativa applicata si occupa di arricchire l'esperienza dei giovani, affinché possano sviluppare il prima possibile le abilità matematiche. Il segreto sta solo nell'abbinarla alla musica.

L'obiettivo del rivoluzionario programma M+M (*Matematica + Musica*), oggi applicato in 43 scuole californiane, è quello di aiutare i bambini ad *immaginare e visualizzare* il ragionamento matematico attraverso analogie con le strutture musicali, in modo da favorirne il successo scolastico e la competitività, in un mondo ad elevata tecnologia e globalizzazione come il nostro.

Un'esigenza colta anche in territorio nostrano, ed espressa – nel 2008 – da un lato con l'aggiunta della nuova materia "Tecnologia" alle scuole primarie, dall'altro con il concomitante inglobamento delle "Scienze sociali" a compendio di tutte le altre materie.

Musica e matematica, dunque. Musica, la cui naturale astrattezza potrebbe, una volta appresa, favorire (se non proprio determinare) un miglioramento nelle capacità di ragionamento astratto in particolare, e di quella intellettuale più in generale.

Ma le analogie non finiscono certo qui. I compositori spesso riferiscono di adattare gli accordi e le melodie insieme, come se i suoni fossero oggetti fisici, dotati di forma geometrica. La geometria avanzata, infatti, si offre come uno strumento importante per la comprensione della struttura musicale, attraverso la rappresentazione delle possibilità musicali nello spazio fisico (Tymoczko, 2006).

Un'analogia spaziale a sua volta colta e sfruttata da Deborah Blair (2007), che met-

4 **Music Intelligence Neural Development Institute.** <http://www.necfoundation.org/organizations/organizations_show.htm?doc_id=168902>

te in relazione la tendenza dei giovani ad intrattenere con la musica un rapporto cinestesico-visivo con la creazione simbolica di mappe musicali, una sorta di spartito musicale intuitivo sotto forma di narrazioni grafiche e diagrammi analogici che dando una struttura spazio-temporale ai rapporti gerarchici esistenti tra i suoni, danno anche “forma” all’esperienza dell’ascolto musicale.

La recente enfasi sul legame tra musica, matematica e spazialità – confermata dagli studi di Zorzi, Priftis e Umiltà (2002)⁵ – ci introduce ad una pietra miliare negli studi neuroscientifici sul potere (positivo o negativo, lo scopriremo in queste pagine) della musica sulla cognizione umana. L’ancora discusso *Effetto Mozart*, di cui avremo a breve occasione di parlare.

1. Studi sperimentali su musica, percezione e cognizione

Da quando abbiamo scoperto che tutte le funzioni cerebrali superiori, inclusa quella musicale, utilizzano un linguaggio neurale interno comune per interagire tra di loro, attraverso la neocorteccia cerebrale, la musica ha trovato una nuova collocazione neuroscientifica, più che fruttuosa, non solo come porta d’accesso alle funzioni superiori del cervello, ma addirittura come mezzo per migliorarle.

Oggi sappiamo che le funzioni superiori del sistema nervoso – quelle mentali – non sono tanto collegate a specifiche zone del cervello, quanto piuttosto ad una serie di circuiti interconnessi ed estremamente complessi.

Lungi dall’essere una facoltà mentale monolitica, anche l’attitudine musicale è composta da molte funzioni e componenti diverse, a cominciare dalla fondamentale funzione percettiva.

Sappiamo, ad esempio, che il tempo musicale si associa all’arousal (i tempi lenti, inferiori alle 60-70 bpm⁶, inibiscono l’attivazione, mentre è vero il contrario per i tempi veloci). A sua volta, il modo musicale (maggiore o minore nella tradizione occidentale) è in grado di indirizzare il nostro umore (rispettivamente in senso gioioso o triste: Husain, Thompson, Schellenberg, 2002).

È anche vero, però, che la musica attiva praticamente ogni regione cerebrale che è stata fino ad oggi mappata dai neuroscienziati cognitivi: dai circuiti dei lobi frontali coinvolti nella pianificazione, nella motivazione e nella formazione delle aspettative, alle reti responsabili della memoria e dei sistemi associativi ed attentivi, fino ai lobi temporali, collegati alle emozioni più forti, come il pianto e il riso.

Non basta. L’ascolto musicale stimola anche la produzione ormonale, o meglio l’ascolto di *specifici* generi musicali (ad esempio la *Techno*) promuoverà la produzione di *specifici* ormoni (nell’esempio, beta-endorfina, noradrenalina e Gh o “ormone della crescita”).

Ad aggiungere difficoltà a difficoltà, per comprendere la musica è sempre necessario operare una scomposizione (per quanto artificiosa) che consenta al ricercatore di analizzare una componente per volta (per una rassegna dettagliata, cfr. *Tabella 1*).

Nella rassegna critica che segue, in merito agli avanzamenti in questo settore d’indagine, lo studio approfondito della letteratura recente ha consentito di verificare, in

5 Individui con lesioni alla corteccia parietale destra mostravano deficit nell’orientamento spaziale e nella stima della linea numerica. Una conferma del fatto che la linea numerica mentale rappresenta i concetti matematici secondo una dimensione spaziale (Zorzi, Priftis, & Umiltà, 2002).

6 Battute Per Minuto.

concreto, quali possibilità di sviluppo vi siano ancora in questo sofisticato ambito di ricerca e cosa sia, invece, argomento oramai acquisito.

I dati sul ruolo della musica “di consumo” in ambiti educativi formali, tra tutti, sono forse i più contrastanti.

Il tipo di musica e il materiale da studiare appaiono di certo fattori discriminanti, ma è ancora troppo presto per tirare le somme e molto resta da capire.

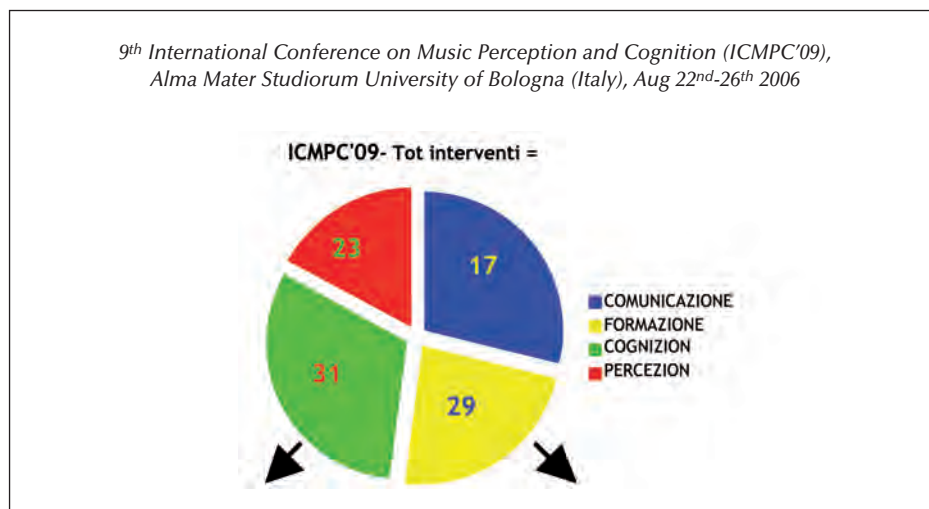
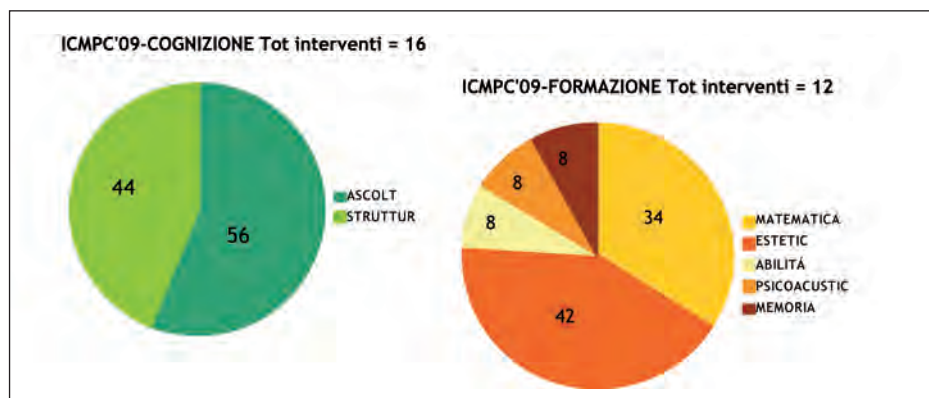


Figura 3. Tendenze di ricerca – in ambito cognitivo e formativo – nei più importanti congressi internazionali sulle tematiche “educazione”, “musica” e “mass media”, (Dati di partecipazione per aree tematiche, 2006-2007)



CONGRESSI-SATELLITE:

International Workshop on the Biology & Genetics of Music, 20-22nd May 2007. Bologna, Italy
8th Conference of the Society for Music Perception & Cognition (SMPC'07),
Concordia University, July 30th-Aug 3rd 2007, Montreal QC, Canada

WORKSHOP of BIOLOGY & GENETICS of MUSIC
Tot interventi = 10

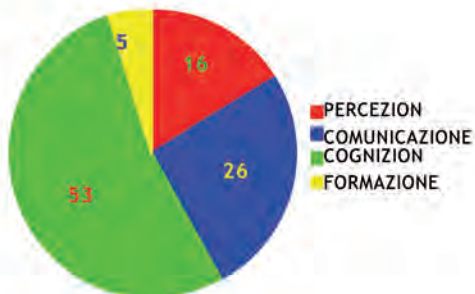
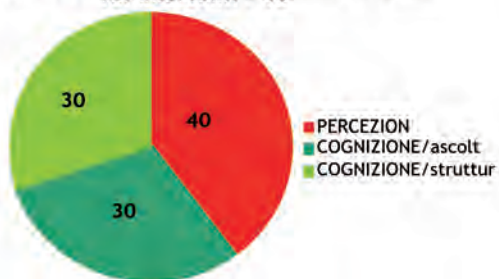


Tabella 1.1 - Studi sperimentali su musica, percezione e cognizione

Studio	Istituzione	N/Età	Disegno/Analisi	Strumenti/Tecniche	Ipotesi/procedura	Principali risultati
Werner et al. (2006)	California School of Professional Psychology, Alliant International Univ. San Francisco Campus (USA)	316 M = 24,7	Quasi-sperimentale Analisi fattoriale	Questionario 53 items su scala a 5 punti (da "assolutam. sì" ad "assolutam. no")	Ruolo esperienza musicale nella vita quotidiana. 6 scale: interesse per la musica, Attitudine musicale per l'innovazione, Considerazione sociale, Reazioni affettive, Effetti psicotropi positivi, Comportamento musicale reattivo.	- Dall'analisi delle risposte ai questionari emergono due fattori principali: "Reazioni soggettive/fisiche" e "coinvolgimento attivo", che ricalcano la classica distinzione tra dominio emozionale-cognitivo e dominio fisiologico come preponderanti nell'esperienza musicale.
Bernardi et al. (2006)	Dip. Med. Interna, IRCCS S. Matteo, Univ. di Pavia, IT. Dip. Medicina Cardiovascolare John Radcliffe Hospital, Oxford, UK	24 adulti 12 mus. e 12 non-mus.)	Sperimentale Inchiesta elettrofisiologica ANOVA su disegno misto per misure ripetute Regressione lineare	ECG (elettrocardiogramma) Tonometria per appianazione (monitoraggio pressione sanguigna) TCD (doppler transcranico) RIP (pleiismografia respiratoria induttiva)	Cambiamenti indotti dall'ascolto di musiche di 6 generi diversi (classica lenta, classica veloce, dodecafonica, techno, rap e raga indiana) nei sistemi cardiovascolare e respiratorio. Effetti delle dimensioni: variazioni di tempo, ritmo, struttura melodica, pausa, preferenze individuali, abitudine, ordine di presentazione e precedente training musicale.	- Valutazione dell'equilibrio simpato-vagale: rispetto alla baseline, aumento ventilazione, pressione sanguigna e frequenza cardiaca e diminuzione velocità di flusso nell'arteria cerebrale media e del baroriflesso; in risposta a tempi musicali più rapidi e a strutture ritmiche più semplici. - Nel complesso, indici di attivazione simpatica. - I 12 soggetti musicisti del campione, rispetto ai 12 non musicisti, mostrano una maggiore sensibilità respiratoria al tempo musicale. - La componente "pausa" riduce frequenza cardiaca, pressione sanguigna e ventilazione a livelli inferiori rispetto alla condizione di baseline.
Mashinter (2006)	University of Waterloo, ON (CA)	Adulti musicisti e non-musicisti	Recensione critica ed applicazione matematica Sperimentazione per gruppi indipendenti	Software per calcolo dissonanza sensoriale in base alle separazioni di frequenza tra toni puri Modelli computazionali di Kameoka & Kuriyagawa (1969a, 1969b) e di Hutchinson & Knopoff (1978, 1979)	Valutazione effetti della frequenza e della SPL (livello pressione sonora) sulla percezione di dissonanza sensoriale in diadi di toni puri semplici (Esp. 1) e di toni complessi (Esp. 2) di varie componenti spettrali.	- L'applicazione dei modelli computazionali non ha prodotto i risultati pubblicati in precedenza (ossia, una curva di aumento/diminuzione della dissonanza in relazione ai rapporti logaritmicamente di deviazione di frequenza). - L'addittività della dissonanza, proposta dagli autori, si basa su una pura concettuale unità di "peso" psicologico. La possibilità di costruire un modello esatto di dissonanza per i toni complessi resta ad oggi una questione critica e i metodi esistenti non sembrano soddisfare tutti gli assiomi del caso.
Parncutt (2006)	University of Graz, Austria	-	Commento critico	-	Commento critico al lavoro di recensione/falsificazione di Mashinter.	- I modelli citati da Mashinter falliscono nella replica dei risultati perché sono stati confinati al solo ambito delle frequenze, senza tenere conto del ruolo delle bande critiche nella somma complessiva del contributo all'ampiezza sonora totale.
Bigand & Poullin-Charronnat (2006)	Université de Bourgogne, Dijon, FR	studenti	Rassegna critica Stato dell'arte Meta-analisi	Raccolta di studi neurofisiologici su ascolto musicale e cognizione implicita Analisi quali-quantitativa dei contributi	Valutazione aspetti della capacità di elaborazione nella musica e del ruolo dei rapporti tra un'entità e le sue variazioni (mentali musicali di tensione e rilassamento, generazione delle aspettative musicali, integrazioni di strutture locali in strutture su larga scala).	- Gli studi si concentrano sull'influenza di un training musicale intensivo su diverse capacità percettive. - Emerge come alcuno di esse siano acquisibili a livelli di alta sofisticazione, attraverso la semplice esposizione alla musica, in assenza di training esplicito ("ascoltatori esperti").

7 Il baroriflesso, uno dei meccanismi di controllo corporeo più importanti nella regolazione della pressione arteriosa, si trova sotto il controllo di zone situate nel SNC, che permettono la modulazione del sistema durante il sonno fisiologico, lo sforzo intellettuale e in occasione di eventi stressanti.

