

Camilla Beatrici

Musica e neuroscienze

Introduzione

Le neuroscienze consistono in una disciplina che tramite metodo scientifico studia il sistema nervoso, in particolare la sua maturazione, il suo funzionamento e le connessioni presenti tra le diverse aree cerebrali e il comportamento. Si tratta di un ambito molto fluido al quale afferiscono diverse discipline, quali ad esempio l'anatomia, la biologia, la farmacologia, la fisiologia, la fisica e la psicologia. Il termine "neuroscienze" deriva dall'inglese *neurosciences*, neologismo coniato dal neurofisiologo americano Francis O. Schmitt – fondatore, assieme ad altri, dell'organizzazione internazionale *Neuroscience Research Program* (NRP) –, il quale riteneva che, allo scopo di superare i limiti nella comprensione del funzionamento cerebrale, dovuti alla sua della complessità, sarebbe stato necessario considerare le discipline scientifiche non come distinte, ma in relazione l'una con l'altra, amplificando così il loro potenziale. L'obiettivo primario delle neuroscienze è di comprendere come funziona il sistema nervoso in condizioni di sanità, ma ciò spesso può essere più facilmente studiato tramite l'osservazione dei casi in cui non funziona adeguatamente. Il funzionamento cerebrale deficitario si mostra attraverso la presenza di disturbi dello sviluppo, psichiatrici e neurologici, i quali in gran parte dei casi prevedono delle modifiche strutturali cerebrali rispetto al cervello privo di deficit.

La disciplina scientifica delle neuroscienze rappresenta un ambito variegato e multidisciplinare, al cui interno è possibile identificare alcune branche principali. Le più rilevanti sono le seguenti:

- *Psicobiologia*: studio e applicazione dei principi della biologia all'analisi dei processi psicologici e comportamentali, sia nell'uomo che negli animali.
- *Neuroscienze cognitive*: si occupano dei substrati biologici, neurologici e cerebrali implicati nelle diverse funzioni e processi mentali cognitivi,

come ad esempio la memoria, l'attenzione, la categorizzazione, le funzioni esecutive.

- *Neuroscienze affettive*: approfondisce la ricerca nell'ambito dei meccanismi neurali e cerebrali che si attivano in relazione all'insorgenza di processi emotivo-affettivi e motivazionali, con particolare riguardo alla loro regolazione emotiva.
- *Neuropsicologia*: deriva dalla psicologia e dalle neuroscienze, e nasce nel XIX secolo in seguito agli studi su animali e umani aventi lesioni a carico del sistema nervoso. La neuropsicologia studia l'espressione comportamentale di una serie di deficit cerebrali: si occupa, specificamente, di come il cervello possa influenzare cognizioni e comportamenti in persone che mostrano lesioni o malattie cerebrali.
- *Neuroscienze computazionali*: consistono nell'applicazione di modelli matematici per comprendere al meglio i meccanismi che sottendono il funzionamento del cervello e del sistema nervoso, anche in relazione a diverse funzioni cognitive.
- *Neurolinguistica*: in quest'ambito delle neuroscienze i "correlati" di natura anatomo-fisiologica cerebrale legati al linguaggio (cioè le aree cerebrali e i processi chimici sottostanti all'attivazione di quell'area del cervello), rilevabili soprattutto in presenza di deficit (causati da lesioni cerebrali, ad esempio), sono affiancati da quelle proprie della linguistica, nonché delle neuroscienze cognitive e della psicologia dello sviluppo.

Basi neurali della produzione musicale

In generale l'attività musicale promuove la neuroplasticità del cervello – cioè quella sua positiva capacità di modificarsi di fronte alle diverse esperienze – e aumenta la quantità delle fibre bianche presenti nella muscolatura, aumentando la velocità, quindi la connettività tra le diverse aree, anche quelle cerebrali: tutto ciò facilita la comunicazione e l'espressione delle emozioni, inducendo al movimento grazie alla stimolazione della corteccia motoria e dei gangli della base; inoltre migliora l'acquisizione del linguaggio anche in soggetti con sordità congenita e/o dislessia, e fornisce una forma di stimolazione sensoriale in soggetti autistici oppure ipovedenti. A livello sociale questo ha numerosi effetti, creando un senso di appartenenza e promuovendo comportamenti di tipo prosociale. Di particolare interesse sono stati gli studi riguardanti la plasticità neurale che l'esercizio della musica comporta, riportati dagli studi di Alvaro Pascual-Leone e colleghi (Pascual-Leone *et al.* 1995), che hanno svolto un esperimento nel quale veniva chiesto di eseguire una sequenza di movimenti con le dita sui tasti del pianoforte (due ore al giorno per cinque giorni a settimana, per la durata totale di cinque settimane). Ogni giorno, prima e dopo la sessione, venivano mappate le aree cerebrali motorie coinvolte tramite TMS, una tecnica di stimolazione cerebrale magnetica non invasiva. È stato dimostrato come dopo ogni sessione l'accuratezza del movimento era migliore sia in termini di tempo

