

PROGETTO BMT (Brain Music Therapy)

- Enti e persone coinvolte**
- **Campus Bio-Medico: Dipartimento di Ricerca Educativa e Didattica:** responsabile prof. Paola Binetti
 - **Campus Bio-Medico: Dipartimento di informatica del corso di Laurea in Ingegneria Bio-Medica:** responsabile prof. Giulio Iannello
 - **Istituto di Ortofonia di Roma: Servizio di Valutazione e consulenza clinica:** responsabile Dott. Federico Bianchi di Castelbianco, neurologo Dott. Giancarlo Zito; **Servizio di Psicoerapia:** responsabile Dott.ssa Magda Di Renzo; musicista terapeuta: Iolanda Benedetti
 - **Project manager:** Dr. Maria Cinque, Musicologa, musicista e assegnista di ricerca in didattica e nuove tecnologie presso il Campus Bio-Medico di Roma

Brain Music Therapy Si tratta di un metodo per la cura dell'insonnia, utilizzato in America e diffuso anche in Italia. Obiettivo della ricerca è capire se questo metodo - opportunamente modificato - può essere utilizzato per la cura di bambini affetti da autismo o da sindromi correlate

Campione Il metodo sarà testato su 30 bambini affetti da autismo, o sindromi correlate, di età compresa tra 3 e 8 anni; il campione è già stato selezionato dall'Istituto di Ortofonia e sono disponibili dati analitici.

Materiali prodotti allo stato attuale

1. Ricerche sul target (bambini campione):
 - scheda dei parametri già utilizzati durante le sedute di musicoterapia;
 - campionatura di suoni che piacciono ai bambini
2. Prove di algoritmo per la conversione di EEG in musica
3. Diversi modelli di sonificazione di un EEG test
4. Criteri di sonificazione

Risorse

- Un project manager
- Un neurologo
- Una psichiatra
- Due psicoterapeuti
- Una musicoterapeuta
- Un ingegnere informatico
- Un fisico

INTRODUZIONE

1.1 Il metodo

Brain Music Therapy (BMT) è un metodo non farmacologico per il trattamento di alcuni sintomi psicosomatici, come insonnia, stress e ansia: le onde cerebrali di un paziente vengono tradotte in suono e somministrate nuovamente al paziente stesso per 'risincronizzare' il ritmo celebrale.

Le melodie vengono composte utilizzando le frequenze cerebrali rilevate sul soggetto in stato di rilassamento attivo. I dati raccolti sono elaborati tramite l'utilizzo di una metodologia studiata dal Prof. I. Levine, docente di Medicina e Neurologia presso la Facoltà IM Sechenov di Mosca in collaborazione con il Dr. Leon Kayumov dell'University Health Network di Toronto. I risultati di questo metodo sono stati esposti in alcune pubblicazioni di carattere scientifico.

1.2 Il background

Biofeedback , neurofeedback e BMT

I neurologi hanno studiato la musica generata dalle onde del cervello nella seconda metà del 20° secolo. Nella musicoterapia tradizionale, l'operatore aiuta il paziente a fare musica per trattare alcuni problemi come disabilità del linguaggio o motorie dovute a incidenti, o per aiutare bambini con difficoltà di apprendimento. Ricerche recenti hanno dimostrato che la musica agisce sulla maggior parte delle aree cerebrali e che può influire sul sistema immunitario. La BMT non è una 'musicoterapia' ma tenta di unire alcuni principi delle ricerche sugli effetti della musica a tecniche come il Biofeedback o il Neurofeedback nonché alla teoria della sincronizzazione che si applica a eventi che accadono in natura e a fenomeni biologici.

Il **Biofeedback** è una tecnica studiata fin dagli anni Quaranta e con alterne fortune fino alla fine degli anni Settanta e si basa sulla possibilità di padroneggiare le funzioni che sfuggono al controllo cosciente della persona, quelle cioè rette dal sistema nervoso autonomo o neurovegetativo. Il Biofeedback traduce in uno stimolo che si può cogliere facilmente con i sensi (per es. uno stimolo sonoro) un particolare stato (per es. il livello della pressione) che non si è in grado di percepire, in modo che si possa controllare.

Una sottobranca del Biofeedback è il **Neurofeedback**, con cui si può esercitare la regolazione di quelle funzioni che sono necessarie per i processi di apprendimento. Il paziente si sottopone ad EEG (elettroencefalogramma) e tramite un computer le onde cerebrali sono trasformate in impulsi sia sonori sia visivi: per es. un gioco che appare sullo schermo. Le informazioni visive che appaiono sullo schermo vengono rafforzate da segnali acustici che attraverso l'udito danno un feedback sonoro. Il grado di attenzione del soggetto modifica quello che appare sullo schermo. Attraverso la concentrazione il soggetto è in grado di far funzionare e controllare il gioco.

