

## Forme sonore in movimento

## Moving sonic forms

NADIA CARLOMAGNO • ALESSANDRO CIASULLO  
PIO ALFREDO DI TORE • ELISA FRAUENFELDER \*

*Muovere forme sonore* consente al soggetto di realizzare un processo originale di significazione *dinamica* attraverso il quale il corpo diventa un “*biologically designed mediator*” in grado di trasferire l’energia fisica del suono a un livello mentale e di restituire la rappresentazione mentale in una forma materiale (Leman, 2008). Nell’ottica della *embodied music cognition* il concetto di percezione appare recepire la riflessione scientifica più recente che ruota intorno all’assunto per cui “what happens in perception can be understood in terms of action” (Jeannerod, 1994; Berthoz, 1997; Prinz and Hommel, 2002; Decety and Jackson, 2004).

Il framework concettuale del lavoro recepisce, in tal senso, la prospettiva della *semplicità* (Berthoz, 2011) in campo didattico, ovvero la possibile fruizione di principi capaci di semplificare l’azione didattica, utilizzando *complessità accessorie* (Berthoz, 2011) che siano in grado di fronteggiare la complessità dell’esperienza formativa (Sibilio, 2013). Questo approccio che si fonda sulla visione *bioeducativa* della didattica (Frauenfelder & Santoianni, 2002), riconoscendo nell’esperienza formativa il significato delle *corporeità didattiche* (Sibilio, 2011), tenta di capitalizzare la dimensione dinamica del suono musicale, disegnando immagini fisse di un flusso in continuo movimento (Godøy, 2003).

Sul piano didattico, infatti, l’accoppiamento di azioni, forme e sonorità, sollecita i processi di significazione attraverso l’ampliamento dello spazio della conoscenza.

La proposta progettuale intende realizzare una versione fruibile didatticamente di *NodeBeat*, uno strumento interattivo di creazione musicale basato su forme e suoni da costruire e manipolare, prevedendo la LIM come strumento di supporto alla realizzazione dell’esperienza formativa nelle prime classi della scuola primaria.

*Moving sonic forms* allows the subject to promote an original process of dynamic signification through which the body becomes a “*biologically designed mediator*” able to transfer sound physical energy up to a mental level and to give back mental representation into a material form (Leman, 2008). In the *embodied music cognition* perspective the concept of perception seems to reflect the latest neuro-scientific debate, for which “what happens in perception can be understood in terms of action” (Jeannerod, 1994; Berthoz, 1997; Prinz and Hommel, 2002; Decety and Jackson, 2004).

The conceptual framework of this work, in this sense, reflects the perspective of *simplicity* (Berthoz, 2011) in the educational field, that is the possible use of principles capable of simplifying the teaching action, using *complex additional strategies* (Berthoz, 2011) which are able to face the formative complexity (Sibilio, 2013).

This approach, based on the *bioeducational* vision of teaching (Frauenfelder & Santoianni, 2002), recognizing in the formative experience the significance of *educational corporealities* (Sibilio, 2011), tries to capitalize the dynamic dimension of the musical sound, paradoxically drawing still images of a continuous stream (Godøy, 2003).

On the educational field, the coupling of actions, forms and sounds, stimulates the signification processes through the expansion of the space of knowledge.

The proposed project intends to provide a teaching-oriented version of *NodeBeat*, a creative interactive music making software based on shapes and sounds to build and manipulate through the use of the IWB as support in Primary school.

**Parole chiave:** Bioeducazione, Semplicità, Corporeità didattiche, Educazione Musicale, Interfacce tangibili, Audiation.

**Key words:** Bioeducation, Simplicity, Educational Corporealities, Music Education, Tangible Interfaces, Audiation

- \* Nadia Carlomagno è l’autore del lavoro; Alessandro Ciasullo ha collaborato alla realizzazione del progetto di ricerca ed ha coadiuvato l’autore nella parte del lavoro *Attività in classe*; Pio Alfredo Di Tore ha collaborato alla realizzazione del progetto di ricerca ed ha coadiuvato l’autore nella realizzazione della parte *Framework tecnologico*; Elisa Frauenfelder è il coordinatore scientifico del lavoro.