che di errori. In generale hanno individuato due tipi di cambiamenti strutturali cerebrali: uno a breve termine, con una rapida espansione corticale nel controllo del movimento a seguito dell'allenamento settimanale, che però veniva in gran parte perso durante il riposo; e un cambiamento a lungo termine, molto più lento, osservabile dall'aumento dell'area coinvolta nell'apprendimento che si espande di settimana in settimana.

Se i momenti di apprendimento avvengono per periodi molto prolungati, le modifiche strutturali non si verificano solo a livello microbiologico ma anche a livello macro, quindi è possibile aumentare la superficie e la massa dell'area coinvolta. Gottfried Schlaug (2001), utilizzando tecniche di risonanza magnetica MRI (*Magnetic Resonance Imaging*), ha dimostrato che lo studio precoce e persistente di uno strumento musicale può portare a cambiamenti macro-strutturali nel volume di alcune aree del cervello, come ad esempio il corpo calloso, la corteccia motoria e uditiva e il cervelletto.

Il corpo calloso svolge un ruolo fondamentale nella connessione tra emisfero destro e sinistro, e dunque nell'integrazione interemisferica. Schlaug dimostra che la formazione musicale prima dei sette anni comporta dei cambiamenti nella composizione e nella dimensione delle fibre del corpo calloso, a causa della maggiore esigenza di scambi interemisferici molto più rapidi, dovute alla necessità del musicista di eseguire correttamente complesse sequenze motorie bimanuali spesso non sincronizzate.

Per quanto riguarda il cervelletto, invece, è stato verificato (Schlaug, 2001) come i musicisti di sesso maschile possedano un volume del cervelletto medio maggiore del 5% circa rispetto ai non musicisti dello stesso sesso, mentre non sono state individuate differenze per quanto riguarda il sesso femminile, dato dalla migliore coordinazione motoria di base dello stesso. Dunque questi studi dimostrano come ci sia una correlazione positiva tra la pratica musicale e il relativo esercizio necessari per lo studio dello strumento.

Molti esperti hanno illustrato le connessioni tra musica e cervello, con il supporto di risultati ottenuti nel campo della ricerca neuroestetica, una sottodisciplina delle neuroscienze che le collega all'estetica empirica. Essa integra lo studio delle percezioni estetiche e in generale qualsiasi produzione artistica con lo studio delle strutture del cervello coinvolte in tali produzioni, anche in soggetti con deficit cerebrali.

Per quanto riguarda l'analisi della percezione del suono da parte del cervello, come tutti gli stimoli percettivi viene analizzata gerarchicamente; in questo caso lo stimolo uditivo viene in primo luogo incanalato dall'orecchio esterno verso quello interno, e convertito in segnale elettro-chimico che raggiunge le aree cerebrali localizzate generalmente nel lobo temporale. Qui avviene successivamente un'analisi più complessa, che può coinvolgere anche ulteriori aree cerebrali. I primi studi riguardanti la comprensione di come avvenisse l'elaborazione dei suoni, ponevano come obiettivo la ricerca di un centro cerebrale specifico per la musica tramite l'osservazione di pazienti cerebrolesi, sulla base dei risultati delle ricerche di Paul Broca e Carl Wernike (Adornetti 2019), i quali avevano individuato delle aree specifiche, rispettivamente per la produzione del

linguaggio e per la comprensione dello stesso, in pazienti affetti da afasia e disturbi del linguaggio. Tuttavia, è stato dimostrato come, per gli stimoli acustici, questo processo sia in realtà molto più complesso del previsto: infatti è stata “falsificata” – ovvero confutata, secondo le modalità del procedimento scientifico che si basa sul “principio di falsificazione”, elaborato da Karl R. Popper (1934; tr. it. 1970) – l’ipotesi iniziale a favore invece di una concezione più olistica del cervello, dove l’elaborazione dello stimolo uditivo prevede l’interazione di diverse aree cerebrali.