Tabella 1.2 - Studi sperimentali su musica, percezione e cognizione

Studio	Istituzione	N/Età	Disegno/Analisi	Strumenti/Tecniche	Ipotesi/procedura	Principali risultati
Stewart et al. (2006)	Auditory Group- Newcastle Univ, Institute of Cognitive Neuroscience, Dpt. of Imaging Neurosc, Univ. College London, UK	n.s.	Rassegna critica Stato dell'arte Meta-analisi	Neuroimaging Raccolta di studi neurofisiologici sulle basi cerebrali dell'ascolto musicale normale Analisi quali-quantitative dei contributi	In conseguenza dell'ascolto musicale, vengono individuati i substrati cerebrali interessati, a partire dai cambiamenti nella risposta emodinamica e nella frequenza di scarica sinaptica media (PET o fMRI) o attraverso l'effetto dei potenziali post-sinaptici (EEG, MEG)	- I risultati degli studi di immagine funzionale implicano una rete bilaterale di aree coinvolte nell'ascolto musicale. - In particolare, emerge la presenza di un "centro per l'altezza sonora" nel giro di Heschl laterale, una rete di aree nel lobo temporale superiore destro critica per la percezione limbica e un ruolo del cervelletto nell'elaborazione temporale.
Gavin (2006)	University of Huddersfield, UK	30 M = 32.5	Ricerca psicosociale qualitativa	Diario (per 10 gg) Analisi qualitativa tematica	Viene valutata la percezione di musica "intrusiva", ossia estranea al controllo dell'ascoltatore, in base alle descrizioni dei soggetti (ad esempio flodiffusione in negozi).	- Tre tematiche principali: reazioni emotive, caratteristiche della musica, comportamento consequenziale. - Tre fattori principali indicatori di fastidiosità della musica: Contesto, Volume e Stile. - A stile musicale gradito corrisponde una riduzione degli effetti negativi.
Limb (2006)	National Institute on Deafness and Other Comm. Disorders, National Inst. of Health, Bethesda Peabody Conserv. of Music, Johns Hopkins Univ., Dpt. of Otolaryngology- Head & Neck Surgery, Johns Hopkins Hosp., Baltimore, MD.	n.s.	Rassegna critica Stato dell'arte Meta-analisi	Neuroimaging Raccolta di studi di neuroimmagine funzionale (PET, fMRI, EPI – <i>Imaging Eco/Planare</i>) che utilizzano la musica come strumento d'elezione per l'analisi delle strutture e delle funzioni delle aree uditive del cervello.	Valutazione dell'efficacia d'uso di diversi metodi di scansione cerebrale – dalla risonanza magnetica funzionale ai nuovi modelli di acquisizione temporale diffusa – nelle indagini sull'elaborazione musicale compiuta dal cervello a diversi livelli.	- I metodi alternativi di scansione oggi disponibili consentono di superare le limitazioni tecniche della fMRI, in particolare il rumore di sottofondo. - La musica si conferma uno stimolo eccezionale per lo studio del cervello umano. - Tra i dati più interessanti: l'aumento dell'attività neurale e del volume della sostanza grigia nel giro di Heschl (nella corteccia uditiva primaria) si associano all'attitudine musicale.
Fujjoka et al. (2006)	Rotman Research Institute, Baycrest, Univ. of Toronto, CA, Dpt. of Psychology, Neuroscience & Behaviour, McMaster Univ., Hamilton, CA, Dpt. of Integrative Psychology, National Institute for Physiol. Sciences, Okazaki, JP Inst. for Biomagnetism & Biosignal Analysis, Univ. of Münster, DE	12 bambini (6 metodo Suzuki, 6 senza training musicale) M = 5	Sperimentale (Neuroimaging) ANOVA per misure ripetute a 3 fattori	MEG (magnetoencefalografia) Registrazione AEF (campi magnetici uditivi evocati) Due tipi di stimoli acustici: La di violino e rumore (creati al computer)	Analisi spaziale delle forme d'onda individuali dei foci di attività corticale in bambini addestrati e non al metodo pedagogico Suzuki, in risposta a stimoli acustici musicali e non musicali. Valutazione della diversa maturazione di componenti di risposta cerebrale in risposta a suoni musicali e non musicali, come effetto del training musicale.	- L'esperienza di ascolto incide sulla mielizzazione e sul numero di fibre che si proiettano dentro e fuori dalle corteccie uditive. - Generale vantaggio dell'emisfero sinistro. - Nei bambini con training musicale: presenza di cambiamento morfologico a 100-400 ms in risposta al tono di violino, ma non al rumore. - Componente N250m più ampia per i toni di violino nell'emisfero sinistro, rispetto ai bambini senza training. - La differenza nei campi magnetici degli ERPs si accompagna ad un miglioramento significativo nella capacità di discriminazione.
Cook & Fujisawa (2006)	Kansai University, Osaka, JP Kwansei Gakuin University, JP	-	Teorico-applicativo	Proposta di un modello psicofisico dell'armonia che mostra i fondamenti psicofisici delle combinazioni risolte/irrisolte di triadi tonali)	Applicazione matematica della teoria dell'equidistanza degli intervalli (Meyer, 1956), basata sui principi della Gestalt, per rispondere al problema della percezione tonale.	- Gli autori concludono che l'armonia è un fenomeno basato su combinazioni di 3 toni, con le armonie più salienti in corrispondenza di tre toni equamente distanziati (che nella musica occidentale "chiedono" di risolversi in un accordo maggiore o minore).

Tabella 1.3 - Studi sperimentali su musica, percezione e cognizione

Studio	Istituzione	N/età	Disegno/Analisi	Strumenti/Tecniche	Ipotesi/procedura	Principali risultati
Brattico et al. (2006)	Cognitive Brain Research Unit, Dpt. of Psychology, Univ. of Helsinki, FI Helsinki Brain Research Centre, Dpt. of Psychology, Univ. of Montreal, CA	9 studenti (non mus.) M = 23	Sperimentale Indagine elettrofisiologica	EEG (elettroencefalografia): componenti ERPs (potenziali evocati uditivi evento-correlati). 480 melodie sconosciute (6 sec cad.), diverse per altezza e contenuto ritmico, generate al computer (chitarra classica, clarinetto e chitarra jazz).	Registraz. potenziali evocati uditivi (15 elettrodi) in 2 condizioni sperimentali, una di ascolto passivo e una di ascolto attivo di melodie più o meno "fuori scala" o "fuori tono". Test comportamentale: valutazione grado di congruità/incongruità Valutazione del diverso livello di controllo attenzionale richiesto nell'analisi delle informazioni acustiche in entrata.	- Gli ERPs mostrano una notevole deflessione negativa, distribuita fronto-centralmente, in risposta al tono congruo (N1), che raggiunge un picco medio a 120 ms. - Negatività in regione frontale più ampia nell'emisfero destro. - Le melodie "fuori tono" sono considerate più incongrue di quelle "fuori scala" (maggiore salienza?).
Tervaniemi et al. (2006)	Cognitive Brain Research Unit, Dpt. of Psychology, Univ. of Helsinki Helsinki Brain Research Centre Dpt. of Psychology, Univ. of Portsmouth Centre for Cognition and Neuroimaging, School of Social Sciences & Law, Brunel University, Brunel, UK	26 (13 mus., 13 non mus.) M = 32,5	Sperimentale Indagine elettrofisiologica	EEG (30 elettrodi): componenti ERPs Test di musicalità Seashore (Seashore, Lewis, & Saetveit, 1960) Test dei passaggi ritmici	Confronto della neurocognizione uditiva in musicisti e non musicisti, nell'accuratezza di codifica neurale e comportamentale del suono (discriminaz. sensoriale e melodica). Registrazione componente MMN in risposta a devianze in 5 caratteristiche acustiche (frequenza, durata, posizione, intensità e intervallo) e caratteristiche astratte (contorno melodico e dimensione dell'intervallo).	- Paragonati ai non-musicisti, i musicisti amatoriali mostrano un vantaggio nell'elaborazione neurale del suono quando riguarda l'informazione acustica più importante per il genere che suonano abitualmente (rock, indie o jazz). - La discriminazione sonora, quindi, sembra facilitata nei musicisti amatoriali. - In particolare, i musicisti rock mostrano una abilità specifica a creare "scene uditive" attraverso la manipolazione digitale dello spazio sonoro, mentre la facilitazione sparisce per variazioni di frequenza più complesse.
Caclin et al. (2006)	Institut de Recherche et Coordination Acoustique-Musique, Paris, FR. INSERM, Lyon. Institut Fédératif des Neurosciences, Lyon. Univ. of Lyon, FR University of Helsinki Helsinki Brain Research Center, FI McGill University, Montréal, CA	19 M = 36,5	Sperimentale Indagine elettrofisiologica	EEG ERPs (potenziali evocati uditivi) Toni sintetici controllati	Registrazione corticale della componente MMN ^o (Mismatch Negativity) dei potenziali evocati uditivi tramite EEG (63 elettrodi) dopo cambiamenti nelle 3 dimensioni del timbro (attacco-controllo-chiusura) e nelle loro combinazioni. Esplorazione della rappresentazione, a livello di memoria sensoriale uditiva, rispetto alle dimensioni di: altezza, volume, durata percepita e posizione.	- Viene dimostrata la correlazione tra latenza MMN e dissimilarità percepita. - I risultati supportano l'ipotesi di rappresentazioni separate delle dimensioni del timbro nella memoria sensoriale uditiva e la possibilità dell'esistenza di canali di elaborazione parallela per i diversi attributi del suono.
Tillman et al. (2006)	Neurosc. et Systèmes Sensoriels, Univ. Claude Bernard-Lyon Max-Planck Inst. of Human Cognitive & Brain Sciences, Leipzig, DE Univ. de Bourgogne Dijon, FR.	21 M = 25,1	Sperimentale Neuroimaging	Risonanza magnetica funzionale (fMRI) 20 sequenze di 6 accordi Vocal-Writer (per creare campionamenti vocali artificiali)	Indagine sui correlati neurali dell'elaborazione uditiva di lievi violazioni – in sequenze cantate e strumentali – della struttura musicale con i giudizi di congruenza e incongruenza dati dai soggetti.	- Il segnale BOLD (Blood Oxygen Level-Dependent), legato all'elaborazione dello stimolo, rivela un'attivazione delle aree frontali inferiori destre (giro front. inf., operculum front. e insula ant.) maggiore per gli stimoli incongruenti, oltre ad un' aumentata attivazione del giro orbitale, delle aree temporali (giro T-S-A e giro T-M-P) e del giro soprarmaginale.

8 La componente MMN è una risposta cerebrale prodotta da qualsiasi violazione individuabile di una regolarità acustica in una sequenza sonora. Si registra tipicamente dopo l'ascolto di toni infrequenti devianti, inseriti in sequenze di suoni composti da toni standard.

Tabella 1.4 - Studi sperimentali su musica, percezione e cognizione					
Studio	Istituzione	N/Età	Disegno/Analisi		
		Strumenti/Tecniche	Ipotesi/procedura		
		Principali risultati			
Satoh et al. (2006)	Dpt. of Neurology, Mie Univ. School of Medicine, JP. Dpt. of Neurology, Japanese Red Cross Medical Center, Tokyo, JP Depts of Neurology & Radiology, Research Institute for Brain & Blood Vessels, Akita, JP	10 non mus. M = 21,6 (10 sec cad.)	Sperimentale Neuroimaging	PET di solitrazione 33 melodie: 27 ninne-nanne giapponesi note e 6 melodie sconosciute (10 sec cad.) Valutazione dei cambiamenti di flusso sanguigno regionale cerebrale (CBF) durante l'ascolto di melodie familiari. Giudizio di familiarità/alterazione melodica.	- Compito di familiarità: attivazione porzioni bilaterali anteriori dei lobi temporali, delle regioni temporali superiori e del giro parippocampate. Tutti i soggetti identificano le ninne-nanne come familiari e le 6 melodie "nuove" come sconosciute. - Compito di individuazione dell'alterazione: attivazione bilaterale dei precunei, dei lobi parietali superiore ed inferiore e della superficie laterale dei lobi frontali, apparentemente correlata con l'analisi musicale.
Jackendoff & Lerdahl (2006)	Center for Cognitive Studies, Dpt. of Philosophy, Tufts Univ., Medford Dpt. of Music, Columbia Univ., NY (USA)	-	Analisi teorico-qualitativa	Valutazione delle strutture cognitive invocate dalla musica, dei principi generatori di queste strutture, della acquisizione di tali principi da parte degli ascoltatori, e di quali risorse persistenti nell'ascoltatore siano specifiche per la musica.	- Il sistema mente-cervello contiene alcuni principi specializzati per l'organizzazione delle tonalità musicali. - Le proprietà della musica non sono tutte deviazioni da principi cognitivi più generali. - Esistono numerose vie convergenti distinte che vanno dalla superficie musicale all'affetto musicale, da risposte psicologiche generali agli effetti specifici della musica. - Alcune componenti della capacità musicale emergono come "speciali" rispetto ad altre forme d'arte e riccamente intrecciate con molti altri meccanismi cognitivi ed affettivi.
Bharucha, Curtis & Paroo (2006)	Tufts University, Medford, MA (USA)	-	Studio teorico	La musica può essere intesa come una forma di comunicazione dotata di codici formali atti a suscitare esperienze coscienti. A sostegno dell'ipotesi, vengono proposti 3 esempi di esperienze consapevoli prodotte dalla codifica musicale: riconoscimento strutturale, affetto e movimento.	- La musica è comunicativa nella misura in cui cerca di comunicare esperienze consapevoli. - In questo atto comunicativo, il segnale acustico e la sua rappresentazione cognitiva funzionano da codici. - Struttura musicale ed affetto sono due domini distinti, ma il primo può stimolare il secondo. - Sembrano esistere capacità cognitive specializzate per la musica.
Tymoczko (2006)	Dpt. of Music Princeton University, NJ (USA)	-	Studio teorico-applicativo	Esplorazione degli spazi sonoro-geometrici della musica, in cui un accordo è rappresentabile come un punto nello spazio. Ogni azione musicale si traduce in un'operazione geometrica.	- Gli accordi musicali seguono una geometria non euclidea, collocandosi come punti in un reticolo. I compositori occidentali sfruttano questa proprietà per creare numerosi stili diversi. - Accordi consonanti e dissonanti posseggono diverse simmetrie di vicinanza e si raggruppano in diversi usi musicali. - Le sonorità familiari si raggruppano intorno al centro della rappresentazione spaziale multidimensionale a forma di orbita.
Headlam & Brown (2007)	Eastman School of Music, Univ. of Rochester, NY (USA)	-	Commento critico	Applicazione del modello geometrico Nota critica al lavoro di Dmitri Tymoczko.	- Il modello di Tymoczko non è applicabile a tutte le progressioni tonali. - In quelle di Bach, per esempio, gli accordi migrano lontano dal centro dell'orbita, verso i confini esterni. - Analoghe progressioni sono presenti nei repertori di Haydn, Mozart e Brahms.
Tymoczko (2007)	Dpt. of Music Princeton University, NJ (USA)	-	Risposta a commento critico	Modello geometrico spaziale-acustico orbifold	- Le orbite spaziali multidimensionali sono utilizzabili per rappresentare qualsiasi fenomeno musicale, anche se a volte, inarmonici. - Non possiamo, quindi, pretendere che la superficie di qualsiasi pezzo musicale tonale si collochi sempre al centro dell'orbita. - L'applicabilità del modello richiede capacità interpretative.

Tabella 1.5 - Studi sperimentali su musica, percezione e cognizione

Studio	Istituzione	N/Età	Disegno/Analisi	Strumenti/tecniche	Ipotesi/procedura	Principali risultati
Labbé et al. (2007)	Psychology Dept., University of South Alabama (USA)	56 studenti di college	Quasi-sperimentale ANOVA a disegno misto 4x2	Esposizione a stressor (test) Ascolto musicale	Valutazione effetti su indici psicofisiologici dell'esposizione a diversi generi musicali (classical heavy metal/musica scelta dai soggetti).	- Ascoltare musica classica o rilassante di propria scelta dopo un evento stressante, rispetto all'heavy metal o al silenzio, comporta la riduzione significativa di diversi indici di attivazione simpatica, quali ansia e rabbia, riducendo l'arousal fisiologico generale e le emozioni negative.
Grahn & Brett (2007)	MRC Cognition & Brain Sciences Unit, Cambridge (UK)	27 (14 mus, 13 non mus) M = 24.5	Sperimentale Neuroimaging	fMRI 30 sequenze ritmiche (metriche semplici e non metriche) SPM99 e SPM2 (analisi statistica)	Individuazione di eventuali regioni motorie specifiche rispondenti al tempo indotto dal ritmo. Valutazione proprietà del ritmo capaci di indurre un beat specifico, chiedendo ai soggetti di riprodurre diversi tipi di sequenze ritmiche.	- Rete bilaterale di aree motorie attivata durante la percezione dei ritmi, anche in assenza di movimenti. - Migliore capacità di riproduzione per ritmi metrici semplici, costruiti su rapporti di numeri interi tra intervalli ed accenti percettivi regolari. - Questi ritmi producono un'attività più elevata nei gangli della base e nell'area motoria supplementare (SMA), che si dimostrano quindi aree di mediazione della percezione di battute ritmiche. - I musicisti mostrano, rispetto ai non-musicisti, numerose aree maggiormente attivate.
Sammler et al. (2007)	Max Planck Inst. for Human Cognitive & Brain Sciences, Leipzig (DE)	n.s.	Sperimentale Indagine elettrofisiologica	EEG HR (frequenza cardiaca)	Analisi del rapporto tra emozione umana e correlati elettrofisiologici, attraverso l'induzione di emozioni piacevoli/spiacevoli con musica consonante e dissonante.	- La musica sgradevole evoca una significativa caduta della frequenza cardiaca. - La musica gradevole si associa ad un aumento nelle onde Theta a livello frontale (indice di associazione tra elaborazione emozionale e funzione attentiva).
Leino et al. (2007)	Apperception & Cortical Dynamics, Cogn. Brain Research Unit, Dept. of Psychology, Univ. of Helsinki, Helsinki Research Center, Helsinki FI, Center of Functionally Integrative Neurosci., Aarhus Univ. Hospital, DK Royal Academy of Music, Aarhus, DK	10 non mus. M = 26	Sperimentale Indagine elettrofisiologica ANOVA per misure ripetute	EEG (128 elettrodi): componenti ERPs Sequenze musicali (accordi attesi/inattesi) generate su piano ed organo digitali.	Rilevazione componente ERAN (negatività precoce anteriore destra) e componente MMN. Valutazione se la componente ERAN riflette l'elaborazione dell'armonia e se questa componente sia generata anche da violazioni dell'intonazione di suoni sui quali l'armonia è basata. Ipotesi: la violazione dell'intonazione di un accordo rappresenta una violazione della scala musicale.	- Gli accordi inattesi producono una componente MMN bilaterale, distribuita anteriormente, indice di un processo di individuazione del cambiamento. - L'ampiezza della componente ERAN dipende dalla posizione dell'accordo incoerente nella sequenza di accordi. - La componente ERAN sembra avere una natura più "cognitiva" rispetto alla risposta MMN, poiché dipende dall'organizzazione temporale e strutturale della struttura armonica.
Langers, Backes & van Dijk (2007)	Dpt. of Otorhinolaryngology, Univ. Medical Center School of Behavioral & Cognitive Neurosciences Univ. of Groningen, NED Dpt. of Radiology, Maastricht Univ. Hosp. NED	10 M = 31	Sperimentale Neuroimaging Ambiente MaLab ANOVA per misure ripetute t-Test	fMRI Ascolto attivo di toni-bersaglio e rumori di sottofondo (60 dB)	Indagine sulle differenze nell'organizzazione funzionale di base della corteccia uditiva primaria e secondaria, in rapporto alla lateralizzazione della risposta e all'organizzazione tonotopica dello stimolo acustico preferito.	- Attivazione temporale bilaterale. - Regioni multiple di attivazione a banda, sistematicamente maggiore nel giro e nel solco di Heschl (corteccia uditiva primaria), in risposta alla stimolazione controllata laterale. Nessuna lateralizzazione nelle regioni secondarie attive circostanti. - Le caratteristiche fisiche del suono vengono trasformate nel passaggio dalla corteccia uditiva primaria alla secondaria.
Zatorre, Chen & Penhune (2007)	Montreal Neurological Institute, McGill Univ. BRAMS Laboratory Psychology Dept. Concordia Univ., Montreal, Quebec, CA	n.s.	Rassegna critica Meta-analisi	Neuroimaging; fMRI Raccolta di studi sull'interazione tra sistema motorio e sistema acustico nella percezione musicale.	Analisi del ruolo della corteccia premotoria nell'integrazione delle caratteristiche musicali di ordine superiore.	- I circuiti uditivo-motori ventrali e dorsali sono importanti nell'elaborazione musicale; ma possiedono funzioni distinte e complementari. Esistono connessioni di fibre tra le regioni uditive del giro temporale superiore (pSTG) e le regioni frontali (corteccia BA8 e BA9/46), attraverso il fascicolo arcuato e il fascicolo longitudinale superiore. - Ascoltare e sistematizzare potrebbe richiedere l'attivazione di programmi motori associati alla produzione musicale.

