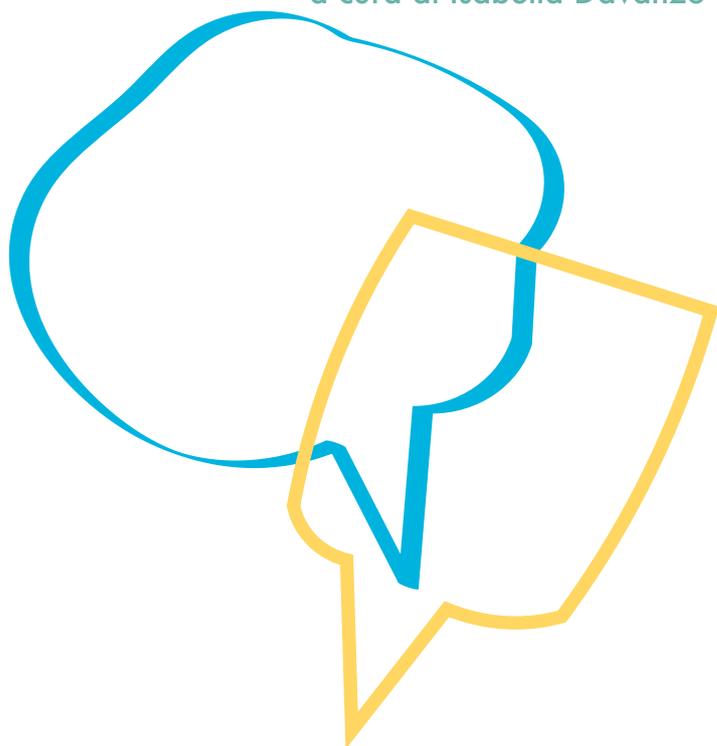


Implicazioni neurofisiologiche nello sviluppo dell'attitudine ritmica

Conversazione con Giuliano Avanzini

a cura di Isabella Davanzo



Questa conversazione con Giuliano Avanzini, primario emerito di neurologia all'Istituto Carlo Besta di Milano, si propone di mettere in luce le sinergie positive che emergono nell'ambito di un approccio precoce del bambino alla musica già nel periodo neonatale, e comunque prescolare, con lo sviluppo neurofunzionale dei diversi domini: motorio, linguistico e relazionale.

Considerato l'enorme interesse verso il fenomeno dell'*entrainment* ritmo-motorio generato nell'ascolto di musica metricamente organizzata, e in relazione alle implicazioni clinico terapeutiche che esso comporta nel recupero motorio dei malati di Parkinson, o nei bambini con dislessia o balbuzie, e più in generale per la forte spinta alla socializzazione che produce il fenomeno di accordarsi ritmicamente alla musica che si ascolta, ci proponiamo qui di porre in rilievo il dato neuroscientifico di questo complesso processo.

Il bambino che fin dai primi giorni di vita si pone in ascolto di ritmi e canti senza parole, ad esempio durante le sessioni musicali ispirate alla *Music Learning Theory* (MLT) di Edwin Gordon, e che viene condotto in un percorso informale di apprendimento di competenze ritmiche e tonali inerenti la sintassi musicale, è mosso immancabilmente dalla musica che ascolta e portato a interagire con essa in più modi: dal semplice orientamento del capo e dello sguardo verso quella voce che canta per lui, al movimento degli arti e del tronco in sincronia con la pulsazione percepita, dalla lallazione ritmica monosillabica, alla riproduzione vocale di *pattern* ritmici proposti dall'insegnante, fino ad una coordinazione

ritmo-motoria di tipo metrico, ovvero che si esprime contemporaneamente su più livelli di struttura temporale.

I.D.- Caro Professore possiamo definire queste manifestazioni come *entrainment* ritmo-motorio nell'ascolto musicale? Cos'è il fenomeno dell'*entrainment* in musica?