Vi sono molte evidenze del fatto che i musicisti elaborino le informazioni musicali utilizzando diversamente i due emisferi cerebrali rispetto ai non musicisti. Generalmente lo stimolo acustico di una melodia viene più facilmente codificato dall’emisfero destro, anche se in musicisti più esperti viene coinvolto anche il sinistro, e in generale il lobo prefrontale: ciò dimostra l’acquisizione di una capacità di analisi più approfondita a livello razionale. Takashi Ohnishi e altri (2001) hanno utilizzato la risonanza magnetica funzionale (fMRI, *Functional Magnetic Resonance Imaging*) per individuare ed esaminare l’attività cerebrale durante un compito di ascolto di musica classica (*Aria variata alla maniera italiana*, BWV 989, di J.S. Bach), mai stata ascoltata prima dai partecipanti. I segnali mostravano un’attivazione bilaterale del giro temporale superiore e mediale, sia in musicisti che in non musicisti. Tuttavia, il gruppo di controllo (i non musicisti) mostrava un’attivazione temporale prevalentemente destra, mentre i musicisti evidenziavano una forte asimmetria emisferica sinistra, oltre ad un’attivazione cerebrale più estesa posteriormente e una maggiore attivazione della corteccia prefrontale dorsolaterale, che riflette un maggiore coinvolgimento attentivo.

Il ritmo agisce su cuore e cervello apportando modifiche al sistema neurovegetativo che regola pressione, ritmo cardiaco, respirazione, sudorazione, mentre la pulsazione ritmica contenuta in alcuni tipi di musica, come ballabili e marce, attivano la corteccia motoria del cervello, stimolando nell’ascoltatore il desiderio di muoversi a tempo. Importante è anche il contributo dei nuclei centrali, i quali forniscono una reazione emotiva a tale stimolo uditivo. Le emozioni indotte dalla musica mettono in azione i circuiti di compenso e di gratificazione motivazionali, e in particolare il sistema limbico e l’amigdala, una doppia ghiandola a forma di mandorla che attribuisce il significato emozionale agli stimoli.

Per quanto riguarda invece la codifica dell’aspetto armonico, il neurofisiologo della musica Stefan Koelsch, con Björn-Helmer Schmidt e Julia Kansok (2002), ha dedicato un importante studio sull’analisi dei potenziali cerebrali correlati a eventi (ERPs, *Eventual-Related Potentials*) in risposta all’ascolto di accordi congruenti o incongruenti dal punto di vista armonico: infrequentemente il terzo o il quinto accordo di una serie era un accordo napoletano, costituendo una cadenza d’inganno invece che autentica. In concomitanza a tale percezione è stata registrata una “risposta negativa” (cioè una diminuzione del campo elettrico di una determinata area cerebrale) alla “violazione” armonica (percezione di un “errore” armonico), quantificabile tra i 150 e i 200 millisecondi (ms): questa risposta era lateralizzata a destra sia in musicisti che in partecipanti naïf, ma era

molto maggiore nei primi. La codifica armonica sarebbe tuttavia generalmente lateralizzata a sinistra per accordi dissonanti e troppo vicini in frequenza, richiedenti un'analisi fine di frequenze inferiori al semitono (Proverbio, La Mastra, Zani 2016; Proverbio 2019); i processi di raggruppamento e analisi temporale (i processi ritmici) tenderebbero ad attivare maggiormente l'emisfero sinistro. La dominanza ritmica dell'emisfero sinistro è chiaramente confermata osservando come sia più semplice eseguire un ritmo sincopato con la mano destra (controllata appunto dall'emisfero sinistro) piuttosto che con la sinistra.

