

L. ARSENIO

Il cervello e la musica

PROGRESS IN NUTRITION
VOL. 14, N. 1, 3-7, 2012

*La mia musica è una rivelazione più
alta della filosofia.*

Ludwig van Beethoven

La musica è caratterizzata dalla sua onnipresenza e dalla sua antichità, perché non c'è una sola cultura contemporanea o primordiale che ne sia priva, come testimoniato dal ritrovamento di antichi strumenti musicali presso i più svariati siti archeologici. Nasce da un bisogno primordiale di comunicare, ha rappresentato un collante sociale e può essere definita un linguaggio, che coinvolge reti neurali differenti e aree più vaste dell'emisfero destro, attivando zone in stretta connessione con i centri responsabili delle facoltà visivo-spaziali e stimolando in modo più profondo e diretto le risposte emotive e i circuiti del piacere (Friedrich Engels: "Spesso le idee si accendono l'una con l'altra, come scintille elettriche").

Le metodiche di imaging hanno mostrato come l'esercizio della musica aumenti l'apporto sanguigno e dunque l'attività neuronale nelle regioni corticali coinvolte in questa attività e che la superficie dell'area motoria collegata a ogni dito della mano può aumentare

notevolmente dopo qualche giorno di esercizio al pianoforte. La musica, oltre a provocare forti emozioni positive o negative, può determinare risposte fisiologiche inconsce. Uno studio di L. Bernardi, durato quattro anni, su 24 persone sane, uomini e donne di età compresa tra i 24 e i 26 anni, 12 dei quali musicisti professionisti, prevedeva l'ascolto di cinque brani celebri, la Nona sinfonia di Beethoven, un'aria della Turandot di Puccini, una cantata di Bach (BMW169), il "Va Pensiero" dal Nabucco, il "Libiam nei lieti calici" dalla Traviata di Verdi, oltre a due minuti di silenzio. Durante l'ascolto, sono stati misurati vari parametri, il ritmo del respiro, la pressione del sangue, il flusso arterioso nel cervello, il battito cardiaco, ed è emerso che la struttura di un brano musicale, ricco di crescendo e decrescendo, ha un'influenza costante e dinamica sul sistema cardiovascolare e respiratorio. Il battito cardiaco e il respiro si sincronizzano infatti con la musica, indipendentemente dalle conoscenze e dalle preferenze musicali dei soggetti, anche in assenza di emozioni provocate dall'ascolto. Musiche con tempi veloci accelerano respirazione, battito e pressione, mentre quelle più calme

Responsabile SSD Malattie del
Ricambio e Diabetologia
Azienda Ospedaliero-Universitaria di
Parma

Indirizzo per la corrispondenza:
Prof. Leone Arsenio
E-mail: larsenio@ao.pr.it

e ritmate producono l'effetto opposto, un rilassamento generale che rallenta il battito e abbassa la pressione. A dispetto della complessità della musica, numerosi dati indicano che anche nella primissima infanzia i bambini sono estremamente sensibili all'informazione musicale, essendo capaci di distinguere intonazione e ritmo, armonie e dissonanze, rilevare variazioni di ritmo, timbro e tempo, come pure la durata delle note e delle frasi musicali. D. Perani e M.C. Saccuman sono ricorsi alla risonanza magnetica funzionale per misurare l'attività cerebrale di neonati di uno-tre giorni, mentre ascoltavano brani di musica tonale occidentale e versioni alterate di quella stessa musica, nelle quali era stata alterata la chiave tonale o era fatto uso sistematico di dissonanze. L'ascolto della musica originale evocava un'attivazione predominante nella corteccia uditiva primaria e di ordine superiore dell'emisfero destro, che si riduceva notevolmente per i brani dissonanti, con i quali si manifestava una risposta nella corteccia frontale inferiore sinistra e nelle strutture limbiche. Questi risultati dimostrano che già nel neonato è presente una specializzazione emisferica per l'elaborazione della musica e che l'architettura neurale sottostante all'elaborazione musicale nei neonati è sensibile ai cambiamenti di chiave tonale e al-

le armonie e dissonanze. Trenta minuti di musica mozartiana in un'unica sessione giornaliera producono un profondo rilassamento del bambino prematuro, che spende meno energia e ha quindi bisogno di una quantità minore di calorie per crescere rapidamente, mentre Beethoven, Bach o Bartok non danno le stesse risposte, probabilmente perché Mozart ha prodotto melodie altamente ripetitive (Lubetzky et al 2010). Qualcosa di simile era stato intuito nel 1993 da G. Shaw e F. Rauscher, che avevano proposto la teoria chiamata "effetto Mozart", cioè la capacità che avrebbe la sonata KV448 di migliorare le facoltà spaziali delle persone che l'ascoltano: il confronto tra il QI di un gruppo di bambini che aveva ascoltato questo brano prima del test rispetto ad un altro gruppo che non l'aveva ascoltato, avrebbe dimostrato che i primi ottenevano un punteggio più alto. L'esperimento, però, è stato ripetuto da numerosi ricercatori in una quarantina di Paesi su almeno 3.000 persone, senza che l'effetto Mozart si sia in qualche modo manifestato, a conferma che tutta la musica può esplicare effetti sul cervello, anche sulla base dell'educazione musicale ricevuta. D. Loyd, filosofo del Trinity College di Hartford (USA), è riuscito ad ascoltare la musica del proprio cervello (New Scientist), identifi-