## Forme sonore in movimento

### Introduzione

Nella prospettiva bioeducativa, il rapporto tra corpo, movimento e processi cognitivi si traduce una visione adattiva e complessa dell'apprendimento che coinvolge il soggetto nella sua dimensione *interattiva* (Carlomagno, Ciasullo, Orefice & Frauenfelder, 2013).

In tale visione il nucleo della formazione è situato “nella considerazione del soggetto nella sua globalità e nel suo sviluppo, come individuo *attivo* nel fare esperienza della realtà circostante, selezionandola, codificandola e interpretandola. [...] Nelle scienze bioeducative un discorso sulla formazione considera l'apprendimento come centro di *convergenza moltiplicativa* a cui possono essere ricondotti gli apporti di tutte quelle discipline la cui competenza perennemente si intreccia con quella più specificamente pedagogica” (Frauenfelder, 2002, 39).

È indispensabile sottolineare che questa prospettiva avvalorata l'unicità della relazione apprendimento-formazione e trova significatività nelle acquisizioni delle recenti scoperte neuro-scientifiche, considerate fondamentali per allargare l'orizzonte delle chiavi interpretative utilizzabili al fine di attribuire i possibili significati al processo insegnamento-apprendimento.

In tale ottica, si coniugano naturalmente apparenti antinomie sul significato *dinamicamente evolutivo* di corpo e cognizione.

“With ascending level of abstraction, the role of cognitive processing grows gradually. Rather than thinking in terms of a dichotomy, however, I prefer to think in terms of a continuum between lower and higher levels of processing, stressing the role of direct perception and of cognitive mediation, that is the outcome of learning processes” (Reybrouck, 2001, 602-603).

Il rapporto tra percezione e processi cognitivi, in questo contesto, viene considerato alla luce del rovesciamento del paradigma “classico” percezione-azione, operato sulla base delle evidenze provenienti dalla riflessione neuro-scientifica più recente.

“we base on the action, not on the representation, our conception of the activity of the body. The perception does not represent the world, but constitutes it as Umwelt. The action does not just react to the event, she precedes it with simulation or emulation” (Berthoz & Petit, 2006).

Di tale approccio offre una efficace sintesi Marc Leman nell'affermare che: «what happens in perception can be understood in terms of action» (Leman, 2008, 48; Jeannerod, 1994; Berthoz, 1997; Prinz and Hommel, 2002; Decety and Jackson, 2004).

Il legame tra corpo, spazio e processi cognitivi, che presuppongono l'uso del movimento per la manipolazione sonora, viene ribadito in maniera esplicita dal neurofisiologo Alain Berthoz:

“La mia ipotesi a questo proposito è duplice. La prima è che gli strumenti mentali elaborati nel corso dell'evoluzione per risolvere i molteplici problemi che pone l'avanzamento nello spazio siano stati utilizzati anche per le funzioni cognitive più elevate: la memoria e il ragionamento, la relazione con l'altro e anche la creatività. La seconda ipotesi è che i meccanismi mentali deputati all'elaborazione spaziale permettano di semplificare numerosi altri problemi posti agli organismi viventi” (Berthoz, 2011, 107).

Su tale rovesciamento di paradigma, e sull'ipotesi di Berthoz in particolare, si fonda l'ipotesi progettuale presentata in questo lavoro che ha come obiettivo il design e lo sviluppo di un software finalizzato alla manipolazione virtuale di forme sonore, che realizzi le interazioni educative attraverso il movimento di oggetti sonori bidimensionali.

L'ambito di riferimento è l'ambito specifico della *research in music education* in generale (Price & Chang, 2000) e della didattica della musica in particolare<sup>1</sup>.

## 1. Framework concettuale

La riflessione sull'approccio *embodied* alla ricerca in campo musicale (Leman, 2008; Reybrouck, 2001) avvalorata la fruibilità didattica della sintesi corpo-suono-movimento, evidenziando il ruolo centrale del corpo come componente primaria della percezione musicale e della comprensione sonora dei significati.

Nell'ipotesi di Leman il corpo è un “*biologically designed mediator*” in grado di trasferire l'energia fisica del suono a un livello mentale e di restituire la rappresentazione mentale in una forma materiale.