Correlazione tra geni e attitudine musicale

La predisposizione genetica in realtà possiede un ruolo secondario rispetto a dei fattori ambientali come l'esposizione precoce da bambini con relativo incoraggiamento a suonare, la possibilità di studiare in un ambiente adeguato e di vivere in un ambiente in cui si vive la musica. Alcuni neuroscienziati, però, hanno identificato dei geni responsabili dell'attitudine musicale, tra cui dei geni alla base della capacità di discriminare toni e altezze, durate e configurazioni sonore, quindi in generale legate alla percezione musicale (Oikkonen et al., 2015). La capacità di fare musica però si basa anche sulle capacità di apprendimento e memoria.

Musica d'insieme e neuroni specchio

Nella musica d'insieme è necessario che ci sia un equilibrio che gli individui sono in grado di raggiungere, tra precisione temporale e flessibilità nella coordinazione interpersonale. La coordinazione si basa sulla capacità di prevedere le azioni degli altri e di comprenderne gli stati d'animo e intenzioni, ma soprattutto sulla capacità di prestar loro attenzione implicitamente (verso la periferia del campo visivo): in generale, tutte funzioni che sono legate alla teoria della mente (ToM, *Theory of Mind*). La teoria della mente prevede una serie di abilità cognitive che localizzano principalmente nella corteccia prefrontale mediale (Gallagher e Frith, 2003), che supporta processi di autoconsapevolezza di sé e degli altri. Per fare ciò è necessario non solo un livello di accuratezza empatica sufficiente, ovvero una capacità di dedurre i pensieri e i sentimenti di un'altra persona, ma anche uno spostamento di attenzione e di conseguenza dell'innesco di movimenti oculari che portano spostano il punto di fissazione. Satoshi Kawase (2014), osservando sistematicamente l'esecuzione di duetti al pianoforte, ha intuito che lo sguardo reciproco facilita la sincronizzazione motoria: non il guardarsi negli occhi, ma l'atto stesso del guardarsi. Solamente l'osservazione reciproca, poco prima dell'attacco, riduceva il ritardo temporale nella coordinazione del gesto, che risultava quindi sincrono. Al contrario, né l'osservazione solitaria né l'assenza di sguardo reciproco rendevano possibile la sincronizzazione tra gli artisti. Questo dato suggerisce l'estrema importanza dei sistemi di rispecchiamento visuo-motorio nella coordinazione sociale dell'azione.

Un ulteriore importante studio è quello svolto da Müller e altri (2018), i quali hanno registrato l'attività elettroencefalografia (EEG) di quattro chitarristi, impegnati nell'esecuzione di un quartetto, per indagare l'esistenza di fenomeni di sincronizzazione interpersonale dell'attività corticale. Le analisi dei dati raccolti hanno dimostrato importanti fenomeni di sincronizzazione tra i quattro cervelli a frequenze EEG elevate (20-60 Hz), al punto che gli autori definiscono questo segnale come frutto di un ipercervello (*hyperbrain*) derivante dalle attività sincronizzate dei quattro cervelli. La sincronizzazione interpersonale cambiava struttura nel corso del tempo, in funzione del contesto musicale.

L'utilizzo della musica in ambiente terapeutico

In ambito terapeutico la musica è utilizzata in un'ampia varietà di disordini, quali le sindromi d'ansia e di depressione d'umore, ma anche in disordini cognitivi e neurologici (tra cui autismo, epilessia, demenza, stati di coma o stati vegetativi), nonché disordini del linguaggio e del movimento (morbo di Parkinson, atassie, spasticità). La musica introduce il soggetto in un'atmosfera psicologica dove si fanno più deboli le relazioni con gli aspetti consci della personalità, e più favorevoli le condizioni per vivere i propri contenuti emozionali più profondi e non consapevoli. Produce effetti secondari come la riduzione della tensione psichica, l'abbassamento o l'innalzamento delle formazioni difensive, l'instaurazione di riflessi condizionati e altre manifestazioni che possono essere utilizzate a fini terapeutici.