cando le zone del cervello dalla loro attività, in base all'accensione delle stesse durante l'esercizio di specifici compiti, e misurando l'intensità che corrisponde all'irrorazione. I risultati sono mappe del cervello con le varie aree colorate in modo diverso e scansioni a video. Egli ha trasformato in musica le immagini, associando, mediante un programma informatico, una nota musicale a ciascuna delle aree cerebrali e attribuendo un volume proporzionale all'intensità dell'attività. La musica dei cervelli di persone sane e di dementi o schizofrenici risultava molto diversa. Gli schizofrenici passavano da un'attività cerebrale intensa a una scarsa in modo casuale; chi soffriva di demenza manifestava le disfunzioni con ritmi irregolari. Alcuni cambi di melodia erano correlati a modifiche dell'attività cerebrale evidenti alla risonanza; altri non erano associati a variazioni altrettanto visibili: come se ascoltando il cervello, riuscissimo a distinguere ogni suo minimo mutamento di attività, meglio che guardandolo (Meli E 2009).

Questi studi fanno intuire che il cervello funzioni come un'orchestra, come peraltro confermato da una ricerca, condotta sui macachi, giunta alla conclusione che i neuroni, per farci compiere un'azione complessa come prendere al volo un pallone "suonano" all'unisono

come musicisti di una grande orchestra: cellule indipendenti e poste in aree cerebrali distanti si sincronizzano ed emettono impulsi con la stessa frequenza, creando un ritmo comune, un'onda unica nel cervello per realizzare un'azione che richiede l'intervento di vari gruppi di neuroni (Takahashi et al 2010). Per meglio capire questo concetto è necessario ricordare brevemente la Geometria dei Frattali. Un frattale, termine coniato da Mandelbrot nel 1975, è un oggetto geometrico che si ripete nella sua struttura allo stesso modo su scale diverse, ovvero che non cambia aspetto anche se visto con una lente d'ingrandimento. Questa caratteristica è spesso chiamata autosimilarità (self-similarity): i matematici dimostrano che qualsiasi zoom effettuato entro un frattale lo riproduce intatto senza limite, cioè fino a un numero infinito di zoom. Strutture frattali appaiono in moltissimi sistemi e processi naturali, in fisica, in biologia, in medicina, in cosmologia, in geologia, nella struttura delle galassie. In un albero ogni ramo è approssimativamente simile all'intero albero e ogni rametto è a sua volta simile al proprio ramo. Nell'Astrofisica, la cosmologia frattale afferma che la distribuzione della materia nell'Universo, o la struttura stessa dell'universo, è frattale. Le galassie si possono rappresentare come "gru-

mi" di materia luminosa e illuminata (stelle, pianeti, asteroidi, ecc), queste a loro volta sono raggruppate a decine a formare gli ammassi di galassie. Dall'estremamente grande all'estremamente piccolo: le ultime ricerche sui cromosomi rivelano che il DNA di ogni cellula umana, lungo 2 metri, si ripiega nei 5 micrometri del nucleo, ripiegandosi non in modo casuale, come gli spaghetti in un piatto, ma disegnando una serie di curve, secondo la formula matematica detta "curva di Peano", riempiendo lo spazio, con brevi tratti a formare globuli, che formano altri globuli di globuli in uno stadio polimerico, seguendo una struttura frattale (Babbit 2011). Mandelbrot ritiene che in qualche modo i frattali abbiano delle corrispondenze con la struttura della mente umana, nella dinamica che accomuna i processi della corteccia cerebrale nei mammiferi, dal topo alla balena, passando per l'uomo, indipendentemente dalle dimensioni del cervello. Il fisico italiano Giuseppe Vitiello, professore di Fisica Teorica alla Facoltà di Scienze dell'Università di Salerno, in collaborazione con il neurobiologo californiano Walter J. Freeman, professore a Berkeley e con l'anestesio-ologo dell'Università dell'Arizona Stuart Hameroff, ha apportato un contributo originale all'applicazione di modelli frattali alla dina-