Tabella 1.7 - Studi sperimentali su musica, percezione e cognizione

Studio	Istituzione	N/Età	Disegno/Analisi	Strumenti/tecniche	Ipotesi/procedura	Principali risultati
Nagel et al. (2007)	Hanover Univ. of Music & Drama, Hanover, DE	38 range: 11-72 anni	Sperimentale esplorativo	Computer software Ascolto di 2 brani musicali (pop e death metal) Self-report	Il software freeware EMUJoy (<i>Emotion Measurement With Music by using a Joystick</i>) è stato costruito per consentire la misurazione continua e in tempo reale delle emozioni suscitate dalla musica.	- Le emozioni aub-riferite dai diversi soggetti sono simili, in termini sia di valenza (positiva/negativa) che di arousal. - Self-reports continui, entro uno spazio emotivo bidimensionale, si sono dimostrati una strategia adeguata per la misurazione delle emozioni suscitate da musica di diverso genere. - Conferma della possibilità di standardizzare le indagini sulle emozioni musicali percepite.
Sridharan et al. (2007)	Dpt. of Psychiatry & Behavioral Sciences Neurological Institute at Stanford, Stanford Univ. School of Medicine, Stanford, CA (USA) Dpts. of Psychology & Music Theory, School of Computer Science & Program in Behavioural Neuroscience, McGill University, Montreal, QC (CA), Dpt. of Music & Center for Computer Research in Music & Acoustics, Stanford, CA (USA)	18 range: 19-27 anni	Sperimentale within-subjects Neuroimaging	pre-elaborazione con SPM2 ROI analysis ⁹ (Regions Of Interest) Analisi latenza risposte BOLD (Henson et al., 2002) Analisi ICA effetti random (Independent Component Analysis) ¹⁰ Test di Wilcoxon Analisi GCA (Casualità di Granger) su serie temporali fMRI (Seth, 2005) Stimoli: 8 sinfonie digitalizzate (William Boyce, periodo tardo-barocco) - 20 transiz. di movimento	Indagine sulle dinamiche neurali della segmentazione di un evento musicale in condizioni di ascolto naturale. Caratterizzazione delle dinamiche neurali nella segmentazione di eventi musicali, attraverso l'analisi delle risposte cerebrali durante transizioni di movimento (fasi ad elevato livello gerarchico nella struttura musicale).	- Un network cerebrale lateralizzato a destra mostra un picco di risposta durante le transizioni da un movimento all'altro paradossalmente in assenza di stimoli fisici (durante le pause). - Emerge attività distinta in due reti funzionali, dissociabili, una ventrale fronto-temporale (VLPFC), associata all'individuazione di eventi salienti in base alle caratteristiche sensoriali della corrente dello stimolo, seguita a livello temporale da una rete dorsale fronto-parietale (DLPFC), associata al mantenimento dell'attenzione e all'aggiornamento della memoria di lavoro. - Conferma della dissociazione funzionale tra rete ventrale e rete dorsale, coinvolte nella segmentazione dell'evento musicale. - Ruolo dominante dell'emisfero destro nella segmentazione percettiva dei confini salienti di un evento musicale. - Sorprendente sovrapposizione dei network dorsale e ventrale, con regioni cerebrali identificate durante compiti di attenzione visuo-spaziale (Corbetta & Shulman, 2002).
Angelucci et al. (2007)	Dpt. di Neuroscienze, Istituto di Neurologia, Univ. Cattolica del Sacro Cuore, Roma (Italia)	n.s.	Sperimentale animale Analogica in vivo e in vitro	Esposizione di topi giovani a musica di ritmo lento (6 ore al giorno, 50-60 db, per 21 gg.) Test di evitamento passivo Saggio immunoglassorbente ELISA ¹¹	Indagine sull'effetto della musica sulla produzione di neurotrofina cerebrale e sul comportamento di apprendimento dei topi.	- I topi esposti alla musica mostrano un aumento del fattore neurotrofico derivato dal cervello (BDNF), ma non del fattore di crescita nervosa nell'ippocampo. - L'esposizione alla musica migliora significativamente la performance nell'apprendimento, misurata attraverso un test di evitamento passivo - Conferma della possibilità di modulare l'attività dell'ippocampo - nei termini di produzione del fattore BDNF - attraverso l'esposizione a musica di ritmo lento e livello sonoro dolce.
Gordon-Hickey & Moore (2007)	Univ. of South Alabama, Dpt. of Speech Pathology & Audiology, Mobile, AL (USA)	n.s.	Quasi-sperimentale Correlazionale	Registrazioni sonore per creazione background: voci umane e musica	Indagine su eventuali differenze tra il livello di rumore accettabile (ANL) in 2 condizioni: voci umane che chiacchierano o musica di sottofondo.	- L'ANL (Acceptable Noise Level) per la musica tende ad essere più elevato rispetto a quello per le chiacchiere in sottofondo e preferito a queste ultime come rumore di background. - L'ANL per campioni musicali non correla con una preferenza di genere. Inoltre, la musica sembra essere elaborata in modo diverso, come rumore di sottofondo, rispetto alle voci umane.

9 Pacchetto software Marsbar <<http://marsbar.sourceforge.net>>.

10 La ICA- Analisi delle Componenti Indipendenti è un recente metodo di analisi multivariata proposto nella letteratura ingegneristica per lo studio dei processi di segnale.

11 *Causal Connectivity Analysis Toolbox*.

12 Il test di primo livello ELISA è il più usato per la diagnosi di HIV.

Tabella 1.8 - Studi sperimentali su musica, percezione e cognizione

Studio	Istituzione	N/Età	Disegno/Analisi	Strumenti/Tecniche	Ipotesi/procedura	Principali risultati
Videan et al. (2007)	Primate Foundation of Arizona Mesa, AZ (USA)	57 (31 F, 26 M)	Quasi-sperimentale animale Analogica	Ascolto musica vocale vs strumentale Classica vs "easy listening"	Indagine sugli effetti di due diversi tipi e generi di musica sul comportamento sociale di scimpanzé (<i>Pan troglodytes</i>).	- La musica strumentale è più efficace nel far aumentare i comportamenti di affiliazione, sia nei maschi che nelle femmine. - La musica vocale "easy-listening" (di tempo più lento) è più efficace nel far diminuire i comportamenti agonistici nei maschi. - Come gli esseri umani, gli scimpanzé in cattività reagiscono in modo diverso a vari tipi e generi di musica. - Le reazioni variano a seconda del genere di appartenenza e del comportamento preso in esame.
Schellenberg et al. (2008)	Univ. of Toronto, Mississauga, Ontario, CA	108 studenti universitari	Quasi-sperimentale ANOVA Correzione Huynh-Feldt Analisi di follow-up alternative	18 estratti musicali MIDI - 9 allegri e 9 tristi (Perez & Talbot, 1998, 2001); repertorio barocco classico, romantico e impressionista (da 7,4 a 23,8 sec. cad.) Ascolto dicodico. Musical racconto (incipit de <i>Il meglio verde</i> (King, 1996)	Indagine sul gradimento di musica allegria/triste in funzione della qualità della qualità (focalizzata sulle) dell'esposizione; per un totale di 84 esposizioni-stimolo in ordine casuale. Gli ascoltatori valutano il loro livello di gradimento su una scala Likert a 7 punti e riferiscono se hanno già udito il brano nella fase iniziale di esposizione. Totale: 8 valutazioni di gradimento e 10 di riconoscimento.	- Valutazioni di gradimento più alte per la musica allegra dopo un ascolto focalizzato. - Valutazioni di scarso gradimento per musica allegra e triste dopo un ascolto inedito del gradimento per la musica "triste" in confronto a quelle del gradimento e simultaneo decremento nel riconoscimento degli estratti "allegri". - Iniziale aumento del gradimento e successiva diminuzione in funzione dell'esposizione in condizioni di ascolto focalizzato (= U rovesciate). - Effetti positivi (familiarità) e negativi (ripetitività) della frequenza d'esposizione alla musica. - Valutazioni di riconoscimento più elevate nella condizione di ascolto focalizzato. - Gradimento e riconoscimento musicale spesso covariano.
Hunter, Schellenberg, & Schimmack (2008)	Univ. of Toronto, Mississauga, Ontario, CA	Exp. 1 = 40 studenti univ. Exp. 2 = 40 studenti univ.	Quasi-sperimentale ANOVA a 2 vie per misure ripetute Correlaz. pairwise Test t di Bonferroni Test del segno	Stimoli: 48 estratti musicali strumentali (30 sec. cad.) diversi per tempo e modo e per coerenza/coerenza di tempo e modo. Metodo self-report + misure fisiologiche oggettive Statistica MIN (Kaplan, 1972; Schimmack, 2001)	Exp. 1: Valutazione della possibilità di indurre sentimenti misti, non-intenzionali, attraverso stimoli musicali. Valutaz. separata su 2 scale unipolari: allegria/misericordia e piacevole/sgradevole (come misura di controllo). Exp. 2: Valutazione sentimenti indotti su una griglia a 2 dimensioni (allegria/triste).	- Quando gli indici di tempo e modo sono conflittuali (ad es., modo minore e tempo veloce), vengono indotti sentimenti "misti" di allegria e tristezza. - Le correlazioni tra valutazioni di allegria e piacevolezza sono molto più forti di quelle tra tristezza e sgradevolezza. - Il modo minore riceve valutazioni di tristezza significativamente più elevate rispetto al modo maggiore, sia per tempi veloci che per tempi lenti. - Sebbene sentimenti opposti possano essere simultaneamente attivati con la musica, essi non sono del tutto indipendenti.

2. Studi sperimentali sull'Effetto Mozart

L'attuale interesse per gli effetti "collaterali" dell'esposizione alla musica deriva, in ampia parte, da un articolo pubblicato su *Nature* nel 1993 (Rauscher et al., 1993). In esso, le abilità spaziali di 36 studenti universitari venivano testate attraverso tre sub-test della Stanford-Binet Intelligence Scale (Thorndike et al., 1986) dopo 10 minuti di esposizione a tre condizioni sperimentali: musica classica, rilassamento o silenzio.

Sorprendentemente, la performance nei compiti spaziali migliorava (seppure per breve tempo) dopo l'ascolto della musica rispetto alle altre due condizioni: un vantaggio complessivo di ben 8-9 punti. Ironico a dirsi, proprio quegli 8-9 punti che ormai da anni separano gli studenti italiani dalla media riportata dall'indagine PISA 2006 in merito alle valutazioni in matematica.¹³

Molti ricercatori, negli anni, hanno tentato di replicare ed estendere l'effetto Mozart, in alcuni casi con successo, in altri no (per una rassegna dettagliata degli ultimi studi, cfr. *Tabella 2*).

Più di recente, Frances Rauscher (2002) ha suggerito che, al cuore di un simile effetto, associato all'ascolto della musica di Mozart¹⁴, ci sia il trasferimento dell'apprendimento dal dominio musicale al dominio visuo-spaziale, con un probabile cambiamento della struttura fisica del cervello stesso.

Le origini storiche di questo apparente "miracolo" poggiano su solide fondamenta scientifiche, fisico-matematiche per l'esattezza: da un lato, la realizzazione di un modello visuo-spaziale tridimensionale che illustra la struttura neurale del cervello e con essa il funzionamento cerebrale superiore, dall'altro la scoperta che il ragionamento spazio-temporale – ossia la capacità di pensare per immagini, come nel gioco degli scacchi, nella musica e nella matematica – è innato nell'essere umano.

Dalla fusione di questi due principi nasce il *trion model* (Shaw et al., 1985), una realizzazione altamente strutturata del principio organizzativo cerebrale enunciato dal matematico Vernon Mountcastle (1978), che si basa sulla teoria delle masse assembleari di neuroni disposte in unità micro-colonnari (dette "trioni") presenti nella corteccia dei mammiferi.

Il modello si è dimostrato valido tanto per la codifica percettiva di alcuni aspetti della struttura musicale, quanto per indagare la capacità creativa nelle funzioni di ordine cognitivo superiore, legate alla matematica e agli scacchi (Leng, et al., 1990). In particolare, la zona corticale che ospita il repertorio di pattern di scarica spazio-temporale eccitabili attraverso la musica, è lo stesso ad essere reclutato nelle funzioni cerebrali superiori, di cui il pensiero logico-matematico è l'emblema.

C'è poi un dato, se vogliamo, anche più "romantico".

Noi viviamo grazie ad una serie di ritmi intrinseci, quelli biologici, che muovono il nostro ciclo ontogenetico. Possediamo un corpo musicale che risponde alle sollecitazioni melodiche ed armoniche, sincronizzando le onde cerebrali sulla musica che ascolta. E se la musica è quella "giusta", il potenziale elettrico dei neuroni ne trarrà beneficio.

In particolare, le vibrazioni acustiche generate da suoni compresi tra i 5mila e gli 8mila hertz, produrranno una sorta di "risonanza" con le cellule del Corti, allineate nella coclea dell'orecchio, con effetti rigenerativi per il cervello (Tomatis, 1991).

Ecco svelato il segreto che si nasconde dietro l'effetto Mozart.

13 *Gli studenti accumulano troppi debiti formativi. Fioroni: "Torneremo all'esame di riparazione".* Il Messaggero, 31 luglio 2007.

14 L'effetto, è bene sottolinearlo, pare manifestarsi a seguito dell'ascolto di qualsiasi pezzo musicale "sufficientemente complesso", si tratti di Mozart, Brahms o Bach (Rauscher, 2002).