G.A.- Il termine è entrato largamente nella letteratura anglosassone, e trova origine dalla parola francese *entraîner* (*trascinare, travolgere*, anche in senso figurato), usata per indicare la particolare capacità della musica di coinvolgere chi l'ascolta secondo una modalità "partecipata". Una componente fondamentale di questa capacità di coinvolgimento della musica è legata alla sua dimensione temporale e in particolare alla scansione ritmica. L'effetto trascinante di una musica fortemente connotata dal punto di vista ritmico è esperienza comune, evidente anche ad un osservatore esterno, per la tendenza talvolta irresistibile di chi ascolta la musica ad accompagnarla con movimenti ritmici del corpo.

E' interessante citare il lavoro del gruppo di Montreal¹⁰² e di Chapin¹⁰³ che hanno inoppugnabilmente dimostrato la partecipazione di aree cerebrali motorie nei processi percettivi del ritmo, anche in assenza di movimenti corporei di accompagnamento della musica da parte del soggetto. Si tratta di una osservazione importante per le neuroscienze, perché mette in crisi la tradizionale separazione tra l'organizzazione anatomica e funzionale che governa la percezione e quella che presiede alla produzione del movimento. Il coinvolgimento dei centri motori nella percezione del ritmo contribuisce, in maniera determinante, a conferire all'ascolto musicale il carattere

di un ascolto attivo.

I.D. - Ascolto, percezione e movimento. Un tritico miliare dello sviluppo. C'è un ritmo che caratterizza anche i meccanismi neurali alla base della percezione della pulsazione e della sincronizzazione?

G.A.- Essendo il ritmo musicale definibile intermini di grandezze misurabili: durata delle unità ritmiche e frequenza delle condensazioni di energia che definiscono gli accenti, molto sforzo è stato dedicato alla definizione di correlati neurofisiologici misurabili. In particolare si è cercato di cogliere la relazione tra ritmo musicale e ritmi neurali. E' un campo di ricerca affascinante ma non privo di rischi, in quanto i sofisticati metodi di analisi che la neurofisiologia mette a nostra disposizione impongono un accurato controllo di tutte le variabili interposte tra la registrazione del segnale e la sua corretta interpretazione. Nel caso specifico l'elaborazione digitale cui sottoponiamo il segnale per estrarne i contenuti ritmici, potrebbe introdurre dei vincoli che alterano le sue componenti ritmiche in maniera non uniforme, generando distorsioni che rendono inattendibile il risultato. Mi scuso per questa digressione tecnica, ma credo sia necessario sottolineare il rischio di basare il giudizio di attendibilità su aspetti di tecnologia che contribuiscono più all'estetica della presentazione dei dati che alla loro affidabilità scientifica. Per quanto riguarda i correlati neurofisiologici dei ritmi musicali particolare interesse sta suscitando l'approccio basato sulla tecnica "steady-state evoked potential" (SSEP) o "frequency tagging"¹⁰⁴, che sfrutta la capacità che hanno, stimoli ripetuti in maniera periodica, di generare modificazioni periodiche di ampiezza dell'attività elettrica generata dal cervello, e registrata

¹⁰² CHEN JL. ET AL., "Listening to musical rhythms recruits motor region of the brain", *Cerebral Cortex*, 2008.

¹⁰³ CHAPIN HL. ET AL., "Neural responses to complex auditory rhythms: the role of attending", *Frontiers in Psychology*, 2010.

¹⁰⁴ NOZADARAN S., "Exploring how musical rhythm entrains to brain activity with electroencephalogram frequency-tagging" 2014 *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* 369: 20130393, 2014.

dalla superficie del cranio (elettroencefalogramma: EEG). Con questa tecnica Laura Cirelli e collaboratori¹⁰⁵ hanno dimostrato che risposte EEG ritmiche, correlate alla pulsazione e al metro, sono già rilevabili in bambini di 7 mesi e che, per la sua sensibilità, la SSEP può essere utilizzata in studi longitudinali di sviluppo delle relative competenze. Mi pare che questi dati corrispondano bene all'esperienza del vostro lavoro e di tutti quelli che seguono i principi della MLT.