La BMT è una forma di neurofeedback in quanto utilizza le onde cerebrali del paziente, ma si basa anche sul principio della sincronizzazione che è stato studiato da Steven Strogatz, professore di Matematica applicata alla Cornell University e autore di importanti scoperte nell'ambito della teoria del caos e delle scienze della complessità. Il metodo si fonda su una teoria, che ha avuto fra i suoi pionieri personaggi come Norbert Wiener, Albert Einstein e Richard Feynman e che è stata messa a punto da Strogatz. Analizzando esempi che vanno dai cicli circadiani umani (come i ritmi del sonno e della veglia) alla logica quantistica di strani fenomeni fisici come la superconduzione elettrica, Strogatz ha tentato di studiare i meccanismi che trasformano il caos temporale in armonia e coordinazione.

La BMT studia i modelli ritmici delle onde cerebrali e identifica i particolari segnali che sono emessi durante i diversi stati emotivi e le diverse condizioni fisiche di una persona. I moduli ritmici associati a uno stato di quiete sono isolati e poi utilizzati per produrre una musica 'calmante' ricreando la stessa forma d'onda. Fino ad oggi BMT è stata testata su pazienti affetti da insonnia, depressione o moderati disordini dissociativi.

IL PROGETTO

2.1 Il nostro obiettivo

Il nostro scopo è di trovare un algoritmo per trasformare le onde cerebrali di bambini con problemi di sviluppo, particolarmente quelli affetti da alcune forme di autismo.

L'autismo è una sindrome neurobiologica complessa caratterizzata da problemi di interazione sociale, di comunicazione verbale e non verbale e, talvolta, da attività ripetitive. I bambini affetti da autismo, che spesso non guardano la persona che li sta chiamando o si rivolge loro, hanno difficoltà a interpretare ciò che viene detto e, soprattutto, non intendono i meccanismi di espressione non verbale come la mimica facciale o il tono di voce.

Il nostro obiettivo è di utilizzare il metodo per ottenere sia un effetto rilassante sia un effetto 'attivante' mediante l'opportuna trasformazione delle onde associate allo stato di quiete o allo quello di allerta.

2.2 Cofinanziamento

Una prima parte del progetto, comprendete le attività illustrate di seguito, è stata portata a compimento grazie a un cofinanziamento del Ministero dell'Interno, nell'ambito dell'iniziativa fondo UNNRA 2005 (*United Nations Relief and Rehabilitation Administration*).

2.3 Attività svolte

Una prima parte del progetto, comprendete le attività illustrate di seguito, è stata portata a compimento grazie a un cofinanziamento del Ministero dell'Interno, nell'ambito dell'iniziativa fondo UNNRA 2005 (*United Nations Relief and Rehabilitation Administration*).

- Fase 1 Report sullo stato dell'arte degli studi e indagine sulle applicazioni della BMT
- Fase 2 Test per la scelta del gruppo target
- Fase 3 Esame del gruppo target e somministrazione di diversi tipi di suono per elaborare una griglia di preferenze
- Fase 4 Sviluppo di un prototipo di algoritmo per la trasformazione dell'EEG in musica
- Fase 5 Test del prototipo e raccolta dei risultati per lo sviluppo di una nuova versione

2.4 Risultati emersi

Tra gli output di queste fasi, utili per un'eventuale prosecuzione del progetto vanno citati

1. I risultati del test sulla percezione sonora dei bambini
2. Alcuni criteri per la creazione dell'algoritmo di sonificazione

2.4.1 Test sulla percezione sonora dei bambini

Il test è stato pensato per indagare la risposta di bambini affetti da Disturbo Generalizzato dello Sviluppo a stimoli di tipo sonoro, ipotizzando il manifestarsi o meno di una reazione allo stimolo in base ai contenuti timbrici dei suoni proposti. Gli stimoli somministrati sono stati individuati tenendo presente la gradualità degli stessi sul piano della ricchezza timbrica e della significatività: si è pensato, quindi, di strutturare il test su 3 livelli, passando dalla somministrazione dell'onda sonora semplice ("sinusoide") corrispondente al suono puro, detimbrato, a suoni sempre più caratterizzati timbricamente, fino alla voce umana.

a. Criteri

Il test è stato effettuato utilizzando 3 differenti livelli di suono:

1° livello - suoni puri

- sinusoide a frequenza bassa (220 Hz)
- sinusoide a frequenza media (440 Hz)
- sinusoide a frequenza alta (880 Hz)

2° livello - suoni timbrici

- timpano
- piatti
- fischietto

3° livello - suoni del vissuto intrauterino

- acqua
- battito del cuore
- voce di persona adulta
- voce della mamma (o, in assenza, di altra figura di riferimento del bambino)

La somministrazione del test è avvenuta all'interno dello spazio terapeutico indicato con il nome di "Mattinate Open"; i bambini, che in tale circostanza vengono seguiti anche in gruppo, sono stati a

turno prelevati e condotti in una stanza dell'Istituto, normalmente arredata, nella quale erano stati precedentemente collocati il registratore (livelli 1 e 3) o gli strumenti (livello 2). La somministrazione è avvenuta, quindi, in presenza di stimoli di altra natura (libri, giochi, fogli, colori, etc.).

Ogni stimolo sonoro è stato proposto per un tempo dai 40'' ai 50''.

Gli sperimentatori hanno somministrato gli stimoli assumendo un atteggiamento neutrale rispetto a forme di interazione con i bambini.

b. Monitoraggio delle reazioni

Per l'osservazione si sono individuate 4 aree, e all'interno di ciascuna area vari items:

1. Postura / Movimento / Movimento spaziale
2. Orientamento dello sguardo
3. Mimica facciale
4. Emissione vocale

Gli items o sottocategorie – che non vengono riportati in questa sede - sono stati selezionati in modo da offrire uno spettro completo di tutte le reazioni possibili e/o riscontrate.

Sulla base di questi criteri è stato possibile costruire una griglia che illustra i risultati dei test effettuati su 30 bambini

2.4.2 Alcuni criteri per la sonificazione dell'EEG

Per la sonificazione dell'EEG si sono prese in esame diverse ipotesi di lavoro

1. tradurre in hertz i dati numerici relativi all'EEG, operando una 'traslitterazione' dei parametri a un range di udibilità (molti dei dati numerici corrispondevano a frequenze al di sotto dei 20 Hz, soglia minima di udibilità)
2. scegliere solo alcuni segnali dell'EEG e convertirli
3. effettuare una convoluzione utilizzando sia le frequenze provenienti dagli elettrodi della zona posteriore del cranio (ritmo alfa) sia quelli della zona anteriore con procedimenti differenziati per ottenere scopi differenziati: quelli temporali per il movimento, quelli frontali per l'attenzione.

In una seconda fase ci siamo posti il problema del ritmo e del tipo di suono da usare (solo sinusoidi o anche suoni timbrici).

Si riporta di seguito la relazione del fisico che ha analizzato questi aspetti

Obiettivi:

- 1) rendere più ritmico l'output della sonificazione
- 2) sonificare l'EEG con suoni timbrici (pf, flauto, violino)

Steps

- a. identificare un ritmo cerebrale riducibile a un possibile pattern
- b. identificazione del ritmo alfa (tra 8 e 12 hz) negli elettrodi situati nella zona posteriore
 - i. ripulitura dell'EEG dall'artefatto oculare (attraverso Fast ICA: analisi componenti indipendenti; poi analisi della covarianza rispetto al segnale del movimento degli occhi [terzultima colonna del file]); una volta identificato la componente legata all'artefatto oculare in tutti i segnali FastICA consente di ricostruire l'EEG completo ripulito (prima si ricostruisce l'EEG dovuto solo all'artefatto oculare, poi questo si sottrae a quello completo; a questo punto, tramite l'analisi delle componenti indipendenti si può verificare che il risultato ottenuto non contenga più la componente legata all'artefatto oculare
 - ii. esplorare la banda di frequenza che ci interessa (sia alfa sia beta). Scelta alfa

(8-12)