Tabella 2.1 - Studi sperimentali sull'Effetto Mozart

Studio	Istituzione	N/Età	Disegno/Analisi	Strumenti/Tecniche	Ipotesi/procedura	Principali risultati
Črnčec, Wilson & Pford (2006)	Auditory Laboratories, Univ. of Western Sydney (AU), School of Behavioural Science, Univ. of Melbourne (AU)	n.s.	Rassegna critica Meta-analisi	Analisi qualitativa di 3 linee di ricerca (Effetto Mozart, istruzione musicale, ascolto di sottofondo)	Valutazione dell'influenza della musica di Mozart, dell'istruzione musicale e della musica di sottofondo sulle abilità spazio-temporali.	- Impossibile dimostrare con certezza l'Effetto Mozart nei bambini. - L'istruzione musicale è indubbiamente associata a benefici nelle abilità di ragionamento spazio-temporale, anche se di piccola dimensione. - L'ascolto musicale di sottofondo può avere effetti calmanti e favorire la concentrazione in bambini con speciali bisogni educativi, contribuendo positivamente all'apprendimento.
Jatšovec N., Jaušovec, K. & Gerič (2006)	Dpt. of Education, Univ. of Maribor, Faculty of Pedagogy, Maribor (Slovenia)	56 M = 20,8 (1) ... 36 M = 20,6 (2)	Sperimentale per gruppi paralleli Indagine elettrofisiologica ANOVA	EEG Stimoli: rilassamento, sonata K. 448 di Mozart (1) Rilassamento, Danza ungherese n° 5 di Brahms (2)	Valutazione dell'influenza della musica di Mozart sull'attività cerebrale di individui di diverse età nell'apprendimento ("priming" o consolidamento). Stesso paradigma, ma usando la musica di Brahms.	- Influenza benefica dell'ascolto di Mozart sui compiti di rotazione spazio-temporale, misurabile sull'attività EEG nel gruppo "musica" prima e dopo il training di rilassamento (attivazione pattern di scansia nelle bande Alfa e Gamma). - Influenza benefica della musica di Mozart sia sulla fase di "priming" che di "consolidamento", che tuttavia non si riflette nelle misure EEG.
Latendresse, Larivière & Miranda (2006)	School of Psychoeducation, Dpt. of Psychology Univ. of Montreal (CA)	N = da 8 a 26 Dai 14 anni in su	Rassegna critica di 26 studi sperimentali (1985-2005) Meta-analisi	Database PsychINFO	Valutazione validità effetto Mozart in una serie di repliche sperimentali.	- Pur nella contraddittorietà dei risultati (diverse metodologie, diverso numero di soggetti, presenza o meno di pretest, diverse condizioni di ascolto e diversi strumenti di misura), emerge una preponderanza di studi che mette in dubbio la validità dell'effetto Mozart.
Rauscher (2006)	Dpt. of Psychology, Univ. of Wisconsin, Oshkosh, WI (USA)	-	Commento critico	-	Risposta al commento di Steele (2003) in merito ad un suo precedente lavoro (Rauscher, Robinson, & Jens, 1998).	- Alla critica avanzata da Steele in merito all'impossibilità di attribuire all'effetto Mozart la maggiore abilità mostrata da topi esposti alla musica nel percorrere un labirinto (per fattori fisiologici propri del loro sistema uditivo, limitato a poche frequenze), l'autrice risponde che i topi in realtà hanno capacità acustiche molto più elevate, che non c'erano differenze preesistenti tra i gruppi e che l'esperimento è stato di recente replicato con rinnovato successo, a dimostrazione della presenza di una base fisiologica per l'effetto Mozart nei ratti.
Rauscher & Hinton (2006)	Dpt. of Psychology, Univ. of Wisconsin, Dpt. of Neurology, Medical College of Wisconsin Wisconsin Oshkosh, WI (USA)	-	Commento critico	-	Waterhouse si dichiara preoccupata riguardo ad un utilizzo scriteriato ed acritico della teoria sull'effetto Mozart in contesti educativi.	- Ascoltare musica non corrisponde a ricevere un training musicale. Molti autori ancora fanno confusione nelle loro critiche all'effetto Mozart. Occorre invece porre una netta distinzione tra ricerca sull'ascolto musicale e ricerca su fenomeni cognitivamente ed educativamente più complessi, come il training musicale.
Schellenberg (2006)	Dpt. of Psychology, Univ. of Toronto, Mississauga, ON (CA)	bambini M = 9 (1) matricole univ. M = 19,6 (2)	Quasi-sperimentale correlazionale	Studio 1: WISC-III (Wechsler, 1991) K-TEA (Kaufman & Kaufman, 1985) Parent Rating Scale - BASC (Reynolds & Kamphaus, 1992) Studio 2: WAIS (Wechsler, 1997)	Studio 1: indagine sulla relazione tra durata del coinvolgimento in attività musicali ed incremento delle abilità cognitive. Studio 2: indagine di eventuali associazioni a lungo termine tra training musicale ed intellettivo.	- Studio 1: correlazione positiva tra durata delle lezioni di musica, QI e riuscita scolastica. - Studio 2: correlazione positiva tra studio musicale nel periodo infantile e riuscita universitaria. - L'esposizione formale al training musicale si associa positivamente e in modo duraturo al quoziente intellettivo e alla performance scolastica.

Tabella 2.2 - Studi sperimentali sull'Effetto Mozart

Studio	Istituzione	NIcEtà	Disegno/Analisi	Strumenti/Tecniche	Ipotesi/procedura	Principali risultati
Waterhouse (2006a, 2006b)	The College of New Jersey, Ewing, NJ (USA)	-	Rassegna critica	Meta-analisi	Valutazione della validità di tre teorie: intelligenze multiple (Gardner, 1983), effetto Mozart (Rauscher, Shaw, & Ky, 1993) ed intelligenza emotiva (Salovey & Mayer, 1990).	- Le tre teorie, pur essendo ampiamente utilizzate in contesti educativi, sembrano tuttavia mancare di adeguato supporto empirico. L'elevata opinabilità, ad oggi, le rende quindi inadatte a costituire il punto di partenza per qualsiasi programma educativo.
Schellenberg et al. (2006)	Dpt. of Psychology, Univ. of Toronto, Mississauga, ON (CA)	studenti universitari	Quasi-sperimentale	Ascolto musicale <i>Stanford-Binet Intelligence Scale</i> ; <i>PR&C Subtest (Paper Folding & Cutting)</i> ; di Terman & Merrill, 1960). <i>WISC-III</i> (Wechsler, 1991)	Esp. 1: replica esperimento originale Esp. 2: esplorazione ipotesi "preferenza (Mozart/Albinoni). Esp. 3: 4 variazioni Sonata K.448 di Mozart (velocimento/modo magg e min) Esp. 4: generalizzazione dell'effetto Mozart a test che misurano altre abilità e a qualsiasi musica gradita all'ascoltatore.	- Il tempo veloce influisce sull'arousal, mentre il modo maggiore produce umore positivo. - Le caratteristiche specifiche della musica influenzano l'arousal e l'umore che, a loro volta, influiscono sulla performance in compiti cognitivi. - L'effetto non sembra specifico della musica di Mozart e va ben al di là dei test sulle abilità spazio-temporali, fino a riguardare altre componenti dell'intelligenza (es. creatività).
Cassidy, Hentley & Markley (2007)	Dpt. of Psychology & Special Education, TX A&M Univ. Commerce Commerce, TX (USA)	38 studenti	Sperimentale Correlazione lineare	Selezioni musicali (Mozart, RHCP) Scala su preferenze musicali (13 generi) Videogame	Valutazione ipotesi di umore e arousal come determinanti per l'effetto Mozart, nel contesto della performance in un videogame a punti.	- I livelli della performance sono più alti quando il soggetto ascolta, come sottofondo, la musica che gradisce di più. - L'effetto Mozart, quindi, sembra davvero attribuibile ad un fenomeno di attivaz. e miglioram. del tono dell'umore.
Jones, West & Estell (2007)	Dpt. of Counseling & Educational Psychology, Indiana Univ., Bloomington, IN (USA)	41 studenti univ. M = 20,9	Quasi-sperimentale ANCOVA (analisi covarianza)	Subtest rapporti spaziali <i>Stanford-Binet Scale</i> (Terman & Merrill, 1960)	Replica effetto Mozart Valutazione 3 ipotesi: "priming" neurale, influenza su umore-arousal e preferenze musicali.	- Effetto positivo dell'ascolto di Mozart sulla performance di ragionamento spaziale, mediata dall'arousal. - Nessun effetto preferenza o "priming". - Il livello di arousal sembra quindi mediare nel rapporto tra ascolto della musica di Mozart e performance spaziale.
Schellenberg et al. (2007)	Dpt. of Psychology, Univ. of Toronto, Mississauga, ON (CA)	48 studenti M = 20,5 (1) ... 39 bambini M = 5 (2)	Quasi-sperimentale One-tailed t-Test, ANOVA, Contrasti ortogonali pianificati	Esp.1: subtest misura QI (Symbolic Search) Esp. 2: disegno libero	Esp. 1: confronto rendimento cognitivo dopo ascolto di musica di tempo allegro (Mozart) e triste (Albinoni). Esp. 2: confronto esecuzione disegni dopo ascolto Mozart, Albinoni, musica per bambini e canto.	- Esp. 1: punteggi migliori dopo l'ascolto di Mozart; effetto evidente per induzione di significative differenze di umore. - Esp. 2: i bambini disegnano più a lungo e in maniera più creativa dopo aver cantato o ascoltato canzoni per bambini, rispetto all'ascolto di Mozart e Albinoni. - L'effetto Mozart dipende dalla capacità dello stato emotivo di influenzare l'elaborazione cognitiva di alto livello.
Greenop & Kann (2007)	Psychology School of Human & Community Development, Univ. of the Witwatersrand, WITS (South Africa)	22 bambini ADHD 20 bambini senza ADHD M = 9,75	Quasi-sperimentale ANOVA per misure ripetute 2x2 test di Levene per omogeneità varianze	Valutazione di 3 indici nel test: "Correttezza", "N Tentativi" e "Accuratezza"	Confronto bambini con e senza ADHD, in un compito scolastico (soluzione problemi matematica). Due condizioni: silenzio/musica. Valutazione dell'utilità di stimolazioni extra per mantenere i bambini orientati sul compito.	- Risultati migliori nella condizione compito e musica per tutti i bambini (con e senza ADHD), in particolare nel punteggio di "Accuratezza" del calcolo matematico. - I risultati supportano la teoria del livello ottimale di stimolazione (Zentall, 1975). - L'effetto non è specifico per i bambini con ADHD.
Ho, Mason, & Spence (2007)	Crossmodal Research Laboratory, Dpt. of Experimental Psychology, Univ. of Oxford, Oxford, UK	n.s.	Quasi-sperimentale ANOVA per misure ripetute	Identificazione di 2 cifre target nell'ordine corretto entro un flusso di lettere di distrazione. 3 condizioni: ascolto Mozart al contrario, ascolto Mozart (controllo)	Valutazione dell'Effetto Mozart sull'attenzione temporale in un compito visivo di cecità attenzionale.	- Individuazione del target in maniera significativamente più accurata nel flusso quando la sonata di Mozart è ascoltata nella versione normale, rispetto alle altre due condizioni. - Confermata l'esistenza di una componente puramente temporale nell'effetto Mozart.

3. Studi sperimentali su attenzione, abilità matematica ed intelligenza

Se è vero che i bambini in difficoltà utilizzano strategie immature di problem solving, facendo appello al conteggio sulle dita per molti più anni rispetto agli altri bambini, è anche vero che la stragrande maggioranza dei bambini fa appello ad un mix di strategie diverse per risolvere i problemi quantitativi (Siegler, 1996).

L'aritmetica appresa a scuola, quindi, contribuisce a "disciplinare" abilità piuttosto precoci di quantificazione, favorendo l'acquisizione di strategie sempre più efficaci e sofisticate (per una rassegna degli ultimi studi, cfr. *Tabella 3*).

Nel mezzo troviamo che la capacità di produrre stime ragionevoli e sofisticate è piuttosto difficile sia per i bambini che per alcuni adulti e fa la sua comparsa solo dopo diversi anni di scolarizzazione formale. Ciò significa che la vera discalculia è una condizione piuttosto rara, che non implica la totale incapacità di ricordare fatti aritmetici, quanto piuttosto l'incapacità mnemonica di ricordarne così tanti, quanti invece ne ricordano gli altri bambini, come anche una tendenza a dimenticarli più rapidamente (Geary, 2006a, 2006b). Il disturbo, infatti, si manifesta spesso in comorbidità con una condizione di deficit dell'attenzione.

Attenzione che, insieme alla percezione, rappresenta una delle prime fasi di elaborazione dello stimolo da parte del cervello.

Nel caso in cui non venga ben esercitata, le influenze sulle funzioni cognitive a valle, come memoria e ragionamento, andranno in frantumi, come un palazzo di nozioni su cui vengano edificati piani sempre più alti, ma che poggia su fondamenta di cartapesta.

Oggi che abbiamo a disposizione tecniche non intrusive di neuroimmagine¹⁵, sappiamo con certezza che la progressione e il cambiamento nella distribuzione di procedure e strategie di problem solving sono rapportati ad almeno tre cose: alla frequenza d'esposizione ai problemi, all'istruzione e alla capacità di creare quanti più nessi concettuali possibile tra esperienze diverse o solo apparentemente distanti (Blöte et al., 2000; Geary et al., 1996; Siegler & Stern, 1998; Klein & Bisanz, 2000). Quest'ultima, in assoluto, è una delle competenze più difficili da acquisire.

La rappresentazione esplicita e consapevole dell'informazione nella memoria di lavoro e, attraverso di essa, l'abilità di fare inferenze sulla matematica insegnata a scuola, richiede l'attività sincrona della corteccia prefrontale dorso-laterale. La sua maturazione, durante l'infanzia e la prima adolescenza, è tanto lenta, quanto determinante è il suo ruolo nella capacità di focalizzare l'attenzione sulla soluzione del problema, impedendo ad informazioni irrilevanti d'interferire con le fasi del problem solving (Welsh & Pennington, 1988; Giedd et al., 1999).

Le acquisizioni strategiche degli anni critici resteranno implicite, chiuse in un recondito cassetto della memoria, a meno che l'attività delle regioni cerebrali sottostanti non si sincronizzi con l'attività di quest'area specifica, come accade quando l'attenzione è focalizzata sul raggiungimento di uno specifico obiettivo.

Resta da vedere se particolari stimolazioni acustiche musicali, che abbiamo visto agire potentemente sul cervello, possano rappresentare non solo la chiave d'accesso, ma eventualmente un impedimento a questo tipo di sincronizzazione.

15 Attualmente disponiamo di strumenti che consentono di effettuare ricerche sul sistema nervoso durante il pieno svolgimento delle sue funzioni, tramite l'amplificazione del segnale direttamente dallo scalpo e non attraverso posizionamenti su strutture corticali interne. Tra le tecniche principali ricordiamo: la risonanza magnetica funzionale (fMRI), l'elettroencefalogramma (EEG) e l'elettroencefalografia ottica a quasi-infrarossi (HEG-nIRS).

Tabella 3.1 - Studi sperimentali su attenzione, abilità matematica ed intelligenza

Autore/ri	Istituzione	N/Età	Disegno/Analisi	Strumenti/Tecniche	Ipotesi/procedura	Principali risultati
Castelli, Glaser & Butterworth (2006)	Institute of Cognitive Neuroscience, Univ. College London (UK)	12 M = 24	Sperimentale Neuroimaging	fMRI Risposta DART	Creazione di un paradigma per l'elaborazione della numerata attraverso risultati ottenuti ad un compito di calcolo della quantità relativa di colore (verosimili).	- Il solo intraparietale umano (IPS) è implicato nell'elaborazione dell'informazione numerica simbolica e probabilmente anche non simbolica. - L'IPS è attivato in maniera differenziale per quantità discrete, ma non per quantità continue.
Shaw et al. (2006)	Child Psychiatry Branch, National Institute of Mental Health, Bethesda, MD (USA) Montreal Neurological Institute, McGill Univ., Montreal, QB (CA)	166 bambini e adolescenti ADHD e controllo M = 8,9	Studio longitudinale (follow up a 5 anni di distanza) Neuroimaging	DSM-IV (APA, 2000) Diagnostic Interview for Children and Adolescents Conners' Teacher Rating Scale fMRI	Valutazione del volume dei lobi cerebrali in bambini con ADHD. Misurazione dello spessore corticale. Valutazione dell'associazione tra esito clinico (impulsività) e pattern di cambiamento corticale nel corso dello sviluppo.	- Globale assottigliamento della corteccia, soprattutto nelle regioni mesiale e frontale superiore e pre-centrale, importante per il controllo dell'attenzione e dell'output motorio. - I bambini ADHD con esiti clinici negativi hanno una minore spessore mesiale, soprattutto nel sottile regione ai bambini ADHD con esiti clinici migliori. - In particolare, la normalizzazione dello spessore della corteccia parietale destra, nei pazienti con esiti migliori, potrebbe essere un cambiamento corticale di compensazione.
Fuchs et al. (2006)	Dept. of Psychology & Human Development, Vanderbilt Univ., Nashville, TN (USA) Florida State Univ., FL (USA) Univ. of Houston, TX (USA)	330 bambini M = 8	Sperimentale Path Analysis	1- SWAN Reading Scale (Swanson et al., 2004) WRMB Listening Comprehension (Woodcock & Johnson, 1989) WASI Matrix Reasoning (Wechsler, 1999) WJ III Visual Matching (Woodcock et al., 2001) TOWRE Sight Word Efficiency (Torgesen et al., 1999) Assessment of Math Fact Fluency Double-Digit Addition & Subtraction (Fuchs et al., 2003) Story Problems (Jordan & Hanich, 2000)	Esplorazione dei correlati cognitivi di 3 aspetti della performance aritmetica: abilità di calcolo aritmetico, abilità di problem solving aritmetico in bambini di terza elementare. Registrazione valutazioni degli insegnanti in merito a comportamenti di disattenzione/iperattività (AD/HD).	- Conferma dell'esistenza di un modello gerarchico per abilità matematiche di livello progressivamente superiore. - L'aritmetica sembra essere alla base della computazione algebrica, che a sua volta media la performance nella soluzione dei problemi aritmetici. - Il comportamento disattento sembra predire, in maniera indipendente, i 3 aspetti della performance matematica. - Altri predittori indipendenti della performance aritmetica: abilità di problem solving non verbale e velocità di elaborazione. - Emerge la potenziale importanza del comportamento attento in tutti e gli aspetti della competenza matematica, come emerge anche il bisogno di intervenire per migliorare lo sviluppo di abilità nelle combinazioni numeriche.
Knauff et al. (2006)	Max-Planck Institute Biological Cybernetics, Tübingen, DE Centre for Cognitive Science, Univ. of Freiburg, DE Institute of Cognitive Neuroscience, UK Center for Cognitive Science, The Ohio State Univ., Columbus, OH (USA)	30 M = 22,4	Sperimentale Neuroimaging	fMRI evento-correlati 32 compiti di ragionamento (12 premesse e 1 conclusione) 32 compiti di mantenimento	Definizione dei sottorossi cognitivo sottostanti le tre fasi del ragionamento deduttivo: elaborazione premesse, integrazione e validazione.	- Individuazione di pattern distinti di attività corticale durante il ragionamento deduttivo sociale, con l'area prefrontale dorsale della corteccia occipitale-temporale (fase di elaborazione premesse) che poi si estende alla corteccia prefrontale anteriore (fase di integrazione) ed infine alla corteccia parietale e prefrontale posteriore (fase di validazione del ragionamento). - Il ragionamento umano procede per fasi discrete e separate, associate a diversi processi neurocognitivi. - Proposta di un modello neurocognitivo trifasico del ragionamento umano.