I.D. - Sì ho letto lo studio della Cirelli, mi pare che lei proponga l'ascolto di sequenze di pulsazioni variamente articolate e senza scansione binaria, ternaria o di altro tipo, ma passibili di essere interpretate in tal senso dai bambini messi in ascolto, e contestualmente registri con l'EEG i picchi di attenzione per dedurre un'interpretazione metrica, come se le sequenze di pulsazioni venissero investite dall'ascoltatore (il bambino) di una ritmica binaria o ternaria. Mi fa pensare alla tendenza congenita che abbiamo nell'elaborare, in senso metrico, l'ascolto di sequenze isocrone di pulsazioni, per esempio il ticchettio di una sveglia, quello di un metronomo o anche il battito cardiaco, conferendo loro automaticamente una forma di accentazione. E' così?

G.A. - Sì, sì, sì, io sono assolutamente convinto che il fatto che un evento acustico venga definito musica non dipenda tanto dalle sue caratteristiche intrinseche ma dalla percezione dell'ascoltatore, e che l'identificazione di una scansione metrica sia il passaggio fondamentale che può conferire valore musicale anche a suoni prodotti senza alcuna intenzione musicale, come il rumore ritmico regolare prodotto dalle ruote del treno. Ovviamente le caratteristiche dello stimolo acustico possono rendere più o meno immediata e condivisa la percezione della qualità musicale di un suono, cosicché poche persone possono

avere dubbi sulla qualità musicale di una sinfonia di Haydn mentre molte sarebbero perplesse nel definire musica suoni che hanno scarsa seduzione, *entrainant*, come lo stridore delle ruote del tram in curva (ma anche *lonization* di Edgard Varèse se è per questo).

I.D. - In effetti sarebbe interessante rilevare se ci possano essere eventuali differenze nell'effetto motorio generato da una proposta musicale non organizzata metricamente, e ristretta esclusivamente a determinati ambiti musicali, più insoliti.

Il fatto che sia stata dimostrata una maggiore possibilità di sincronizzazione a una pulsazione quando si ascoltano delle sequenze metriche piuttosto che semplici scansioni isocrone, e che questa possibilità cresca ulteriormente quando la sequenza metrica fa parte di un contesto musicale piuttosto che di un semplice *tapping*, rientra nel fenomeno dell'*entrainment*? E il fatto che una maggiore complessità dello stimolo ritmico produca maggior effetto è dovuta forse al coinvolgimento percettivo di più domini funzionali?

G.A. - Credo che alla prima domanda tu possa rispondere meglio di me, ma sì: credo che il contesto musicale favorisca l'*entrainment* sia perché la scansione ritmica è elemento fondamentale, ma non unico, dell'*entrainment*, sia perché la percezione del ritmo e del metro risente di variabili non temporali (altezza, intensità, struttura melodica e armonica).

Per quanto riguarda la seconda non so se ho capito bene a quali diversi domini ti riferisca.

I.D. - Mi riferisco al coinvolgimento di tutti i parametri musicali che hai appena menzionato e quindi alla possibilità di ricevere una quantità di informazioni e sollecitazioni molto maggiore, che porta ad una attivazione di aree cerebrali deputate anche ad altre funzioni: linguistica, emotiva, mnemonica.

¹⁰⁵ CIRELLI L. K., SPINELLI C., NOZARADAN S., TRAINOR L. J., "Measuring Neural Entrainment to Beat and Meter in Infants: Effects of Music Background", *Frontiers in Neurosciences*, 24 May 2016.