Molti sono i casi significativi in cui si può ipotizzare come la musica possa diventare uno strumento terapeutico non indifferente, quando, ad esempio, si è portati ad arrendersi rispetto all'immodificabilità dell'esito lesionale: si possono citare i casi di afasia espressiva immodificabili dopo anni di terapia logopedica, che poi, attraverso la musicoterapia, a volte ritrovano almeno il piacere di riuscire a comunicare attraverso l'uso della parola cantata, che non potrà essere considerata una comunicazione proposizionale, ma sicuramente sarà in grado di esprimere una comunicazione esistenziale, emozionale e significativa ai fini di permettere a questi malati di sentirsi vivi. Un altro esempio è quello di pazienti parkinsoniani che, attraverso l'ascolto di determinate melodie, spesso vivono l'emozione di superare gli episodi di "blocco improvviso" (o *freezing*), attraverso il ballo (Hackney et al. 2007). Curiosa è anche la storia di un pianista viennese che aveva perso il braccio destro nella prima guerra mondiale e a distanza di anni, ogni volta che doveva mettere a punto la diteggiatura di una nuova composizione, il suo moncherino si agitava come se tutto il braccio, dita comprese, prendesse parte attivamente a tale procedimento. Questa vicenda apre tutto lo sterminato campo dell'arto fantasma: il caso del pianista ha avuto uno sviluppo positivo, ma purtroppo molto spesso gli arti fantasma possono essere molto fastidiosi o addirittura dolorosi, e quindi è evidente come questa condizione diventi subito di grande interesse riabilitativo (Hamzei et al. 2001).

Le tecniche musicoterapeutiche possono essere inserite nell'ambito delle terapie espressive, vale a dire rappresentano quell'insieme di interventi, essenzial-

mente non verbali, che utilizzano mediatori “artistici” allo scopo di favorire e ampliare le modalità comunicative ed espressive dei pazienti. Si tratta di interventi che non hanno solo il fine di facilitare una libera espressione, ma cercano soprattutto di sviluppare le potenzialità comunicative e le possibilità relazionali del paziente. Quando si usa il termine “musica” in un contesto di musicoterapia, esso è utilizzato come sinonimo di “sonoro-musicale”, con cui genericamente si intende qualsiasi evento acustico, percepibile e non dall’apparato uditivo, e di cui si riconosce da tempo il potere di innescare un processo di miglioramento delle condizioni psicofisiche. In musicoterapia esistono metodi di intervento che si basano o prevalentemente sull’ascolto di brani musicali, e sulla conseguente rielaborazione (*musicoterapia recettiva*: Manarolo 2006), oppure sull’attivazione e sull’improvvisazione del paziente nonché sull’osservazione delle sue produzioni corporeo-sonoro-musicali (*musicoterapia attiva*: Raglio 2015). In particolare, con *musicoterapia attiva* si intende la diretta manipolazione di uno strumento musicale, o anche di comuni oggetti di uso quotidiano, utilizzati con modalità sonoro-musicali. La musicoterapia è una metodologia che si affianca ad altre di tipo medico, psicologico e riabilitativo. Essa può essere delineata come un intervento di tipo supportativo, non potendo porsi degli obiettivi di guarigione. L’intervento di tipo riabilitativo-terapeutico si prefigge, invece, di riattivare e potenziare settori deficitari, funzioni non evolute o regredite. L’obiettivo della riabilitazione è quello di togliere il paziente dallo stato di emarginazione in cui si trova, allo scopo di inserirlo in una condizione sociale il più funzionale possibile. Nella letteratura scientifica si osserva come la musicoterapia sia sempre più utilizzata sia nell’ottica del rilassamento e riduzione del dolore in pre-post-anestesia, sia come tecnica di riduzione dello stress legato a procedure mediche, anche nei bambini.

Sviluppo cognitivo e musica

È noto che le abilità musicali si sviluppano sin dalla primissima infanzia. Sin dai primi studi di Lecanhuët e colleghi (Lecanhuët et al. 1986; Lecanhuët, Granier-Defferre, Busnel 1988) si è anche tentato di attribuire alla vita in utero del bambino alcuni effetti dell’insegnamento musicale: un gruppo di ricercatori finlandesi (Huotilainen et al. 2005) ha recentemente dimostrato tali effetti in bambini esposti ad alcune melodie durante la vita uterina; una volta nati, ai bambini venivano fatti ascoltare dei brani musicali, fra cui le melodie già “udite” nell’utero materno, e in questi brani venivano inseriti dei piccoli errori. Le risposte elettrofisiologiche dei bambini dimostravano la capacità di discriminare gli errori nelle melodie familiari. Questi studi possono farci intuire come l’apprendimento e lo sviluppo cognitivo inizino già nella vita uterina, e come la musica, fra i tanti stimoli a cui il bambino è esposto, possa favorire questi apprendimenti. Inoltre in altri studi di *neuroimaging*, si è osservato che già il cervello di un bambino appena nato sia specializzato per la codifica di suoni musicali consonanti. Uno dei grandi vantaggi della musica è proprio la sua multimodalità. Ascoltando mu-