“The human body can be seen as a biologically designed mediator that transfers physical energy up to a level of action-oriented meanings, to a mental level in which experiences, values, and intentions form the basic components of music signification. The reverse process is also possible: that the human body transfers an idea, or mental representation, into a material or energetic form. This two-way mediated process is largely constrained by body movements, which are assumed to play a central role in all musical activities. The embodied music cognition approach assumes that the (musical) mind results from this embodied interaction with music” (Leman, 2008).

La funzione del corpo, come *mediatore biologico* tra l'energia fisica del suono e la costruzione di significati, si sostanzia e si realizza attraverso l'uso del movimento come strumento e soggetto di interazione con ambienti tecnologici:

<sup>1</sup> Per una trattazione esaustiva della prospettiva bioeducativa si rimanda ai testi “Introduzione alle scienze bioeducative” (Frauenfelder, Santoianni, & Striano, 2004) e “Le scienze bioeducative. Prospettive di ricerca” (Frauenfelder & Santoianni, 2002), mentre per il concetto di semplicità e per la declinazione didattica di tale concetto si rimanda ai testi “La semplicità” (Berthoz, 2011) e “La didattica semplice” (Sibilio, 2013).

«[...] Properties, such as objects coming closer or moving away, can be expressed using body movement [...]. In that sense, dealing with sonic moving forms in terms of body movement provides descriptions that are based on perceptual and sensorimotor mechanisms» (Leman, 2008, 20).

Su queste basi si struttura il concetto di *sonic form*, per cui la percezione musicale corrisponde ad una simulazione corporea della percezione di forme sonore in movimento (Godøy, 2003).

Le forme sonore, in questa ottica centrata sull'interazione corpo-macchina, rimandano necessariamente ai concetti di azione, anticipazione e intenzionalità:

«If the moving sonic forms can engage humans in body movements, then it is straightforward to assume that this movement will engender sensory qualities which can be attributed to music as well. If corporeal imitation of movement in sound is possible, then the association with sensory qualities is straightforward» (Godøy, 2003).

Tali suggestioni inducono a riflettere su nuovi spazi di ricerca offerti dal concetto di *corporeità didattiche*, attraverso l'indagine dei possibili significati derivanti dalla manipolazione di forme sonore.

«In questo senso, appaiono importanti non solo le modalità adottate dal docente per costruire personalmente i diversi significati, ma la sua capacità di proporre ai discenti la stessa o altre modalità attraverso forme didattiche che rispecchino fedelmente le sue intenzioni, impiegando anche le potenzialità corporee nella costruzione di significati condivisi» (Sibilio, 2001, X.)

Interpretando, dunque, il corpo come «dispositivo principale attraverso il quale, realizzando esperienze, sviluppiamo apprendimento e produciamo conoscenza» (Rivoltella, 2012, 12), si ipotizzano opportunità di apprendimento volte a «guardare alle corporeità didattiche come una vera e propria pratica situata e a considerare i risultati dell'azione didattica come il prodotto finale di un'interazione complessa non linearmente "spiegabile"» (Sibilio, 2011, 61).

L'ipotesi alla base di questo studio è che l'approccio della *embodied music cognition* (Leman, 2008), applicato alla didattica della musica, possa incentivare nei bambini la capacità di *Audiation* nei primi anni di vita, attraverso il gioco e il movimento.

L'*Audiation* si configura come un processo cognitivo *incarnato* attraverso il quale il soggetto dà significato (organizza) ai suoni musicali e si determina in un processo sequenziale che dura nel tempo (Gordon, 2003).

La capacità di *Audiation*, secondo Gordon, si svilupperebbe a partire dall'età neonatale per poi evolversi durante la prima infanzia attraverso la guida informale di un adulto competente che utilizza come principio didattico-pedagogico l'esempio diretto, il gioco e il movimento. La produzione musicale, sia essa costituita dal cantare, dal suonare uno strumento reale o virtuale, rappresenta una potenziale estensione della spinta comunicazionale e organizzativa di una dimensione organica e strutturata che può essere recepita dall'esperienza didattica attraverso l'uso del corpo in movimento.

## 2. Framework tecnologico

Sul versante dello sviluppo software, il progetto intende capitalizzare sul piano didattico le opportunità di *interazione enattiva* (Chow & Harrell, 2011) offerte dalle Interfacce Naturali, che consentono il recupero alla Human Computer Interaction di paradigmi naturali della interazione umana (suono, voce, tatto, movimento).