G.A.- Premesso che l'orientamento attuale delle neuroscienze tende a correggere l'idea che le funzioni trovino nel cervello una localizzazione topografica circoscritta, suggerendo piuttosto una organizzazione anatomo-funzionale per reti neurali, intese come insiemi di aree tra loro interconnesse, va detto che le reti neurali coinvolte nella percezione e produzione della musica comprendono aree implicate nel controllo del movimento, del linguaggio, della memoria e di altre funzioni non definibili come uditive. E' quindi logico assumere che pratiche che determinano un potenziamento delle competenze musicali possano risultare benefiche per funzioni diverse, che dipendono dall'attività degli stessi sistemi neurali.

I.D. - Ho trovato molto interessante lo studio di Carolyn Drake e collaboratori¹⁰⁶ su come le abilità dell'ascoltatore di discernere i vari livelli temporali, nell'ascolto musicale, cambino con la crescita, e di come le persone rallentino, con l'età, la percezione temporale, il modo di usare il tempo e di decodificarne i vari livelli metrici. La Drake parla di un periodo temporale di riferimento specifico per ogni individuo e indipendente dal grado di ritmicità di suoni esterni, che riflette in un certo senso il tempo soggettivo generico di una persona. Questo poi può combaciare con un particolare livello temporale all'interno di un contesto musicale, definito livello di riferimento perché correlato a una scansione temporale effettivamente presente nello stimolo musicale, che potremmo definire *tactus*. La sintonizzazione ad uno stimolo musicale esterno avviene quando il tempo soggettivo si adatta, si allinea, va in sincrono con uno dei livelli metrici marcati dal tempo musicale. La Drake mette in relazione la possibilità di sincronizzarci su pulsazioni

via via più distanziate tra loro, all'interno di un ascolto musicale, con la maturazione dei livelli di attenzione di un adulto rispetto un bambino. Io penso però che un ruolo importante lo giochi anche la crescita, l'acquisizione della posizione eretta e la diminuzione della distanza tra i punti di appoggio (i piedi) nello spostamento del peso, permettendo quindi di muoversi non solo sui livelli più bassi di una gerarchia metrica, ma anche sui più alti, quelli dove la scansione della pulsazione è più distanziata.

Che ne pensi? Secondo te esiste, ad esempio, una relazione tra la lunghezza degli arti dei bambini nei primi due anni di vita e le possibilità che esprimono di coordinarsi sulla musica che ascoltano, orientate inevitabilmente su frequenze ritmiche con un maggiore numero di pulsazioni al secondo? E' utile considerare il fatto che l'oscillazione di un arto possiede un'ampiezza di frequenza oscillatoria inversamente proporzionale alla sua lunghezza?

G.A.- La lunghezza degli arti è sicuramente correlata col ritmo del cammino. Probabilmente esistono più dati in letteratura di quanti io ne conosca. Un dato relativamente recente viene da una popolazione di bambini cinesi in tre fasce d'età, ove la frequenza del passo è inversamente correlata alla lunghezza degli arti¹⁰⁷. Studi di questo genere sono però inficiati dal fatto che, oltre alla lunghezza degli arti, possono interferire altre variabili correlate con lo sviluppo maturativo del bambino. Intendo dire che il bambino che ha una lunghezza degli arti maggiore di un altro potrebbe essere in una fase di sviluppo più avanzata di un altro che ha gli arti più corti, ed esserci quindi altri fattori maturativi che spiegano la preferenza per un ritmo diverso. Facendo riferimento alla

¹⁰⁶ DRAKE C. ET AL., "The development of rhythmic attending in auditory sequences: attunement, referent period, focal attending", *Cognition* 77, 2000.

¹⁰⁷ Wu M. ET AL., "Analysis and Classification of Stride Patterns Associated with Children Development Using Gait Signal Dynamics Parameters and Ensemble Learning Algorithms", *Biomed Res Int*, 2016.

prima parte della domanda sono d'accordo sulla maggior potenza di uno stimolo che coinvolge molteplici livelli attentivi e percettivi, e sull'idea che uno stimolo complesso possa più facilmente far sentire la sua influenza anche su domini non strettamente musicali.