sica attiviamo infatti le nostre aree uditive – il suono giunge all’orecchio e viene trasmesso alla corteccia uditiva primaria, quindi elaborato nelle aree associative; le aree visive – il musicista suona e si muove in modo da fornire utili segnali per l’interpretazione del brano che si ascolta, inoltre i musicisti spesso riferiscono di “vedere” lo spartito anche mentre ascoltano, oltre che durante la lettura di uno spartito; e durante l’ascolto della musica sembra diminuire nel sangue circolante e nella saliva la concentrazione di cortisolo, ormone legato allo stress.

In generale quindi si può dire che l’intero cervello è nato per la musica, e talvolta può facilitare l’apprendimento nel bambino. Laurel Trainor (Fujioka, Trainor et al. 2006), ricercatrice canadese da anni interessata allo sviluppo delle abilità musicali, ha dimostrato che bambini di quattro e sei anni, dopo un anno di training musicale, migliorano l’accuratezza nelle risposte a toni di violino, e che queste categorizzazioni possono essere precoci.

Casi neuropsicologici: analisi di Musicofilia di Oliver Sacks

Oliver Sacks è stato un importante neurologo e autore di numerosi libri, molti dei quali hanno per soggetti persone con disturbi neurologici. Di particolare interesse per i temi fino ad ora trattati è il libro intitolato *Musicofilia*, che presenta al lettore uno scenario avvincente di conoscenze che spaziano tra eventi straordinari che succedono nella vita, e patologie che invece ci parlano, nel loro mostrarsi, di movimento alterato, immagini mentali, memoria e amnesia, allucinazioni e sogni, dove la musica è studiata come causa scatenante o anche come aspettativa di cura.

Parte prima: *Tormentati dalla musica*

Nella prima sezione, si esplorano casi straordinari e affascinanti: dalla storia di un medico trasformatosi da analfabeta musicale a appassionato ossessivo dopo essere stato colpito da un fulmine, a vicende più intricate e profondamente drammatiche. Ci si immerge in pazienti capaci di scatenare crisi epilettiche al solo ascolto di certe sinfonie, o individui che convivono con allucinazioni musicali costanti. Questi racconti offrono una prospettiva radicalmente diversa rispetto all’approccio tradizionale all’ascolto e all’apprezzamento della musica, sfidando anche la nostra percezione dei ‘tormentoni’, che per alcune persone diventano invasivi a tal punto da compromettere una vita normale. Gli studi di Zatorre e Halpern (2005) hanno dimostrato come la semplice immaginazione di musica possa attivare la corteccia uditiva con un’energia quasi paragonabile all’ascolto effettivo. Oltre a ciò, hanno rilevato come immaginare l’esecuzione musicale stimoli la corteccia motoria, mentre pensare di suonare coinvolge la corteccia uditiva. Questi studi rafforzano ulteriormente il potere della rappresentazione mentale motoria, un fenomeno non solo noto ma anche utilizzato come strumento terapeutico per agevolare il recupero delle funzioni compromesse.

Parte seconda: *Le dimensioni della musicalità*

Nella seconda parte, l'autore esamina una varietà di casi, narrati attraverso i vissuti esperienziali delle persone, che riguardano la loro diversa capacità di comprendere la musica. Si passa da individui con orecchio assoluto a quelli affetti da 'amusia cocleare', esplorando un ampio spettro di particolarità significative. Un caso emblematico è quello di Martin, nato con gravi problemi di vista e colpito da meningite in tenera età, che gli causò crisi epilettiche e gravi difficoltà cognitive e motorie. Nonostante ciò, da adulto venne riconosciuto da Sacks come un vero 'savant' musicale, conoscitore di oltre duemila opere e capace di distinguere le parti di ogni strumento e voce dopo averne ascoltato le esecuzioni. Un altro caso affascinante è quello di Jorgen Jorgensen, un medico norvegese che, dopo aver perso l'udito all'orecchio destro a causa di un intervento chirurgico al nervo acustico, ha sperimentato un cambiamento nella percezione emotiva della musica, rendendola stranamente piatta e bidimensionale. Queste storie rivelano la straordinaria capacità di riorganizzazione neuronale dopo lesioni cerebrali e l'importanza della riabilitazione neurocognitiva nel recupero delle funzioni. Nel capitolo 13, si esplora la relazione tra musica e cecità, evidenziando la particolare sensibilità musicale dei non vedenti. Ad esempio, si sottolinea che il 10% dei musicisti possiede l'orecchio assoluto, mentre questa percentuale sale al 60% tra i musicisti non vedenti o ipovedenti. In un altro capitolo, viene approfondito il disturbo neurologico della sinestesia, dove si mescolano i sensi associando colori ai suoni e ad altre percezioni, come i giorni della settimana. I sinestetici, ciascuno con la propria visione unica, collegano colori specifici a ogni nota musicale.