Tabella 3.2 - Studi sperimentali su giovani, abilità matematica, attenzione ed intelligenza						
Autore/i	Istituzione	N/Età	Disegno/Analisi	Strumenti/Tecniche	Ipotesi/procedura	Principali risultati
Lubinski & Benbow (2006)	Dpt. of Psychology & Human Development, Vanderbilt Univ., Nashville, TN (USA)	Studenti dotati Prima: 12 anni Poi: 32 anni	Studio longitudinale SMPY (<i>Study of Mathematically Precocious Youth</i>) (Keating & Stanley, 1972; Stanley, 1996) Follow up a 5-10-20 anni di distanza	<i>Iowa Test of Basic Skills</i> (abilità ragionamento matematico, verbale e spaziale) Intervista	Valutazione degli antecedenti personali critici per lo sviluppo di carriere eccezionali nel settore matematico-scientifico in adolescenti intellettualmente precoci. Intervista di follow-up sulla soddisfazione lavorativa e personale.	- Sono indici di un'attitudine per le carriere scientifiche, oltre all'abilità matematica: elevati livelli di abilità spaziale, interesse per la ricerca, curiosità e attenzione agli aspetti teorici, impegno scolastico ed extrascolastico. - La combinazione talento-opportunità educative sembra operare in maniera simile nei maschi e nelle femmine. - I predittori centrali per la carriera scientifica risultano essere le differenze individuali nei pattern di abilità e gli interessi personali e non il sesso biologico. - Le preferenze, in particolare, sembrano guidare le scelte educativo-vocazionali.
Grabner, Neubauer & Stern (2006)	Dpt. of Psychology, University of Graz, Austria	47 giocatori di scacchi M = 37,45	Sperimentale Indagine elettrofisiologica	EEG (componente ERD, desincronizzazione evento-correlata) in banda Alfa superiore	Registrazione attività corticale durante l'esecuzione di un torneo di scacchi, per rilevare l'impatto di competenza ed intelligenza a livello neurofisiologico.	- Emergono effetti indipendenti dell'intelligenza e della competenza/esperienza sulla performance cognitiva e sull'efficienza neurale. - La performance cognitiva di alto livello e la relativa attivazione corticale sono funzione tanto della conoscenza generale e di competenze dominio-specifiche, quanto dell'efficienza generale del sistema di elaborazione dell'informazione. - Le aree della corteccia (pre)frontale appaiono sensibili alle differenze individuali di intelligenza.
Li et al. (2006)	Bio-X Life Science Research Center & NHCG Bio-X Center, Shanghai Jiao Tong Univ. Inst. for Nutritional Science, Shanghai Inst. of Biological Sciences, Chinese Acad. of Sciences, Shanghai, CH. SGDP Centre, College, London, UK Genome Research Center, The Univ. of Hong Kong, CH. Dpt. Of Psychology Medicine, Wales College of Med., Biol, Life & Health Science, Cardiff Univ, Cardiff, UK.	n.s.	Rassegna critica Meta-analisi	Raccolta di studi di indagine genetico-molecolare sulla patogenesi dell'ADHD	Valutazione delle basi genetiche dell'ADHD (Disturbo da Deficit dell'Attenzione/Iperattività).	- Esiste un'associazione statisticamente significativa tra ADHD e geni DRD4 e DRD5 del sistema dopaminergico. - I risultati confermano il coinvolgimento dei sistemi cerebrali della dopamina nella patogenesi del disturbo ADHD. - È appurata la poligenicità dell'ADHD.
Draganisi et al. (2006)	Dpt. of Neurology, Univ. of Regensburg Dpt. of Psychiatry, Univ. Jena Max-Debrück Center for Molecular Med. Berlin, DE. Institute for Neurosc & Phys., Gothenburg Univ. (SW) Dpt. of Systems Neurosc., Univ. of Hamburg, DE.	38 M = 24	Sperimentale Neuroimaging	MRI Tecnica morfometrica VBM (Voxel-Based Morphometry)	Scansione cerebrale con MRI, effettuata su studenti che si preparavano per sostenere un esame. Individuazione di possibili cambiamenti morfo-strutturali nel cervello, associati all'apprendimento di molte informazioni astratte.	- Durante il periodo di apprendimento, la materia grigia aumenta significativamente nella corteccia parietale posteriore e laterale (bilaterale), in maniera ancora più pronunciata nel terzo periodo di rilevazione MRI. - L'acquisizione di grandi quantità di informazioni di carattere astratto potrebbe essere collegata a particolari cambiamenti strutturali-morfologici nella materia grigia in specifiche aree cerebrali. - Aumento bilaterale significativo di materia grigia nell'ippocampo posteriore e nella corteccia parietale (lobuli parietali posteriori ed inferiori).

Tabella 3.3 - Studi sperimentali su giovani, abilità matematica, attenzione ed intelligenza

Autore/i	Istituzione	NI/età	Disegno/Analisi	Strumenti/Tecniche	Ipotesi/procedura	Principali risultati
Lenroot & Giedd (2006)	Child Psychiatry Branch, National Institute of Mental Health, Bethesda, MD (USA)	n. s.	Rassegna critica	Neuroimaging strutturale pediatrica MRI	Rassegna critica sull'utilizzo delle tecniche di neuroimaging nelle neuroscienze dello sviluppo per indagare i ritmi di sviluppo cerebrale nell'infanzia e in adolescenza.	- La risonanza magnetica (MRI) è adatta agli studi pediatrici: non fa uso di radiazioni ionizzanti e consente di ottenere scansioni longitudinali sicure su bambini sani. - Principali risultati: aumento lineare e generale del volume della sostanza bianca cerebrale e aumento regionale-specifico del volume della materia grigia, che segue una traiettoria di sviluppo a forma di U capovolta durante l'infanzia e l'adolescenza. Grande variabilità individuale nelle misure morfometriche.
Park, Lubinski & Benbow (2007)	Dpt. of Psychology & Human Development, Vanderbilt Univ. Nashville, TN (USA)	2409 adolescenti Prima 13, poi 33 anni	Studio longitudinale SMPY. Study of Mathematically Precocious Youth (prime 3 coorti) Follow-up, 1-Test	SAT (Scholastic Assessment Test) Interviste telefoniche, test via Internet e questionari via e-mail	Valutazione di follow up dei risultati creativi di natura letteraria e di innovazione tecnico-scientifica, in funzione del livello di abilità linguistica vs. abilità matematica dimostrato in adolescenza.	- Pattern distinti di abilità in giovani intellettualmente dotati sembrano indirizzare l'ambito (tecnico/scientifico vs. letterario/umanistico) di successo creativo in età adulta. - Riconfermato il ruolo dell'allele "7 repeat" del gene DRD4 nell'etiologia dell'ADHD, probabilmente associato ad una forma più benigna del disturbo (migliori esiti clinici a lungo termine). - Nel gruppo ADHD l'allele "7 repeat" si associa anche ad una migliore performance cognitiva.
Gornick et al. (2007)	Child Psychiatry Branch, Laboratory of Neurogenetics, Bethesda, MD (US) New York Univ. Child Study Center, NY (USA)	166 bambini ADHD e controllo Prima: M = 9 Poi: M = 15	Sperimentale Studio di follow-up	Indagine genetico-molecolare WISC-III (Wechsler, 1991).	Riesame del ruolo del gene DRD4.	- L'abilità spaziale sembra correlare con una costellazione di preferenze personali indicative di una propensione per le carriere scientifiche. - Anche il punteggio al SAT appare positivamente correlato con la propensione per carriere scientifiche.
Webb, Lubinski & Benbow (2007)	Appalachian State Univ., Boone, North Carolina, (US) Vanderbilt Univ., Nashville, TN (USA)	1060 adolescenti intellett. dotati Prima: 13 anni Dopo: 18 anni	Sperimentale Studio longitudinale SMPY (Study of Mathematically Precocious Youth) DEAF gerarchiche (analisi funzional-discriminante)	1. <i>Mental Rotation Test</i> (Vandenberg & Kuse, 1978) <i>Mechanical Comprehension Test</i> (Bennett, 1989) SOV (Strong Uses of Verbal Ability) (Vandenberg & Lindert, 1970) SII (Strong Interest Inventory) di Hansen & Campbell (1985) 2. Questionario follow-up (email) 3. SAT (School Aptitude Test)	Fase 1. Valutazione dell'esistenza di una correlazione tra abilità spaziale e buona riuscita negli studi matematici e scientifici. Valutazione delle differenze individuali (influenza della funzione del livello di abilità spaziale). Fase 2. Follow-up (5 anni). Fase 3. Analisi longitudinali risposte SAT.	- Gli studenti possono personalizzare il loro apprendimento, esaminando una stessa idea da prospettive diverse. - Viene stimolata la possibilità di vedere legami tra aree d'apprendimento diverse. - Necessità di una pianificazione attenta delle unità disciplinari per assicurare un'integrazione di successo, in particolare è opportuna la presentazione simultanea dell'unità in tutte le materie in essa integrate. - Aspetto negativo: costi elevati della ricerca nel settore.
Lee (2007)	St. Mary Parrish School, Monroe, MI (USA)	27 studenti di scuola media 7 insegnanti di scuola media	Rassegna critica + Ricerca applicativa	Rassegna critica di numerosi modelli e linee-guida per curricula integrati. 9 lezioni interattive: matematica, scienze, lettere, arte, religione, educazione fisica, musica, sociologia e geografia <i>Computer technology</i>	Esplorazione di vantaggi e svantaggi di un curriculum integrato di scuola media. Proposta di un'esperienza cross-curricolare ed interdisciplinare applicata.	- Variazioni in una rete distribuita frontalm e posteriori possono predire differenze individuali nell'intelligenza e nei compiti di ragionamento. - In network viene descritto come "Teoria dell'integrazione parieto-frontale" o P-FIT. A partire dalle aree di Brodmann, il modello P-FIT comprende: la corteccia prefront dorsolaterale (robusta per il tim, e sup...), il girogato anteriore e la regione infero-temporale (specie per il riconoscimento di una sostanza bianca (fascicolo arcuato e longitud. sup).
Jung & Haier (2007)	Dpt. of Neurology & Psychology, Univ. of New Mexico & THE MIND Institute, Albuquerque, NM (USA) School of Medicine, Univ. of California, Irvine, CA (USA)	n. s.	Rassegna critica	Rassegna critica di 37 recenti studi di neuroimaging funzionale (fMRI, PET) e strutturale (NMRI o spettroscopia di risonanza magnetica nucleare)	Valutazione dell'esistenza di una biologia dell'intelligenza caratteristica del sistema nervoso umano normale. Identificazione di regioni cerebrali discritte legate alle differenze individuali nelle misure dell'intelligenza e del ragionamento.	

Tabella 3.4 - Studi sperimentali su giovani, abilità matematica, attenzione ed intelligenza

Autore/i	Istituzione	N/Età	Disegno/Analisi	Strumenti/Tecniche	Ipotesi/procedura	Principali risultati
Ritte-Johnson & Star (2007)	Vanderbilt University, Nashville, TN (USA) Harvard University, Cambridge, MA (USA)	70 studenti di scuola media $M = 12.8$	Quasi-sperimentale esplorativo Correlazioni intra-classe ANOVA	Intervento pre test-post test 12 equazioni + 12 problemi pratici	Proposta di riforma curricolare per la matematica, attraverso la promozione dei meccanismi d'apprendimento di Confronto e Condivisione di strategie, contrapposti allo Studio sequenziale.	<ul style="list-style-type: none"> - I ragazzi nella condizione "Confronto tra strategie diverse" hanno ottenuto risultati migliori nelle misure indipendenti di flessibilità cognitiva e di conoscenza procedurale. - Rispetto alla condizione "Studio sequenziale di strategie", gli studenti della condizione "Confronto simultaneo di strategie" hanno ottenuto un vantaggio di 7 punti. - Il metodo "Confronto" tra metodi molteplici di soluzione facilita l'attenzione e l'adozione di strategie di problem solving non convenzionali, oltre al trasferimento metodologico alla soluzione di problemi nuovi.

4. Studi su educazione e scelte musicali dall'infanzia alla prima età adulta

Oggi la scienza è in grado di dirci che la musica può migliorare determinate reti cognitive, attraverso il modo stesso in cui è organizzata, ma non sa dirci ancora se, organizzata in modo diverso, c'è invece il rischio che le danneggi.

Abbiamo visto che la cognizione musicale è il risultato di un'esplorazione attiva dell'ambiente sonoro e che le preferenze d'ascolto, lungi dall'essere qualcosa di "ingenuo", si basano in gran parte sulla *prototipicità*: tendiamo, infatti, a gradire la musica che mantiene un equilibrio tra familiarità e novità, tra semplicità e complessità.

Ma cosa succede se ad essere "prototipizzato" è l'ibrido musicale, una commistione scomposta e disordinata di suoni naturali, elettronici e industriali, poggiati su basi ritmiche sincopate e martellanti?

È questa l'offerta che il mercato discografico propone oggi a giovani sempre più immersi in un mondo virtuale, popolato di suoni.

Il materiale musicale contemporaneo appare piuttosto controverso, come controversa appare la possibilità di collegarne l'uso a specifici obiettivi disciplinari. Ciò non ci ha impedito, in anni recenti, di interrogarci, con assoluta apertura mentale, in merito alle strategie apprenditive psico-pedagogiche più appropriate per fronteggiare l'incalzare dell'ibrido, a discapito del narrativo, nel mondo giovanile (Barone & Olivieri, 2005a, 2005b, 2006, 2007; Olivieri & Barone, 2007; Olivieri, 2009, 2010, 2011).

In particolare emerge il ruolo centrale della cosiddetta "acculturazione aurale", legata a tutte quelle pratiche musicali informali, trasmesse dalla cultura popolare, che ad un livello-base si manifesta con risposte naturali e spontanee ai suoni.

Se la scolarizzazione è qualcosa di deliberato, che si svolge in un ambiente d'apprendimento formalizzato e "congelato" (Bowman, 2004), estraneo alla routine della vita quotidiana, negli ambienti informali si apprende in maniera incidentale, volontaria e non obbligatoria, in assenza di sforzi o di azioni meta-cognitive che agevolino la comprensione e il ricordo.

Le procedure informali sono "mal definite" (Strauss, 1984) ma "spontanee" (Fornas, Lindberg, & Sernhede, 1995), le connessioni tra materiale appreso e vita reale particolarmente significative ed intrinseche al contesto.

L'era dell'informazione ha introdotto nuove forme di alfabetizzazione, anche se la maggior parte di esse ancora non è entrata a far parte dei curricula scolastici o dei corsi di aggiornamento professionale del corpo docente.

Una di queste è la cosiddetta *critical media literacy*, una strategia di autodifesa intellettuale contro l'irregimentazione delle menti di stupide (o istupidite) masse (Chomsky, 1997; Torres & Mercado, 2006).