I.D. - Mi chiedo se i ritmi interni di attenzione, così definiti da Jones and Boltz¹⁰⁸, siano riferibili al tempo soggettivo generico di una persona, desumibile chiedendo ad esempio a quest'ultima di battere spontaneamente un tempo in assenza di segnale acustico esterno¹⁰⁹.

Cosa si intende quando si parla di ritmi interni di attenzione? Si intende forse che esistono dei ritmi connaturati favoriti rispetto ad altri, che quindi trovano modo di esprimersi precocemente con un movimento in sincrono su una determinata frequenza ritmica presente nel contesto musicale di un brano che si ascolta, piuttosto

G.A.- Sicuramente l'osservazione durante le sessioni musicali arricchirebbe la valutazione, come per molti degli aspetti di cui stiamo parlando. Sarebbe però necessario sviluppare un approccio multidisciplinare integrato, che può essere ottenuto solo se esiste una forte motivazione a prendere il rischio di contaminare il proprio sapere con quello di cultori di discipline diverse. Esattamente il contrario di quella che sembra essere la tendenza dominante: evitare le interazioni che potrebbero mettere a rischio certezze protettive che finiscono col prendere la forma di muri di separazione.

I.D.- E' noto che la sincronizzazione con un metronomo visivo è peggiore di quella con un metronomo acustico, nonostante una pulsazione possa essere dedotta anche da sequenze metriche visive, ad esempio attraverso l'uso

di flash luminosi. Nel processo di sincronizzazione ritmo-motoria di un bambino, quanto influisce l'osservazione di un adulto che si muove a tempo sulla musica piuttosto che il solo ascolto della stessa?

G.A.- Sarei cauto nell'assimilare stimoli visivi diversi (l'adulto che si muove a tempo di musica e il metronomo visivo) in considerazione degli orizzonti che ci ha aperto la scoperta dei neuroni specchio (*mirror neurons*)¹¹⁰, cellule cerebrali motorie che si attivano non solo durante l'esecuzione di un determinato movimento, ma anche durante la visione di un conspecifico che compie quel movimento. Sappiamo ancora poco sullo sviluppo dei neuroni specchio dopo la nascita, ma ci sono buoni motivi per ritenere che il *mirror system* si sviluppi abbastanza precocemente. Un lavoro recente dimostra comunque che il bambino che sia stato abituato a vedere videoregistrazioni di adulti che danzano, è in grado di percepire la sincronia audiovisiva tra gli otto e i dodici mesi, e che questa abilità si evidenzia solo con filmati che contengano entrambe le informazioni, visiva e uditiva, sincronizzate¹¹¹.

I.D.- Mi incuriosisce molto la sinergia tra visione e ascolto, e come la visione confluisca in un reciproco potenziamento in certe situazioni e come possa invece produrre disturbo in altre. Spesso un musicista ascolta o suona ad occhi chiusi o concentrati su un punto del suo orizzonte che in realtà non sta osservando ma che funge solo da catalizzatore dell'attenzione, e qualsiasi incursione nel campo visivo disturba l'ascolto o la performance. La visione di un ritmo architettonico creato

¹⁰⁸ JONES M.R., & BOLTZ M., "Dynamic attending and responses to time", *Psychological Review*, 96 (3), 1989.

¹⁰⁹ Cfr. DRAKE ET AL., op. cit.

¹¹⁰ RIZZOLATI G. ET AL., "Neurophysiological mechanism underlying the understanding and imitation of action", *Nat Rev Neurosci*, 2, 2001.

¹¹¹ HANNON E.E. ET AL., "Babies know bad dancing when they see it: older but not younger infants discriminate between synchronous and asynchronous audiovisual musical displays", *Journal of Experimental Child Psychology*, 159, 2017.

da una serie di lesene su una parete ci dà un ordine, ma non ci coinvolge in un flusso visivo come avviene per il ritmo musicale.