Parte terza: *Memoria, movimento e musica*

I saggi nella terza sezione si concentrano sul percorso che porta dall'apprendimento della musica alla sua esecuzione. Una volta che un brano è stato studiato, interiorizzato e incorporato nel repertorio di un musicista, può essere eseguito automaticamente, quasi senza sforzo conscio da parte dell'esecutore. Si presentano casi significativi in cui la musica diventa un potente strumento terapeutico, specialmente quando si è portati ad arrendersi rispetto all'immodificabilità dell'esito lesionale. Si esplora nuovamente il ruolo della musicoterapia in vari contesti, come nell'insegnamento del linguaggio ai bambini autistici o nei benefici che porta alle persone affette da Sindrome di Asperger, relativamente alle loro difficoltà nella socializzazione. La musica si rivela sorprendentemente efficace nel contrastare non solo i tic della Sindrome di Tourette, ma anche in altri casi: si evidenzia una connessione tra la percussione e il controllo dei tic, poiché suonare strumenti a percussione offre benefici terapeutici significativi. Oliver Sacks racconta di un caso in cui un individuo affetto da 40.000 tic al giorno sperimentava un notevole sollievo quando suonava il pianoforte, descrivendo il suonare come un miracolo che lo liberava dai suoi tic durante quei momenti. Un altro argomento affrontato è l'affinità tra il linguaggio parlato o altri suoni e la struttura musicale: ad esempio, si suggerisce che la musica di Leoš Janáček rifletta l'andamento della lingua ceca, un'osservazione derivata dalle

ricerche di Sacks. Il capitolo 22 esamina la distonia del musicista, una grave disfunzione che può compromettere le dita o i muscoli della faccia, minacciando la carriera musicale. La storia del pianista Leon Fleischer, che ha sperimentato la perdita e il recupero dell'uso di una mano, offre un esempio di lento ma progressivo recupero, ma per molti musicisti la storia ha un esito diverso. Robert Schumann, ad esempio, tentò di curare da solo una condizione simile, causando danni permanenti a una mano.

Parte quarta: *Nella veglia e nel sonno. Sogni musicali*

Nella quarta parte vengono esaminate diverse considerazioni relative agli stati di sonno e veglia, inclusa l'ipotesi che la musica nei sogni sia paragonabile a quella dell'essere svegli. Questa teoria, proposta da Irving J. Massey (2006), sembra supportata non solo dalla costante precisione e qualità della memoria musicale nelle allucinazioni, nei tarli e nell'immaginazione, ma anche dall'osservazione che queste caratteristiche rimangono intatte nonostante amnesie, demenze, psicosi o parkinsonismi. Studi interessanti hanno evidenziato casi di persone in stato post-comatoso che rimangono indifferenti al valore emotivo della musica. Questa indifferenza può manifestarsi anche in individui con la sindrome di Asperger, come nel caso di Temple Grandin, una scienziata autistica descritta da Sacks in un altro lavoro (Sacks 1998), dove emerge una ridotta espressione emotiva. È significativo notare come la musica sia considerata un mezzo importante per superare l'anedonia, un'incapacità totale di provare piacere o tristezza: a volte, infatti, la musica supera le barriere emotive, permettendo ai sentimenti, sia di gioia che di dolore, di fluire liberamente e spesso facilitando un ritorno alla vitalità.

Bibliografia

Adornetti, I.

2019 *Le afasie di Broca e di Wernicke alla luce delle moderne neuroscienze cognitive*, «Rivista Internazionale di Filosofia e Psicologia», 10 (3), pp. 295-312.