Ecco allora il paradosso: da un lato, l'enorme potenziale degli avanzamenti tecnologici per il miglioramento delle possibilità di comunicazione e quindi d'emancipazione dell'essere umano, dall'altro l'inganno della *televisual fairyland* (Monbiot, 2005) e l'egemonia della logica capitalistica, che agevolano sofisticate strategie di dominio e controllo (Torres & Mercado, 2006).

A riprova della incontrollata pervasività mediatica, vediamo oggi i media corporativi partecipare attivamente alla creazione di una risonanza di forte impatto, in merito alla crisi delle istituzioni educative pubbliche, attraverso la promozione di non meglio specificate contromisure, addirittura contro se stessi.

Così si sfruttano le arene televisive per sostenere che l'ignoranza scientifica dei giovani dipende dalla cattiva qualità di programmi televisivi trasmessi dalla stessa rete che, un attimo dopo, li propone. Senza logica.

E i debiti degli italiani continuano ad aumentare in ogni settore...

Tabella 4.1 - Studi sperimentali su scelte musicali ed educazione

Studio	Istituzione	N/Età	Disegno/Analisi	Strumenti/Tecniche	Ipotesi/procedura	Principali risultati
Saarikallio (2006)	Dpt. of Music University of Jyväskylä, FI	6 adolescenti M = 16 (11) ... 1515 M = 15 (2)	Rassegna metacognitiva delle preferenze Ricerca qualitativa sull'auto- regolazione Approccio costituziva	Metodi quasi-quantitativi Questionario MMR (Music In-Mood Regulation) Interviste di gruppo e di follow-up Grounded Theory	Valutazione della funzionalità emotiva e psicologica della musica nel quotidiano in adolescenza. Studio 1: catalogazione dei significati psicologici della musica (prospettiva psicologica) Studio 2: validità dell'auto-regolazione nell'uso della musica per regolare l'umore rispetto a background musicale preferenze di stile e genere. Studio 3: sviluppo di uno strumento di misura per valutare la regolazione dello umore attraverso la musica	- È possibile considerare la musica come una cornice che promuove l'elaborazione cognitiva delle esperienze emotive; - Promozione dell'ascolto musicale come mezzo per regolare l'umore e l'esperienza emotiva nei suoi tre aspetti di valenza (stato bene/umore/impulsi), attenzione (focalizzata) e durata (tempo di ascolto); - La musica può aiutare a controllare le emozioni e gli impulsi interiori; l'umore, l'esperienza di cascata, apprendimento, dell'adolescenza; - Un maggiore uso della musica per regolare l'umore correla positivamente con la versatilità delle preferenze musicali; - Le correlazioni più forti sono quelle tra questionario MMR e preferenza per la musica Rock ed Heavy metal.
Flousson (2006)	Dpt. of Lifelong Education, University of Georgia (USA)	6 gruppi di bambini M = 3	Ricerca qualitativa Osservazione non partecipante Tecnica induttiva	Pacchetto software CAQDAS (per analisi qualitativa dati) Interviste ai genitori	Valutazione preferenze musicali di bambini di età compresa tra 1 e 5 anni. Intervista parallela ai genitori per indagare le modalità e le proposte di consumo musicale a casa.	- I bambini esprimono già nette preferenze e non rifiutano per una gamma molto vasta di generi musicali diversi; - I generi Pop e Rock sono quelli musicali più spesso come preferiti dai genitori e figli. Erano anche il gradimento per le attività musicali in famiglia; - Lo spetto delle scelte di ascolto musicale sono molto diverse e più varie rispetto a ciò che viene offerto ai bambini a scuola.
Larson, Hamson & Monetta (2006)	Dpt. of Human & Community Development, University of Illinois, Urbana-Champaign (USA) Dpt. of Psychology, London Metropolitan Univ., London, UK	2290 studenti di 19 locali dei Illinois	Ricerca qualitativa	Questionario YES (Youth Experience Survey) 67 attività x 6 categorie	Inventario delle diverse tipologie di esperienze giovanili - positive e negative - in diverse categorie di attività, organizzate a livello scolastico socio-scolastico e in ambiente extra-scolastico.	- Sul fronte positivo, i programmi di arte - in particolare legati alla musica - emergono come le attività capaci di fornire più esperienze positive rispetto allo sviluppo dell'iniziativa e in assenza di concomitante stress (come accade per gli sport). - Sul fronte negativo, le attività artistiche sembrano poco il lavoro di gruppo e la creazione di un network di lavoro tra pari.
Hinert, Kulik & Crossenfield (2006)	Dpt. of Psychology, UCLA (Univ. of California, Los Angeles (USA)	157 studentesse univ. (1) 247 studentesse univ. (2)	Quasi-sperimentale Osservazione partecipante Analisi della varianza parallela e della regressione	Modeling positivo/negativo (Youth Experience Survey) Intervista sui gusti musicali (si soggetti e all' "esperto")	Valutazione dell'effetto modeling sui gusti musicali espresso da una persona ritenuta "esperta" nel campo. Esp. 1: manipolazione del grado di esperienza Esp. 2: manipolazione del grado di somiglianza/dissomiglianza rispetto al soggetto sperimentale	- Espresere gradimento per un brano musicale induce opinioni favorevoli su quella musica (modeling positivo) quando il modello è un'esperta di musica (modeling positivo) o un'esperta di (modeling negativo) quando è disdetta (in particolare se proviene da un background diverso). - La competenza del modello non mostra alcun effetto sulle valutazioni di gradimento musicale.
Bakagamas & Tarrant (2006)	Dpt. of Psychology, Keele University, UK	97 adolescenti M = 14,8	Quasi-sperimentale Disegno fattoriale 3x2	Questionario sullo "Stile di pensiero" Manipolazione preferenze musicali (simili/diversi)	Valutazione dell'Identificazione musicale come mezzo di espressione delle differenze inter-gruppo. Ruolo della musica nei processi di identità sociale durante l'adolescenza	- L'identità musicale condivisa sembra ridurre le distinzioni, influenzando positivamente sull'interazione tra membri di gruppi diversi.
White & McComack (2006)	Dpt. of Psychology & Human Development, Vanderbilt University, Nashville, TN (USA)	27 studenti di scuole medie Vanderbilt 7 insegnanti	Quasi-sperimentale	Modello didattico curriculum integrato (Media literacy) Computer technology Lezioni interattive	Valutazione vantaggi/svantaggi di un curriculum integrato, matematica + scienze + lettere + arte + religione + fisica + musica + sociologia + geografia	- Se pianificate in modo efficace, le unità integrate agevolano lo studio di un argomento, che viene così esplorato attraverso numerosi materiali di cui gli studenti fanno abitualmente esperienza; - L'efficacia dell'unità è la presentazione simultanea di tutte le materie in essa integrate.

Tabella 4.2 - Studi sperimentali su scelte musicali ed educazione

Studio	Istituzione	N/Età	Disegno/Analisi	Strumenti/Tecniche	Ipotesi/procedura	Principali risultati
Steglich, Snijders & West (2006)	Dpt. of Sociology, Univ. of Groningen, NED Univ. Of Glasgow, Scotland	Studenti Prima: M = 13 Poi: M = 15	Studio empirico longitudinale sulle dinamiche congiunte	<i>Teenage Friends and Lifestyle Study</i> Social Network Analysis SIENA software (Snijders et al., 2005) Questionario sui generi musicali (16 items)	Applicazione del modello per indagare le dinamiche congiunte di gusto musicale, consumo di alcolici e rapporti amicali tra adolescenti.	- Il gusto musicale generale sembra incentrarsi sul genere Techno, seguito ad una certa distanza dal Rock. L'ascolto di musica classica è confinato ad un'esigua minoranza di ragazzi. - A livello di dinamiche amicali, l'ascolto di musica Rock incide positivamente sulla popolarità, mentre l'ascolto di musica Classica incide sulla tendenza a cercare i propri "simili" e ad essere più attivi, ma anche ad essere poco popolari. - Il parametro dell'assimilazione è significativo per i generi Rock e Techno, ma non per il genere Classica. - Tra tutti i generi indagati, ascoltare musica Classica sembra incompatibile col consumo di alcolici.
Renfrow & Gosling (2006)	Faculty of Social & Political Sciences, Univ. of Cambridge, UK, Univ. of Texas, Austin, TX (USA)	60 studenti universitari M = 18,4 ... 74 studenti universitari M = 18,9	Indagine qualitativa (1) Quasi-sperimentale (2)	Sistema di chat online (6 settimane) Analisi delle trascrizioni LWC (<i>Linguistic Inventory & Word Count</i> , di Pennebaker et al., 2001) Stimoli-target CD musicale (10 brani preferiti)	Studio 1: Valutazione argomenti di conversazione privilegiati in fase di conoscenza. Studio 2: Valutazione tratti di personalità attraverso la conoscenza delle preferenze musicali.	- Studio 1: la musica è l'argomento di discussione più comune. Le persone usano le loro preferenze musicali per comunicare informazioni sulla loro personalità agli altri. Al contempo, utilizzano queste stesse informazioni per farsi un'idea degli altri. - Studio 2: le preferenze musicali comunicano messaggi coerenti ed accurati sulla personalità. Gli attributi specifici delle scelte musicali influenzano le impressioni in merito a tratti, valori ed emotività soggettiva (ad es. l'amante di hip-hop è ritenuto più estroverso ed entusiasta). - L'apprendimento musicale formale e quello informale fanno riferimento a due tipologie di pratica distinte ma interagenti.
Jaffurs (2006)	School of Music, Michigan State Univ. (USA)	n.s.	Rassegna critica Meta-analisi	Didattica musicale e Media literacy	Rassegna di studi sull'apprendimento musicale formale e informale.	- L'uso consistente di esercizi di ascolto cooperativo si è dimostrato più efficace nello sviluppo di capacità d'ascolto critico degli studenti, rispetto all'uso esclusivo di lezioni teoriche. - L'apprendimento cooperativo promuove un ragionamento di livello superiore, incrementando il trasferimento della conoscenza ad altri settori, oltre a migliorare l'apprezzamento musicale.
Smialek & Boburka (2006)	Dpt. of Psychology, Pennsylvania State University (USA)	214 studenti di scuola sup.	Quasi-sperimentale Studio longitudinale (4 anni) ANOVA a una via	Modello di pedagogia cooperativa 4 esercizi di ascolto musicale di 50 min. cad. (Barocca, Classica, Romantica, XX sec)	Valutazione efficacia esercizi di ascolto musicale centrati sull'apprendimento cooperativo, per lo sviluppo di abilità critiche in studenti non musicisti. Approccio: ascolto-analisi-discussione-consenso condiviso (= problem solving).	- Il programma doposcuola legato alla musica si è dimostrato molto benefico per i bambini a rischio ed ha fornito valide linee-guida per implementare programmi educativi sulla musica non tradizionale. - Punti di forza del programma: promozione di unità e diversità, scoperta del talento, comunicazione tra tutte le parti, contributo alla ricerca educativa e sostegno dipartimentale.
Madura Ward-Steinman (2006)	Dpt. of Music Education, Jacobs School of Music Indiana University (USA)	125 M = 9	Indagine qualitativa	CD con brevi estratti di musica Jazz, Classica, World, Gospel, Pop e Rap, strumentale e vocale (1 min. cad. circa) Questionario (background e preferenze di stile musicale)	Valutazione efficacia di un programma musicale doposcuola con bambini a rischio su: frequenza scolastica, voti, abilità sociali, adattamento emotivo, autostima ed aspirazioni future.	- Gli studenti percepivano gli stressors accademici come la loro principale fonte di stress. - La strategia di coping "evitamento-fuga" predice in maniera significativa la scelta di intrattenersi ascoltando musica o guardando la TV. - È prevedibile che un uso massiccio di musica nel tempo libero sia inizio di una condizione di stress fisico e/o mentale latente.
Hutchinson, Baldwin, & Oh (2006)	Dalhousie Univ., Halifax, Nova Scotia, CA Aurora Univ., IL (USA), The Pennsylvania State Univ., PA (USA)	152 studenti adolescenti M = 12,68	Quasi-sperimentale Correlazionale	3 Questionari self-report di 63 item: strategie coping/antisstress, attività di tempo libero e stress percepito (Dugan et al., 1989)	Esplorazione del rapporto tra strategie adolescenziali di coping (attiva, di accomodamento e di evitamento) e scelte di attività nel tempo libero nei momenti di stress.	-

Conclusioni

“L’ascolto è una performance; ossia, quello che l’ascoltatore sembra semplicemente trovare nella musica è nei fatti un processo di problem solving percettivo – un processo attivo di sense-making [...]” (Bamberger, 1991).

Se il cervello è l’organo della mente e la musica è nella mente, allora la musica è un’emanazione del funzionamento cerebrale.

Abbiamo visto come recenti indagini neuroscientifiche abbiano fornito numerosi dettagli sul modo in cui il cervello umano può essere modificato da un’esposizione a lungo termine alla musica.

Oggi è innegabile che l’esperienza musicale *scolpisce* il cervello e che qualsiasi cambiamento anatomico, in questa sede, sarà inevitabilmente accompagnato da modificazioni nella “prontezza cerebrale”.

A tal proposito, non dimentichiamo che percezione ed elaborazione musicale costituiscono un’integrazione atavica della nostra capacità cognitiva, forse una tra le espressioni più primitive del nostro sviluppo nervoso (Zatorre, 2007).

Nonostante l’enfasi posta sulla dimostrazione dei suoi effetti benefici, siano essi legati alla sfera emotiva, a quella cognitiva o più comunemente ad entrambe, la gerarchia sociale derivata dalle dinamiche amicali, neanche a farlo apposta, colloca tendenzialmente la musica classica – a cui l’effetto Mozart, nella sua versione “originale” fa riferimento – al livello più basso della gerarchia.

Al contempo, già da qualche anno si iniziano a paventare effetti devastanti, legati al consumo di generi musicali “di grido”, come l’heavy metal, il rap e la musica rave/techno/house (Took & Weiss, 1994).

A fronte di chi inneggia all’alto potenziale educativo-formativo della musica, anche di consumo (Agostini & Marconi, 2006; Clydesdale, 2006; Marconi, 2006; Rill, 2006; Tillekens, 2006; White & McCormack, 2006) troviamo alcuni autori (in verità piuttosto pochi) preoccupati per gli eventuali usi negativi ai quali è possibile piegare qualcosa di apparentemente tanto innocuo: si va dall’uso della musica come strumento di tortura ed arma acustica (Cusick, 2006), al rapporto di dipendenza tra tossicomane e musica, che rende necessario uno stabile “contenimento ritmico” (Horesh, 2006).

D’altronde, la perseveranza nell’ascolto musicale ha molto in comune con il fenomeno dell’automatismo cerebrale (Sacks, 2006), il che suggerisce l’esistenza di reti cerebrali, corticali e sottocorticali inserite in un circuito di reciproca eccitazione.

Dorfman (1983) definisce *educazione segreta* questo impatto inconscio dei mezzi d’intrattenimento sulle persone, in particolare sui soggetti più vulnerabili, come i giovani.

Dal momento che essere sensibili alla musica significa anche essere vulnerabili ad essa, non possiamo più negare che ascoltare musica possa dissolvere la soggettività, lasciando la persona in una condizione paradossale di profondo intrappolamento. Del resto, le origini stesse della musica vanno fatte risalire proprio all’intento di alterare lo stato mentale dell’ascoltatore, attraverso lo studio approfondito e premeditato dei rapporti tra i suoni.

Ma allora la musica è una droga? Esattamente.

Il nucleo accumbens – che risponde alla stimolazione da oppiacei e a quella sessuale – si attiva in risposta alla musica che ci piace: un vero e proprio centro cerebrale “sex, drug, & rock’n’roll” (Menon, & Levitin, 2005). E questo dovrebbe come minimo farci riflettere.

Il primo punto fermo che possiamo definire, a conclusione di questo contributo per la ricerca educativa sul rapporto tra musica “di consumo” e capacità logico-matematiche, è la fondamentale multidimensionalità della questione: molte vie neurali per l’elaborazione cognitiva, parzialmente sovrapposte per diversi ambiti, lo sono ad altissimi livelli per quello musicale e matematico, a loro volta legati a diversi aspetti dell’emozione. Questi ultimi, poi, sono mediati dall’amigdala, modulatrice dei sistemi neurali che regolano i comportamenti cognitivi e sociali in risposta agli indici emotivi, a riprova dell’impossibilità di distinguere tra emozione e cognizione (Whalen, 1998; Anderson & Phelps, 2000; Phelps, 2006).

Chiunque si occupi o intenda occuparsi, in futuro, di cognizione musicale, inquadrandola nel contesto educativo e formativo, dovrà anzitutto superare i dubbi legati al limite imposto agli studi sul funzionamento cerebrale, che sono di ordine prettamente correlazionale per loro stessa natura.

La difficoltà del percorso non deve scoraggiare educatori e ricercatori, categorie vittime di conoscenze scarse, che solo ora iniziano a ricevere supporto dai dati empirici.