Pensiamo alla gestualità di un direttore d'orchestra e alla risposta degli orchestrali: qui i diversi ambiti sono massimamente correlati. Quanto conta l'influsso del dominio visivo e quanto invece l'*audiation*? Ossia l'aver già in mente la musica che sto per suonare e quindi ricondurre a essa le indicazioni motorie e gestuali del direttore?

G.A.- Io penso che essenziale sia l'*audiation*, intesa come rappresentazione interna del brano musicale e, nel caso specifico, della sua struttura ritmica. Tuttavia credo che la rappresentazione sia soggettiva e quindi diversa tra un musicista e un altro, e addirittura per uno stesso musicista diversa tra un momento e un altro, cosa che non pone problemi per un interprete solista ma li pone inevitabilmente per la musica d'insieme. Mi pare che il ruolo del direttore sia proprio quello di armonizzare le "*audiation* individuali" in un "*audiation* d'insieme".

Spero che tu apprezzi il rischio che sto prendendo nell'addentrarmi in un terreno per cui non sono professionalmente attrezzato.

Per restare su aspetti più acustici che musicali direi che eventi che si ripetono secondo un ritmo fisicamente definito possono essere concordanti ma non necessariamente in fase, e che per determinati scopi, compreso quello di far musica insieme, si richieda una funzione "sincronizzante" che sarebbe, in questo caso, quella del direttore. Ovviamente l'uomo della strada tende ad attribuire al direttore/demiurgo il potere assoluto di sintonizzare gli orchestrali, mi chiedo però se in maniera sottile, e difficilmente definibile, non ci sia anche una influenza di ritorno da parte degli orchestrali sul direttore. (gioca in questa proposta la mia formazione

democratica?!)

I.D.- Ci puoi spiegare in che modo e perché la maggiore facoltà di *entrainment* della musica diventi benefica rispetto al linguaggio? Ad esempio nella cura della dislessia.

G.A.- Il termine dislessia definisce un disturbo della lettura riferibile ad una difficoltà di decodifica di testi scritti non dovuta a deficit sensoriali o intellettivi. La dislessia rientra nel gruppo di disturbi del neurosviluppo (DSA) che riguardano la capacità di leggere, scrivere e calcolare in modo corretto e fluente, che hanno in comune il fatto di manifestarsi con l'inizio della scolarizzazione. Il nucleo del disturbo dislessico è fonologico e interessa la prosodia del linguaggio. E' dunque logico attendersi la dislessia costantemente associata a difficoltà in compiti che richiedono capacità di organizzare nel tempo l'azione e la percezione, come il riconoscimento del ritmo e la sincronizzazione. Su questa base si è studiata l'efficacia di programmi di formazione ed esercizio musicale nella dislessia. Particolarmente importanti sono gli studi controllati di Flaugnacco e collaboratori¹¹² che hanno impiegato, oltre ai test neuropsicologici sul linguaggio, anche test appositamente sviluppati con materiale psicoacustico. I risultati dimostrano che l'esercizio musicale migliora significativamente la lettura e l'abilità fonologica, anche in casi in cui queste sono notevolmente compromesse, aprendo interessanti prospettive alla cura della dislessia.

I.D.- Per usare altre immagini potremmo dire che il motivo per cui ciò avviene può essere ravvisato nel fatto che la musica si pone come mezzo per "concretizzare" un tempo che in sé non esiste, e quindi fornisce al dislessico una struttura di appoggio che altrimenti fatica a trovare. Il ritmo quindi come elemento organizzatore e ordinatore, ma anche come elemento in evoluzione che fluisce e

¹¹² FLAUGNACCO E. ET AL., "Music Training Increases Phonological Awareness and Reading Skills in Developmental Dyslexia: A Randomized Control Trial", PLoS ONE 10, 2015.

consente un processo di trasformazione che si concretizza nel tempo e per mezzo del tempo, come dovrebbe avvenire nella lettura e, per la balbuzie, nel discorso.

G.A.-Non potrei trovare immagine migliore!