mica dei neuroni, dimostrando che la proprietà di auto-similarità che caratterizza i frattali è correlata, in termini di ben definite strutture matematiche, alla coerenza delle oscillazioni neuronali che sono osservate, attraverso l'EEG e le tecniche di fMRI, su regioni estese degli emisferi cerebrali nell'uomo e negli animali a riposo o impegnati in attività relazionali con l'ambiente. Inizialmente non capiva se la capacità del cervello di trasformare quasi istantaneamente i segnali dei sensi in percezioni coscienti, mobilitando collettivamente milioni di neuroni fosse un processo caotico o invece altamente coerente. I processi contemplati dalla normale biochimica dei trasmettitori nervosi e dalla fisica ordinaria della trasmissione degli impulsi nervosi sono troppo lenti per spiegare questo fenomeno. Secondo Vitiello, l'attività cerebrale presenta proprietà di auto-similarità e appare essere priva di una lunghezza fondamentale, di una scala, e al tempo stesso è caratterizzata dalla formazione di domini di oscillazioni neuronali coerenti. I componenti elementari si comportano in modo coerente quando, ad esempio, oscillano "in fase", realizzando così un ordine di natura temporale, come quello realizzato nell'esecuzione di un brano musicale da un'orchestra, oppure si distribuiscono con regolarità in un reti-

colo cristallino, producendo un ordine di natura spaziale.

Una ricerca pubblicata sulla rivista *Nature Neuroscience* dimostra che l'ascolto della musica, in particolare di quella preferita, è capace di indurre nel cervello il rilascio di dopamina, il neurotrasmettitore del piacere, che il grado di dopamina prodotto è direttamente proporzionale al gradimento della musica e che il suo rilascio inizia già al momento in cui si conosce che si ascolterà il proprio brano preferito (Salimpoor VN, 2011). Ricerche precedenti hanno già rivelato che la musica provoca intense commozioni e coinvolge, tra l'altro, anche le aree dell'orgasmo sessuale e del piacere legato al cibo, a conferma dello stretto rapporto tra funzioni ataviche, come sesso, cibo, musica e zone coinvolte nelle allucinazioni da droghe.

Anche gli uccelli cantano belle melodie: uno studio, condotto da un consorzio internazionale di ricerca, coordinato da R.K. Wilson della Washington University School of Medicine a St. Louis e pubblicato su *Nature*, ha chiarito che sono oltre 800 i geni coinvolti nella capacità del diamante mandarino (*Taeniopygia guttata*) di apprendere le articolate melodie canore del padre. Il piccolo, infatti, inizia a emettere suoni apparentemente casuali, e solo con la pratica e l'ascolto il giovane volatile si impadronisce del tipo di canto paterno, che utilizzerà per

il resto della vita e trasmetterà alla generazione successiva. Questa dote di comunicare con vocalizzazioni apprese manca nelle femmine della specie, anche se esse distinguono e riconoscono i canti (International Zebra Finch Genome Sequencing Consortium. *Nature*, 2010). Questo studio conferma che la musica, presente nelle melodie degli uccelli, rappresenta soltanto un mezzo di comunicazione specie-specifico, geneticamente trasmesso, sempre uguale a sé stesso, e non ha niente da spartire con la capacità esclusiva dell'uomo di creare e godere i brani musicali. Nell'uomo il DNA svolgerebbe un ruolo nel gradimento del tipo di musica: uno studio condotto da Nokia e dal King's College London Department of Twin Research ha sondato le abitudini di ascolto di quasi quattromila gemelli omo ed eterozigoti e ha rivelato l'influsso del codice genetico sui gusti musicali: l'influenza genetica conterebbe più dell'educazione se si parla di pop, classica e hip-pop, incidendo per il 53%, mentre scenderebbe al 46% per jazz, blues e soul, al 40% per chi ama rock, indie ed heavy metal, e solo al 24% per il folk e il country (G. Spica, *Repubblica* 13/11/09).

Il problema vero, però, è cosa fa vibrare i neuroni e liberare dopamina? La risposta più semplice: la bellezza, è anche la più difficile, perché dovremmo spiegare cosa è la bellezza. Per Pitagora il segreto