Del resto, proseguire negli sforzi di ricerca dovrebbe essere, per tutti noi, una piacevole sfida prima ancora che un dovere istituzionale.

Se è vero che “*le neuroscienze da sole non possono fornirci la conoscenza specifica per disegnare ambienti d’apprendimento potenti*” (Stern, 2005) è tuttavia innegabile che i risultati offerti da queste ultime e dalla neuropsicologia sperimentale¹⁶ consentiranno di valutare strategie formative sempre più efficaci e strade fino ad oggi inesplorate, che tengano in debito conto possibilità e limiti dell’apprendimento umano in una prospettiva di tipo *lifespan*.

Bibliografia ragionata

Riferimenti generali:

- Agostini R., Marconi L. (2006). “Here, There and in Between”: parole e musica nel primo rock progressivo britannico”. *Atti del Convegno “Composizione e sperimentazione nel rock britannico: 1966-1976”*, Cremona, 20-22 ottobre 2005.
- Anderson A.K., Phelps E.A. (2000). Expression without recognition: contributions of the human amygdala to emotional communication. *Psychological Science*, 11(2), 106-111.
- Bamberger J. (1991). *The mind behind the musical ear: How children develop musical intelligence*. Cambridge (MA): Harvard University Press.
- Barone E., Olivieri D. (2007). Cognitive Styles, Theme songs, and TV Zapping in preadolescence: An explorative study. *Proceedings of the International Workshop on the Biology and Genetics of Music* (p. 26). Palazzo Re Enzo, Sala degli Atti, 20-22 Maggio, Bologna.
- Barone E., Olivieri D. (2006). Music education and critical thinking in early adoles-

16 La neuropsicologia sperimentale rappresenta la cultura scientifica delle neuroscienze funzionali, integrative e cognitive di laboratorio, il cui principale interesse ruota intorno a tre elementi: plasticità neuronale, apprendimento ed invecchiamento. In particolare, mira a comprendere i rapporti esistenti tra l’apprendimento mediato dalla percezione e la plasticità cerebrale.

- cence: A synectic literacy intervention. In M. Baroni, A.R. Adessi, R. Caterina, M. Costa (Eds). *Proceedings of the 9th International Conference on Music Perception and Cognition* (pp. 1786-1793). Alma Mater Studiorum University of Bologna, August 22-26. Bologna: Bononia University Press.
- Barone E., Olivieri D. (2005a). La Media literacy nella scuola. Parte ottava: Linguaggi televisivi ed Educazione Musicale (indagine pilota). *Psicologia e Scuola: Giornale italiano di psicologia dell'educazione e pedagogia sperimentale*, XXVI(128), 51-64.
- Barone E., Olivieri D. (2005b). La Media literacy nella scuola. Parte settima: Media Literacy ed Educazione Musicale. *Psicologia e Scuola: Giornale italiano di psicologia dell'educazione e pedagogia sperimentale*, XXVI(127), 57-64.
- Bartolomé L., Macedo D. (1997). Dancing with bigotry: The poisoning of racial and ethnic identities. *Harvard Educational Review*, 67(2), 222-245.
- Blair D.V. (2007). Musical Maps as Narrative Inquiry. *International Journal of Education & Arts*, 8(15), 1-19. Online: <<http://www.ijea.org/v8n15/>>
- Blöte A.W., Klein A.S., Beishuizen M. (2000). Mental computation and conceptual understanding. *Learning and Instruction*, 10(3), 221-247.
- Bowman W. (2004). "Pop" goes...? Taking popular music seriously. In C.X. Rodriguez (Ed.), *Bridging the gap* (pp. 29-49). Reston (VA): MENC.
- Brown J.D. (2006). Media Literacy Has Potential to Improve Adolescents' Health. *Journal of Adolescent Health*, 39(4), 459-460.
- Butterworth B. (2006). Mathematical Expertise. In K.A. Ericsson (Ed.), *The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance* (pp. 553-568). Cambridge: Cambridge University Press.
- Butterworth B. (1999). *The Mathematical Brain*. New York (NY): Macmillan.
- Chomsky N. (1997). *Media control: The spectacular achievements of propaganda*. New York (NY): Seven Stories Press.
- Clydesdale G. (2006). Creativity and Competition: The Beatles. *Creativity Research Journal*, 18(2), 129-139.
- Cusick S.G. (Dec, 2006). Music as torture/ Music as weapon. *Revista Transcultural de Música- Transcultural Music Review*, 10. Online: <<http://www.sibetrans.com/>>
- Dorfman A. (1983). *The empire's new clothes: What the Lone Ranger, Babar, and other innocent heroes do to our minds*. New York: Pantheon.
- Fornas J., Lindberg U., Sernhede O. (1995). *In garageland*. London (UK): Routledge.
- Geary D.C. (2006a). Development of mathematical understanding. In D. Kuhl, R.S. Siegler (Vol. Eds.), *Cognition, Perception, and language*, Vol. 2 (pp. 777-810). W. Damon (Gen. Ed.), *Handbook of child psychology (6th Ed)*. New York (NY): John Wiley & Sons.
- Geary D.C. (2006b). Dyscalculia at an early age: Characteristics and potential influence on socio-emotional development In R.E. Tremblay, R.G. Barr, RDeV. Peters (Eds.), *Encyclopedia on Early Childhood Development* (pp. 1-4). Montreal, Canada: Centre of Excellence for Early Childhood Development. Available at: <<http://www.excellence-earlychildhood.ca/documents/GearyANGxp.pdf>>
- Geary D.C., Bow-Thomas C.C., Liu F., Siegler R.S. (1996). Development of arithmetical competencies in Chinese and American children: Influence of age, language, and schooling. *Child Development*, 67(5), 2022-2044.
- Giedd J.N., Blumenthal J., Jeffries N.O., Castellanos F.X., Liu H., Zijdenbos A., Paus T., Evans A.C., Rapoport J.L. (1999). Brain development during childhood and adolescence: A longitudinal MRI study. *Nature Neuroscience*, 2(10), 861-863.
- Horesh T. (2006). Dangerous Music. Working with the Destructive and Healing Powers of Popular Music in the Treatment of Substance Abusers. In D. Aldridge, J.

- Fachner (Eds.), *Music and Altered States: Consciousness, Transcendence, Therapy and Addiction* (pp. 125-139). London (UK): Jessica Kingsley Pub.
- Husain G., Thompson W.F., Schellenberg E.G. (2002). Effects of musical tempo and mode on arousal, mood and spatial abilities. *Music Perception*, 20(2), 151-171.
- Klein J. S., Bisanz J. (2000). Preschoolers doing arithmetic: The concepts are willing but the working memory is weak. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 54(2), 105-115.
- Leng X., Shaw G.L., Wright E.L. (1990). Coding of musical structure and the trion model of cortex. *Music Perception*, 8(1), 49-62.
- Marconi L. (Dec, 2006). TRESPASSER or PasserBy? Per un'analisi semiotica del Progressive Rock. *Revista Transcultural de Música- Transcultural Music Review*, 10. ISSN:1697-0101. Online. <<http://www.sibetrans.com/>>
- Menon V., Levitin D.J. (2005). The rewards of music listening: Response and physiological connectivity of the mesolimbic system. *Neuroimage*, 28(1), 175-184.
- Monbiot G. (2005, January 18). A televisual fairyland: The US media is disciplined by corporate America into promoting the Republican cause. *Guardian*, UK. <<http://www.commondreams.org/views05/0118-24.htm>>
- Mountcastle V.B. (1978). An Organizing Principle for Cerebral Function: The Unit Model and the Distributed System. In G.M. Edelman, V.B. Mountcastle (Eds.), *The Mindful Brain* pp. 7-50). Cambridge (MA): MIT Press.
- OCSE (2006). *Valutazione delle competenze dei giovani di 15 anni – 2006: terza rilevazione PISA – Programme for International Student Assessment*. Neuchâtel (CH): UST, Ufficio federale di statistica. Direzione nazionale progetto PISA.
- Olivieri D., Barone E. (2007). The "Analytic Mind": Youth Involvement in Music Jingles and TV Choices. Proceedings of the *International Workshop on the Biology and Genetics of Music* (p. 37). Palazzo Re Enzo, Sala degli Atti, 20-22 Maggio, Bologna, Italy.
- Phelps E.A. (2006). Emotion and cognition: Insights from studies of the human amygdala. *Annual Review of Psychology*, 57(24), 27-53.
- Rauscher F.H. (2002). Mozart and the mind: Factual and fictional effects of musical enrichment. In J. Aronson (Ed.), *Improving academic achievement: Impact of psychological factors on education* (pp. 269-278). New York (NY): Academic.
- Rauscher F.H., Shaw G.L., Ky K.N. (1993). Music and spatial task performance. *Nature*, 365(6447), 611.
- Rill B. (2006). Rave, Communitas, and Embodied Idealism. *Music Therapy Today (Online)*, VII(3), 648-661. <<http://musictherapyworld.net>>
- Sacks O. (2006). The power of music. *Brain*, 129(10), 2528-2532.
- Shaw G.L., Silverman D.J., Pearson J.C. (1985). Model of cortical organization embodying a basis for a theory of information processing and memory recall. *PNAS- Proceedings of the National Academy of Sciences*, 82(8), 2364-2368.
- Siegler R.S. (1996). *Emerging minds: The process of change in children's thinking*. New York (NY): Oxford University Press.
- Siegler R.S., Stern E. (1998). Conscious and unconscious strategy discoveries: A micro-genetic analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 127(4), 377-397.
- Stern E. (2005). Pedagogy meets neuroscience. *Science*, 310(5749), 745.
- Strauss C. (1984). Beyond "formal" versus "informal" education: uses of psychological theory in anthropological research. *Ethos*, 12(3), 195-222.
- Thorndike R.L., Hagen E.P., Sattler J.M. (1986). *The Stanford-Binet Intelligence Scale (4th Ed.)*. Chicago, IL: Riverside.
- Tillekens G. (June, 2006). A flood of flat-sevenths. Or, what are all those flat-sevenths doing in the Beatles' *Revolver*? *Soundscape - Online Journal on Media Culture*, Vol. 9. Online. <<http://www.soundscape.info>>

- Tomatis A.A. (1991). *The Conscious Ear*. Paris: Station Hill.
- Took K.S., Weiss D.S. (1994). The relationship between heavy metal and rap music and adolescent turmoil: Real or artifact? *Adolescence*, 29(115), 613-621.
- Torres M., Mercado M. (2006). The Need for Critical Media Literacy in Reacher Education Core Curricula. *Educational Studies*, 39(3), 260-282.
- Tymoczko D. (2006). The geometry of musical chords. *Science*, 313(5783), 72-74.
- Welsh M.C., Pennington B.F. (1988). Assessing frontal lobe functioning in children: Views from developmental psychology. *Developmental Neuropsychology*, 4(3), 199-230.
- Whalen P.J. (1998). Fear, vigilance, and ambiguity: initial neuroimaging studies of the human amygdala. *Current Directions in Psychological Science*, 7(6), 177-188.
- White C., McCormack S. (2006). The Message in the Music: Popular Culture and Teaching in Social Studies. *The Social Studies*, 97(3), 122-127.
- Zatorre R.J. (2005). Music, the food of neuroscience? *Nature*, 434, 312-315, 2005 [Tr. it. di R. Arena, 2007, Musica, cibo per le neuroscienze? *Quaderni ACP- Associazione Culturale Pediatri*, 14(1), 22-25].
- Zorzi M., Priftis K., Umiltà C. (2002). Neglect disrupts the mental number line. *Nature*, 417(6885), 138-139.

Studi su Percezione e Cognizione musicale:

1. Angelucci F., Fiore M., Ricci E., Padua L., Sabino A., Tonali P.A. (2007). Investigating the neurobiology of music: brain-derived neurotrophic factor modulation in the hippocampus of young adult mice. *Behavioural Pharmacology*, 18(5-6), 491-496.
2. Bernardi L., Porta C., Sleight P. (2006). Cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory changes induced by different types of music in musicians and non-musicians: the importance of silence. *Heart*, 92(4), 445-452.
3. Bharucha J.J., Curtis M., Paroo K. (2006). Varieties of musical experience. *Cognition*, 100(1), 131-172.
4. Bigand E., Poulin-Charronnat B. (2006). Are we "experienced listeners"? A review of the musical capacities that do not depend on formal musical training. *Cognition*, 100(1), 100-130.
5. Brattico E., Tervaniemi M., Näätänen R., Peretz I. (2006). Musical scale properties are automatically processed in the human auditory cortex. *Brain Research*, 1117(1), 162-174.
6. Caclin A., Brattico E., Tervaniemi M., Näätänen R., Morlet D., Giard M.-H., McA-dams S. (2006). Separate Neural Processing of Timbre Dimensions in Auditory Sensory Memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(12), 1959-1972.
7. Chamorro-Premuzic T., Furnham A. (2007). Personality and music: Can traits explain how people use music in everyday life? *British Journal of Psychology*, 98(2), 175-185.
8. Cook N.D., Fujisawa T.X. (2006). The psychophysics of Harmony Perception: Harmony is a Three-Tone Phenomenon. *Empirical Musicology Review*, 1(2), 106-126.
9. Fujioka T., Ross B., Kakigi R., Pantev C., Trainor L.J. (2006). One year of musical training affects development of auditory cortical-evoked fields in young children. *Brain*, 129(10), 2593-2608.
10. Gavin H. (2006). Intrusive Music: The Perception of Everyday Music Explored by Diaries. *The Qualitative Report*, 11(3), 550-565.

11. Gomez P., Danuser B. (2007). Relationships between musical structure and psychophysiological measures of emotion. *Emotion*, 7(2), 377-387.
12. Gordon-Hickey S., Moore R.E. (2007). Influence of music and music preference on acceptable noise levels in listeners with normal hearing. *Journal of the American Academy of Audiology*, 18(5), 417-427.
13. Grahn J.A., Brett M. (2007). Rhythm and beat perception in motor areas of the brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(5), 893-906.
14. Headlam D., Brown M. (2007). Comment on "The Geometry of Musical Chords". *Science*, 315(5810), 330b.
15. Hunter P.G., Schellenberg E.G., Schimmack U. (2008). Mixed affective responses to music with conflicting cues. *Cognition & Emotion*, 22(2), 327-352.
16. Jackendoff R., Lerda F. (2006). The capacity for music: What is it, and what's special about it? *Cognition*, 100(1), 33-72.
17. Labbé E., Schmidt N., Babin J., Pharr M. (2007). Coping with Stress: The Effectiveness of Different Types of Music. *Applied Psychophysiology & Biofeedback*, 32(3/4), 163-168.
18. Langers D.R.M., Backes W.H., van Dijk P. (2007). Representation of lateralization and tonotopy in primary versus secondary human auditory cortex. *NeuroImage*, 34(1), 264-273.
19. Leino S., Brattico E., Tervaniemi M., Vuust P. (2007). Representation of harmony rules in the human brain: Further evidence from event-related potentials. *Brain Research*, 1142, 169-177.
20. Lidji P., Kolinsky R., Lochy A., Morais J. (2007). Spatial Associations for Musical Stimuli: A Piano in the Head? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 33(5), 1189-1207.
21. Limb C.J. (2006). Structural and Functional Neural Correlates of Music Perception. *The Anatomical Record*, 288A(4), 435-446.
22. Mashinter K. (2006). Calculating Sensory Dissonance: Some Discrepancies Arising from the Models of Kameoka & Kuriyagawa, and Hutchinson & Knopoff. *Empirical Musicology Review*, 1(2), 65-84.
23. Nagel F., Kopiez R., Grewe O., Altenmüller E. (2007). EMuJoy: Software for continuous measurement of perceived emotions in music. *Behavior Research Methods*, 39(2), 283-290.
24. Parncutt R. (2006). Commentary on Keith Mashinter's "Calculating Sensory Dissonance: Some Discrepancies Arising from the Models of Kameoka & Kuriyagawa, and Hutchinson & Knopoff". *Empirical Musicology Review*, 1(4), 201-203.
25. Sammler D., Grigutsch M., Fritz T., Koelsch S. (2007). Music and emotion: Electrophysiological correlates of the processing of pleasant and unpleasant music. *Psychophysiology*, 44(2), 293-304.
26. Satoh M., Takeda K., Nagata K., Shimosegawa E., Kuzuhara S. (2006). Positron-Emission Tomography of Brain Regions Activated by Recognition of Familiar Music. *American Journal of Neuroradiology*, 27(5), 1101-1106.
27. Schellenberg E.G., Peretz I., Vieillard S. (2008). Liking for happy-and sad-sounding music: Effects of exposure. *Cognition & Emotion*, 22(2), 218-237.
28. Sridharan D., Levitin D.J., Chafe C.H., Berger J., Menon V. (2007). Neural dynamics of event segmentation in music: Converging evidence for dissociable ventral and dorsal networks. *Neuron*, 55(3), 521-532.
29. Stewart L., von Kriegstein K., Warren J.D., Griffiths T.D. (2006). Music and the brain: Disorders of musical listening. *Brain*, 129(10), 2533-2553.
30. Tervaniemi M., Castaneda A., Knoll M., Uther M. (2006). Sound processing in am-

- ateur musicians and nonmusicians: event-related potential and behavioral indices. *Neuroreport*, 17(11), 1225-1228.
31. Tillmann B., Koelsch S., Escoffier N., Bigand E., Lalitte P., Friederici A.D., von Cramon D.Y. (2006). Cognitive priming in sung and instrumental music: Activation of inferior frontal cortex. *NeuroImage*, 31(4), 1771-1782.
 32. Tymoczko D. (2006). The geometry of musical chords. *Science*, 313(5783), 72-74.
 33. Tymoczko D. (2007). Response to Comment on "The Geometry of Musical Chords". *Science*, 315(5810), 330c.
 34. Videan E.N., Fritz J., Howell S., Murphy J. (2007). Effects of two types and two genre of music on social behaviour in captive chimpanzees (Pan troglodytes). *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, 46(1), 66-70.
 35. Werner P.D., Swope A.J., Heide F.J. (2006). The Music Experience Questionnaire: Development and Correlates. *The Journal of Psychology*, 140(4), 329-345.
 36. Xu F., Cai R., Xu J., Zhang J., Sun X. (2007). Early music exposure modifies GluR2 protein expression in rat auditory cortex and anterior cingulate cortex. *Neuroscience Letters*, 420(2), 179-183.
 37. Zatorre R.J., Chen J.L., Penhune V.B. (2007). When the brain plays music: Auditory-motor interactions in music perception and production. *Nature Reviews/Neuroscience*, 8(7), 547-558.