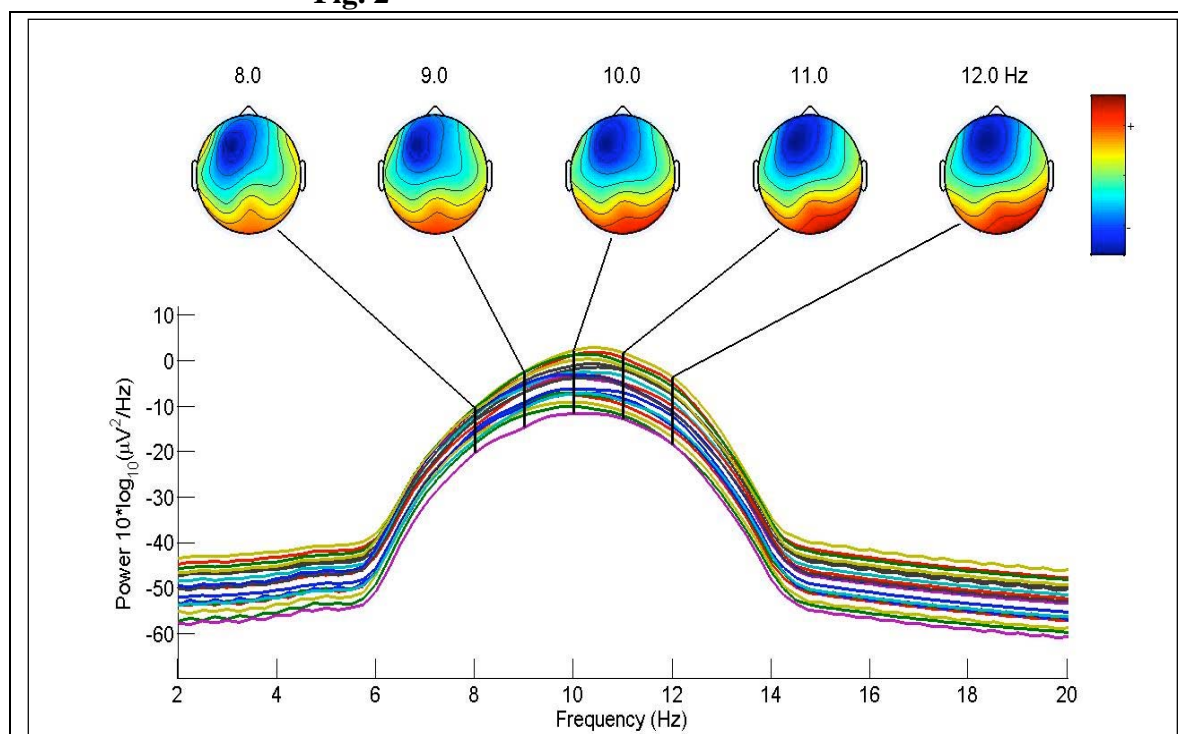
- iii. ritmo alfa solo negli elettrodi posteriori (zona posteriore più attiva in generale, soprattutto nell'emisfero destro) Mano mano che ci si sposta su frequenze alte, c'è più attività sulla parte posteriore
- iv. rintracciare il ritmo alfa solo negli elettrodi posteriori
- v. fare analisi di covarianza dei quattro elettrodi posteriori, per decidere quale segnale prendere (oppure prendere i segnali tutti e sette e farli suonare insieme)
- vi. fatta l'analisi di covarianza, si è evidenziato che c'è una correlazione spaziale

T5	P3	Pz	P4	T6	O1	O2
1	0.82926	0.62257	0.35803	0.42956	0.91055	0.44831
0.82926	1	0.81193	0.44926	0.31426	0.89174	0.46665
0.62257	0.81193	1	0.78456	0.56031	0.74627	0.74411
0.35803	0.44926	0.78456	1	0.81461	0.46766	0.636806
0.42956	0.31426	0.56031	0.81461	1	0.45174	0.88198
0.91055	0.89174	0.74627	0.46766	0.45174	1	0.52278
0.44831	0.46665	0.74411	0.636806	0.88198	0.52278	1

Fig. 1

- vii. si è deciso quindi di prendere gli elettrodi del lobo sinistro (tutti insieme) e quelli del lobo destro e sonificarli creando un segnale stereo (un suono a due canali): per unirli si fa l'analisi delle componenti principali (PCA)
- viii. 256 campioni: filtri, cambiando il valore per cui moltiplichiamo

Fig. 2



2.4.3 Nota procedurale

Per evitare di sottoporre i bambini a uno stress prima ancora di avere certezza sull'efficacia del metodo, le prove di sonificazione sono state finora effettuate con un EEG modello.

2.5 Attività future

Ai fini di una prosecuzione del progetto si ipotizzano prove di sonificazione con EEG di alcuni bambini che sono stati sottoposti al test di percezione sonora. I bambini saranno scelti sulla base della disponibilità loro e dei genitori ad effettuare un EEG.

Il risultato della sonificazione sarà somministrato ai bambini in primis in Istituto per verificare la reazione sulla base delle categorie già identificate durante il test di percezione sonora. In un secondo momento, eventualmente, si potrà chiedere ai genitori di effettuare la somministrazione anche a casa. Infine, solo per alcuni soggetti si può ipotizzare di effettuare un EEG di monitoraggio durante la somministrazione della 'musica del cervello'.