della bellezza è nei numeri; per Platone e i Sufi la bellezza è la manifestazione terrena di quella divina; per Voltaire la bellezza non esiste. Secondo un recente studio austriaco, condotto su 150.000 persone di ambo i sessi, i soggetti con un rapporto tra pressione arteriosa sistolica e diastolica pari a 1,618 hanno migliori condizioni di vita e una speranza di vita maggiore. I cardiologi austriaci non sapevano che questo numero è stato chiamato dagli antichi "proporzione divina" o "sezione divina o aurea", e architetti greci e romani e forse egizi si servirono della "proporzione divina": il Partenone, l'Arco di Costantino, il Pantheon, l'acquedotto di Segovia e del Gard e forse la piramide di Cheope hanno dimensioni calcolate sulla base di 1,618. Botticelli lo applicò alla Venere e Leonardo all'uomo vitruviano: se le proporzioni sono perfette, l'uomo è tagliato alla vita secondo il numero d'oro e nel medesimo rapporto stanno le varie parti tra loro, dal naso all'alluce. Le Corbusier, pur comunista e ateo, si rifece alla "proporzione divina" per disegnare, sostenendo che era il segreto per ritrovare un'architettura a misura d'uomo, per contribuire così alla "pacificazione interiore". Il rapporto è presente in natura nella fisica, nella botanica, nella zoologia, nella mineralogia, nella chimica. La successione si riscontra in molti organismi viventi: pesci, uccelli, farfalle

e nella complessa geometria del fiore di girasole. L'anatomia della stella di mare a cinque punte è tutta basata sul rapporto aureo ed ha affascinato l'uomo tanto da diventare simbolo religioso e massonico. Così come molte conchiglie, cioè spirali logaritmiche rette dagli stessi rapporti presenti pure in botanica, a partire dalle foglie che con questa disposizione godono della migliore insolazione. Il fiore di girasole dispone le migliaia di semi gialli in perfetta successione alla Fibonacci. Secondo la "successione di Fibonacci" ogni cifra è data dalla somma delle due precedenti: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13 ed il rapporto a partire da 34 diviene pari alla sezione aurea. Abituamente utilizziamo immagini (banconote, quadri, schermi) a sviluppo orizzontale, con un rapporto tra lato orizzontale e verticale appunto di circa 1,6, perché i nostri occhi sono disposti orizzontalmente e vedono una scena orizzontale e rettangolare. Il tempo fisiologico spontaneo per spaziare con lo sguardo orizzontalmente su una scena visiva è più breve di quello richiesto per spaziarvi verticalmente ed il rapporto è prossimo al rapporto aureo. Quindi il campo visivo è ottimale perché rispetta questo rapporto. La molecola del

DNA alterna un solco grande e uno piccolo con un rapporto di 1,618. Su Science è comparso uno studio in cui si dimostra che il rapporto tra le prime due frequenze di oscillazione quantistica in un minimagnete (nimbato di cobalto) è proprio il rapporto aureo (M. Piattelli Palmarini 2010). Molti, dai tempi pagani ad oggi, dicono di scorgere nella sezione aurea le impronte digitali del *Deus absconditus*, che si cela e insieme si rivela lasciando indizi nella Sua creazione (V. Messori, 2009).

La musica non segue le regole dell'apparenza e della comunicazione: Susan Boyle, una anziana, brutta, goffa zitella inglese, vestita in modo dimesso, ad una trasmissione televisiva per esordienti, Britains Got Talent 2009, cominciò tra l'ilarità generale a cantare Memory from Cats ed incantò e trascinò l'uditorio. Decisamente ha ragione Oliver Sacks: "il nostro corpo è sintonizzato per la musica" e tutto questo ricorda il biblico "E prima fu il Verbo...".

Bibliografia essenziale

- Arsenio L. Sessualità, cibo e cervello. Mattioli 1882, Fidenza (PR), 2011.

- Babbit GA. Le Scienze, agosto 2011, pag. 82-9.
- International Zebra Finch Genome Sequencing Consortium. The genome of the zebra finch: special insights into vocal learning and communication. Nature 2010; 464: 757-62.
- Bernardi L, Porta C, Casucci G, et al. Dynamic interactions between musical, cardiovascular, and cerebral rhythms in humans. Circulation 2009; 119 (25): 3171-80.
- Lubetzky R, Weisman Y, Dollberg S, Herman L, Mandel D. Effect of music by Mozart on energy expenditure in growing preterm infants. Pediatrics 2010; 125 (1): e24-8
- Meli E. La musica dei neuroni. Corriere della sera, 12 luglio 2009
- Messori V. Corriere della sera, 28 dicembre 2009
- Piattelli Palmarini M. Così occhio e mente colgono la bellezza. Corriere della sera 12 gennaio 2010.
- Perani D, Saccuman MC, Scifo P, et al. Functional specializations for music processing in the human newborn brain. Proc Natl Acad Sci USA 2010; 107 (10): 4758-63.
- Salimpoor VN, Benovoy M, Larcher K, Dagher A, Zatorre RJ. Anatomically distinct dopamine release during anticipation and experience of peak emotion to music. Nature Neuroscience 2011; 14: 257-62.
- Takahashi N, Sasaki T, Matsumoto W, Matsuki N, Ikegaya Y. Circuit topology for synchronizing neurons in spontaneously active networks. Proc Natl Acad Sci USA 2010; 107 (22): 10244-9.