Studi sull'Effetto Mozart:

1. Cassity H.D., Henley T.B., Markley R.P. (2007). The Mozart Effect: Musical Phenomenon or Musical Preference? A More Ecologically Valid Reconsideration. *Journal of Instructional Psychology*, 34(1), 13-17.
2. Črnčec R., Wilson S.J., Prior, M. (2006). The Cognitive and Academic Benefits of Music to Children: Facts and fiction. *Educational Psychology*, 26(4), 579-594.
3. Greenop K., Kann L. (2007). Extra-task stimulation on mathematics performance in children with and without ADHD. *South African Journal of Psychology*, 37(2), 330-344.
4. Ho C., Mason O., Spence C. (2007). An investigation into the temporal dimension of the Mozart effect: evidence from the attentional blink task. *Acta Psychologica*, 125(1), 117-128.
5. Jaušovec N., Jaušovec K., Gerli I. (2006). The influence of Mozart's music on brain activity in the process of learning. *Clinical Neuropsychology*, 117(12), 2703-2714.
6. Jones M.H., West S.D., Estell D.B. (2006). The Mozart Effect: Arousal, Preference, and Spatial Performance. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 5(1), 26-32.
7. Latendresse C., Larivée S., Miranda D. (2006). La portée de l'effet Mozart". Succès souvenirs, fausses notes et reprises. *Canadian Psychology*, 47(2), 125-142.
8. Rauscher F.H. (2006). The Mozart effect in rats: Response to Steele. *Music Perception*, 23(5), 447-453.
9. Rauscher F.H., Hinton S.C. (2006). The Mozart Effect: Music Listening is Not Music Instruction. *Educational Psychologist*, 41(4), 233-238.
10. Schellenberg E.G. (2006). Long-term positive associations between music lessons and IQ. *Journal of Educational Psychology*, 98(2), 457-468.
11. Schellenberg E.G., Nakata T., Hunter P.G., Tamoto S. (2007). Exposure to music and cognitive performance: Tests of children and adults. *Psychology of Music*, 35(1), 5-19.
12. Waterhouse L. (2006a). Inadequate Evidence for Multiple Intelligences, Mozart

Effect, and Emotional Intelligence Theories. *Educational Psychologist*, 4(4), 247-255.

13. Waterhouse L. (2006b). Multiple Intelligences, the Mozart Effect, and Emotional Intelligence: A Critical Review. *Educational Psychologist*, 41(4), 207-225.

Studi su Attenzione, Matematica e Intelligenza:

1. Castelli F., Glaser D.E., Butterworth B. (2006). Discrete and analogue quantity processing in the parietal lobe: A functional MRI study. *PNAS- Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(12), 4693-4698.
2. Draganski B., Gaser C., Kempermann G., Kuhn H.G., Winkler J., Buchel C., May, A. (2006). Temporal and spatial dynamics of brain structure changes during extensive learning. *Journal of Neuroscience*, 26(23), 6314-6317.
3. Fuchs L.S., Fuchs D., Compton D.L., Powell S.R., Seethaler P.M., Capizzi A.M., Schatschneider C., Fletcher J.M. (2006). The Cognitive Correlates of Third-Grade Skill in Arithmetic, Algorithmic Computation, and Arithmetic Word Problems. *Journal of Educational Psychology*, 98(1), 29-43.
4. Gornick M., Addington A., Shaw P., Bobb A., Sharp W., Greenstein, D., Arepalli S., Castellanos F., Rapoport J. (2007). Association of the dopamine receptor D4 (DRD4) gene 7-repeat allele with children with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): An update. *American Journal of Medical Genetics, Part B: Neuropsychiatric Genetics*, 144(3), 379-382.
5. Grabner R.H., Neubauer A.C., Stern E. (2006). Superior performance and neural efficiency: The impact of intelligence and expertise. *Brain Research Bulletin*, 69(4), 422-439.
6. Jung R.E., Haier R.J. (2007). The parieto-frontal integration theory (P-FIT) of intelligence: Converging neuroimaging evidence. *Behavioral and Brain Sciences*, 30(2), 135-187.
7. Knauff M., Fangmeier T., Ruff C.C., Sloutsky V. (2006) fMRI evidence for a three-stage model of deductive reasoning. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(3), 320-334.
8. Lee M. (2007). Spark up the American Revolution with Math, Science, and More. An Example of an Integrative Curriculum Unit. *The Social Studies*, 98(4), 159-164.
9. Lenroot R.K., Giedd J.N. (2006). Brain development in children and adolescents: Insights from anatomical magnetic resonance imaging. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 30(6), 718-729.
10. Li D., Sham P.C., Owen M.J., He L. (2006). Meta-analysis shows significant association between dopamine system genes and attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Human Molecular Genetics*, 15(14), 2276-2284.
11. Lubinski D., Benbow C.P. (2006). Study of mathematically precocious youth (SMPY) after 35 years: Uncovering antecedents for the development of math-science expertise. *Perspectives on Psychological Science*, 1(4), 316-345.
12. Park G., Lubinski D., Benbow C.P. (2007). Contrasting intellectual patterns for creativity in the arts and sciences: Tracking intellectually precocious youth over 25 years. *Psychological Science*, 18(11), 948-952.
13. Rittle-Johnson B., Star J.R. (2007). Does comparing solution methods facilitate conceptual and procedural knowledge? An experimental study on learning to solve equations. *Journal of Educational Psychology*, 99(3), 561-574.
14. Shaw P., Greenstein D., Lerch J., Clasen L., Lenroot R., Gogtay N., Evans A., Rapoport J., Giedd J. (2006). Intellectual ability and cortical development in children and adolescents. *Nature*, 440(7084), 676-679.

15. Shaw P., Lerch J., Greenstein D., Sharp W., Clasen L., Evans A., Giedd J., Castellanos F.X., Rapoport J. (2006). Longitudinal mapping of cortical thickness and clinical outcome in children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Archives of General Psychiatry*, 63(5), 540-549.
16. Webb R.M., Lubinski D., Benbow C.P. (2007). Spatial ability: A neglected dimension in talent searches for intellectually precocious youth. *Journal of Educational Psychology*, 99(2), 397-420.

Studi su Scelte musicali in adolescenza ed Educazione:

1. Bakagiannis S., Tarrant M. (2006). Can music bring people together? Effects of shared musical preference on intergroup bias in adolescence. *Scandinavian Journal of Psychology*, 47(2), 129-136.
2. Hilmert C.J., Kulik J.A., Christenfeld J.S. (2006). Positive and Negative Opinion Modeling: The Influence of Another's Similarity and Dissimilarity. *Journal of Personality and Social Psychology*, 90(3), 440-452.
3. Hutchinson S.L., Baldwin C.K., Oh S.-S. (2006). Adolescent coping: Exploring adolescents' leisure-based responses to stress. *Leisure Sciences*, 28(2), 115-131.
4. Jaffurs S.E. (2006). The Intersection of Informal and Formal Music Learning Practices. *International Journal of Community Music*, 4. ISSN: 1550-7327. Online <<http://www.intljcm.com>>
5. Larson R.W., Hansen D.M., Moneta G. (2006). Differing Profiles of Developmental Experiences Across Types of Organized Youth Activities. *Developmental Psychology*, 42(5), 849-863.
6. Madura Ward-Steinman P. (2006). The development of an after-school music program for at-risk children: student musical preferences and pre-service teacher reflections. *International Journal of Music Education*, 24(1), 85-96.
7. Rentfrow P.J., Gosling S.D. (2006). Message in a Ballad. The Role of Music Preferences in Interpersonal Perception. *Psychological Science*, 17(3), 236-242.
8. Roulston K. (2006). Qualitative Investigation of Young Children's Music Preferences. *International Journal of Education & the Arts*, 7(9), 1-23.
9. Saarikallio S., Erkkilä J. (2007). The role of music in adolescents' mood regulation. *Psychology of Music*, 35(1), 88-109.
10. Smialek T., Boburka R.R. (2006). The Effect of Cooperative Listening Exercises on the Critical Listening Skills of College Music Appreciation Students. *Journal of Research in Music Education*, 54(1), 57-72.
11. Steglich C., Snijders T.A.B., West, P. (2006). Applying SIENA. An Illustrative Analysis of the Coevolution of Adolescents' Friendship Networks, Taste in Music, and Alcohol Consumption. *Methodology*, 2(1), 48-56.
12. White C., McCormack S. (2006). The Message in the Music: Popular Culture and Teaching in Social Studies. *The Social Studies*, 97(3), 122-127.

Riferimenti bibliografici Tabella 1. Percezione e cognizione musicale

- Costa P.T., Jr., McCrae R.R. (1992). *Revised NEO Personality Inventory (NEO-PI-R) and NEO Five-Factor Inventory (NEO-FFI): Professional manual*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.
- Henson R.N., Price C.J., Rugg M.D., Turner R., Friston K.J. (2002). Detecting latency differences in event-related BOLD responses: Application to words versus nonwords and initial versus repeated face presentations. *Neuroimage*, 15(1), 83-97.

- Hutchinson W., Knopoff L. (1978). The Acoustic component of western consonance. *Interface*, 7(1), 1-29.
- Hutchinson W., Knopoff L. (1979). The significance of the acoustic component of consonance in Western triads. *Journal of Musicological Research*, 3(1/2), 5-22.
- Kameoka A., Kuriyagawa M. (1969a). Consonance theory, part I: Consonance of dyads. *Journal of the Acoustical Society of America*, 45(6), 1451-1459.
- Kameoka A., Kuriyagawa M. (1969b). Consonance theory, part II: Consonance of complex tones and its computation method. *Journal of the Acoustical Society of America*, 45(6), 1460-1469.
- Kaplan K.J. (1972). On the ambivalence-indifference problem in attitude theory and measurement. *Psychological Bulletin*, 77(5), 361-372.
- King S. (1996). *The green mile: Night journey*. New York, NY: Penguin Audiobooks.
- Meyer L.B. (1956). *Emotion and Meaning in Music*. Chicago (IL): Chicago University Press.
- Peretz I., Blood A.J., Penhune V., Zatorre R. (2001). Cortical deafness to dissonance. *Brain*, 124(5), 928-940.
- Peretz I., Gagnon L., Bouchard B. (1998). Music and emotion: Perceptual determinants, immediacy, and isolation after brain damage. *Cognition*, 68(2), 111-141.
- Schimmack U. (2001). Pleasure, displeasure, and mixed feelings: Are semantic opposites mutually exclusive? *Cognition and Emotion*, 15(1), 81-97.
- Seth A.K. (2005). Causal connectivity of evolved neural networks during behavior. *Network*, 16(1), 35-54.
- Seashore C.E., Lewis D., Saetveit J.G. (1960). *Manual of instructions and interpretations for the Seashore measures of musical talents*. New York (NY): The Psychological Corporation.

Riferimenti bibliografici Tabella 2. Effetto Mozart

- Gardner H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York (NY): Basic Books.
- Kaufman A.S., Kaufman N.L. (1985). *Kaufman Test of Educational Achievement*. Circle Pines (MN): American Guidance Service.
- Rauscher F.H., Shaw G.L., Ky K.N. (1993). Music and spatial task performance. *Nature*, 365, 611.
- Rauscher F.H., Robinson K.D., Jens J. (1998). Improved maze learning through early music exposure in rats. *Neurological Research*, 20, 427-432.
- Reynolds C.R., Kamphaus R.W. (1992). *Behavior Assessment System for Children*. Circle Pines (MN): American Guidance Service.
- Salovey P., Mayer J.D. (1990). Emotional intelligence. *Imagination, Cognition, and Personality*, 9, 185-211.
- Steele K. M. (2003). Do rats show a Mozart effect? *Music Perception*, 21, 251-265.
- Terman L.M., Merrill, M.A. (1960). *Stanford-Binet Intelligence Scale, Form LM*. Boston (MA): Houghton Mifflin.
- Wechsler D. (1991). *Wechsler Intelligence Scale for Children, Third Edition*. San Antonio (TX): Psychological Corporation.
- Wechsler D. (1997). *Wechsler Adult Intelligence Scale, Third Edition*. San Antonio (TX): Psychological Corporation.
- Zentall S. (1975). Optimal stimulation as a theoretical basis of hyperactivity. *American Journal of Orthopsychiatry*, 45, 549-563.

Riferimenti bibliografici Tabella 3. Attenzione, matematica ed intelligenza

- American Psychiatric Association (2000). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, IV Edition, Text Revision*. Washington (DC): American Psychiatric Association.
- Bennett G.K. (1969). *Bennett Mechanical Comprehension Test: Forms S and T (test manual)*. New York (NY): Psychological Corporation.
- Fuchs L. S., Hamlett C. L., Powell S. R. (2003). *Grade 3 math battery*. [Unpublished paper.] (Available from L.S. Fuchs, Department of Special Education, 328 Peabody, Vanderbilt University, Nashville, TN 37203).
- Hansen J.C., Campbell D.P. (1985). *Manual for the SVIB-SCII*. Palo Alto (CA): Consulting Psychologists Press.
- Jordan N. C., Hanich, L. (2000). Mathematical thinking in second-grade children with different forms of LD. *Journal of Learning Disabilities*, 33(6), 567–578.
- Keating D.P., Stanley I.C. (1972). Extreme measures for the exceptionally gifted in mathematics and science. *Educational Researcher*, 1(9), 3-7.
- Stanley J.C. (1996). SMPY in the beginning. In C.P. Benbow & D. Lubinski (Eds.), *Intellectual talent: Psychometric and social issues* (pp. 225–235). Baltimore (MD): Johns Hopkins University Press.
- Swanson J., Schuck S., Mann M., Carlson C., Hartman K., Sergeant J., Clevenger W., Wasdell M., McCleary R. (Unpublished manuscript). *Categorical and dimensional definitions and evaluations of symptoms of ADHD: The SNAP and the SWAN rating scales*. Irvine (CA). Online: ><http://www.adhd.net>>
- Torgesen J.K., Wagner R.K., Rashotte C.A. (1999). *Comprehensive Test of Phonological Processing*. Austin (TX): Pro-Ed.
- Vandenberg S.G., Kuse A.R. (1978). Mental rotation: A group test of three-dimensional spatial visualization. *Perceptual and Motor Skills*, 47(2), 599-604.
- Wechsler D. (1991). *Wechsler Intelligence Scale for Children, Third Edition*. San Antonio (TX): Psychological Corporation.
- Wechsler D. (1999). *Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence*. San Antonio (TX): Psychological Corporation.
- Woodcock R.W., Johnson M.B. (1989). *Woodcock-Johnson Psycho-Educational Battery – Revised*. Allen (TX): DLM Teaching Resources.
- Woodcock R.W., McGrew, K.S., Mather N. (2001). *Woodcock-Johnson III Tests of Achievement*. Itasca (IL): Riverside Publishing

Riferimenti Tabella 4. Educazione e scelte musicali in adolescenza

- Pennebaker J.W., Francio M.E., Booth R.J. (2001). *Linguistic Inquiry and Word Count: LIWC2001*. Mahwah (NJ), Erlbaum.
- Snijders T.A.B., Steglich C., Schweinberger M., Huisman M. (2005). *SIENA version 2.1* [Computer software and manual]. Groningen, the Netherlands: ICS / Department of Sociology, University of Groningen. Online: <<http://stat.gamma.rug.nl/stocnet>>