Fujioka T., et al.

2006 *One year of musical training affects development of auditory cortical-evoked fields in young children*, «Brain», 129, pp. 2593-2608.

Gallagher H. L., Frith C. D.

2003 *Functional imaging of "theory of mind"*, «Trends Cogn Sci», 7 (2), pp. 77-83.

Hackney M. E. et al.

2007 *Effects of tango on functional mobility in Parkinson's disease: a preliminary study* (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18172414/>: ultima consultazione del 17/12/2023).

Hamzei F. et al.

2001 *Structural and functional cortical abnormalities after upper limb amputation during childhood* (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11303768/>: ultima consultazione del 17/12/2023).

- Huotilainen M. et al.
2005 *Short-term memory functions of the human fetus recorded with magnetoencephalography*, «Neuroreport», 16, pp. 81-81.
- Kawase, S.
2014 *Gazing behavior and coordination during piano duo performance*, «Attention, Perception, & Psychophysics», 76, pp. 527-540.
- Koelsch, S., Schmidt, B. H., Kansok, J.
2002 *Effects of musical expertise on the early right anterior negativity: an event-related brain potential study*, «Psychophysiology», 39 (5), pp. 657-663
- Lecanhuët, J. P. et al.
1986 *Fetal responses to acoustic stimulation depend on heart rate variability pattern, stimulus intensity and repetition*, «Early Human Development», 13 (3), pp. 269-283.
- Lecanhuët, J. P., Granier-Deferre, C., Busnel, M.-C.
1988 *Fetal cardiac and motor responses to octave-band noises as a function of central frequency, intensity, and heartache variability*, «Early Human Development», 18 (2-3), pp. 81-93.
- Manarolo, G.
2006 *Manuale di Musicoterapia*, Edizioni Cosmopolis, Torino.
- Massey, I. J.
2006 *The musical dream revisited: Music and language in dreams*, «Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts», vol. 5 (1), August, pp. 42-50.
- Müller V., Sanger J., Lindenberger U.
2018 *Hyperbrain network properties of guitarist playing in quartet*, “Ann N Y Acad Sci.”, Mar 15.
- Proverbio, A. M., La Mastra, F., Zani, A.
2016 *How Negative Social Bias Affects Memory for Faces: An Electrical Neuroimaging Study*, «PLoS ONE», 11 (9), pp. 1-18.
- Proverbio, A. M.
2019 *Neuroscienze cognitive della musica, il cervello musicale tra arte e scienza*, Zanichelli, Bologna.
- Ohnishi, T. et al.
2001 *Functional Anatomy of Musical Perception in Musicians*, «Cerebral Cortex», 11 (8), pp. 754-760.
- Oikkonen, J. Et al.
2015 *A genome-wide linkage and association study of musical aptitude identifies loci containing genes related to inner ear development and neurocognitive functions*, «Molecular Psychiatry», 20, pp. 275-282.
- Pascual-Leone, A. et al.
1995 *Modulation of Muscle Responses Evoked by Transcranial Magnetic Stimulation During the Acquisition of New Fine Motor Skills*, «Journal of Neurophysiology», 74 (3), pp. 1037-1045.

- Popper, K. R.
1970 *Logica della scoperta scientifica. Il carattere autocorrettivo della scienza*, Einaudi, Torino.
- Raglio, A.
2015 *La musicoterapia nelle demenze e in altri ambiti neurologici: dalle premesse scientifiche alla «Evidence Based Music Therapy»*, Tesi di dottorato, Università degli studi di Ferrara (<https://iris.unife.it/handle/11392/2388993>: ultima consultazione del 17/12/2023).
- Sacks, O.
1998 *Un antropologo su Marte*, Adelphi, Milano.
2022 *Musicofilia. Racconti sulla musica e il cervello*, Adelphi, Milano.
- Schlaug, G.
2001 *The brain of musicians. A model for functional and structural adaptation*, «Annals of the New York Academy of Sciences», 930, pp. 281-299.
- Schmitt, F. O.
1990 *The Never-ceasing Search*, American Philosophical Society, Philadelphia.
- Zatorre R. J., Halpern A. R.
2005 *Mental concerts: musical imagery and auditory cortex* (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15996544/>: ultima consultazione del 17/12/2023).