“Natural User Interface (NUI) is the next metaphysical paradigm shift in man machine interaction (MMI) also known as human computer interaction (HCI). Beginning with the Command Line Interface (CLI) and followed by the Graphical User Interface (GUI), we are now in the midst of discovering the next phase of a more organic interfaces which are based on more traditional human interaction paradigms such as touch, vision, speech and most importantly creativity. Natural user interfaces can include sound, touch, gesture, tactile inputs and outputs and are really about making the most efficient use of the human senses when interacting with machines” (NUIGroup, 2011).

La diffusione di Interfacce Naturali, già supportate da molti devices e software presenti nelle aule scolastiche (LIM, tablet, smartphone), consente di rimuovere il diaframma che, nelle interfacce grafiche, separa l'utente dall'applicazione: l'interazione non avviene “attraverso lo specchio” (Carroll, 2012) dello schermo, ma avviene, attraverso il movimento, nello spazio naturale dell'utente, in relazione ad una *umwelt* aumentata (digitale) che inter-agisce in maniera continua (non discreta) con l'intero corpo dell'utente (Di Tore, Carlomagno, Di Tore, & Sibilio, 2013).

“The analysis of the educational potential of gesture-based technologies is developed from the awareness that the devices that encourage to touch, to move and to explore are considered interesting for teaching and education. The gesture-based computing will probably be able to control the educational experience through the body and voice, to transform the teaching action in digital contexts in a natural and interactive experience and to interact in and with an augmented environment to “manipulate”, influence and transform it into an intuitive manner” (Di Tore, Carlomagno, Di Tore, Sibilio, 2013, 43).

In questo senso, l'implementazione delle interfacce naturali in ambito educativo, valorizzando l'interazione azione-suono-spazio-forma, rappresenta un dispositivo didattico in grado di recuperare le corporeità didattiche alla *Human Computer Interaction*.

## 3. Obiettivi

Partendo da tali premesse teoriche, il progetto di ricerca ha come obiettivo la creazione di un software didattico finalizzato alla manipolazione di forme sonore, che realizzi le interazioni educative attraverso il movimento di oggetti sonori.

Il focus principale del progetto è sulle interfacce naturali, che rappresentano lo strumento attraverso cui la manipolazione di forme sonore prende corpo. Il progetto mira alla realizzazione di un sistema *multi-touch*, che consenta ai bambini di creare e generare musica interagendo con una *tangible interface* in cui le caratteristiche fisiche dell'*input* siano emulate e l'interazione avvenga con uno strumento virtuale.

Il progetto non si propone di realizzare il software *ex-novo*; intende piuttosto sviluppare una versione orientata al processo di insegnamento-apprendimento di un software *open*

source esistente, *NodeBeat*, che è pensato principalmente per l'utilizzo su dispositivi mobili quali tablet e smartphone. Si intende quindi valorizzare le componenti NUI (Natural User Interface) di *NodeBeat*, orientandole all'utilizzo sulla LIM<sup>2</sup>.

*NodeBeat* è un sintetizzatore/sequencer creato per far suonare le connessioni generate dalle immagini e i suoni da esse generate; in *NodeBeat*, esistono due tipologie principali di "oggetti sonori" (di varie dimensioni e misure): Nodi-Generatori e Nodi-note; ogni nota, perché possa effettivamente suonare, deve essere fisicamente collegata ad uno o più generatori. Il tipo di nota, il numero di collegamenti ai generatori e la distanza da questi determinano effettivamente come e quanto ogni nota suona. In altre parole, ciò che viene fisicamente costruito spostando i diversi oggetti sulla interfaccia di *NodeBeat* è una figura che, in base alle sue caratteristiche (tipologie e numero di oggetti, distanza tra gli oggetti), produce un determinato suono.

*NodeBeat* sembra immediatamente offrirsi come concreta istanza di ciò che Leman ha definito, riprendendo Godoy, *moving sonic forms*.

Inoltre, questo software presenta molteplici vantaggi: è *freeware* nella versione per desktop, consente creazioni musicali e composizioni senza la necessità di competenze specifiche circa la teoria e la pratica strumentale, è modificabile, è *open-source*.

L'attività di seguito presentata ha avuto il carattere di uno *studio di usabilità* (Nielsen, 1994) volto a verificare la possibilità:

- a) che effettivamente l'utilizzo di software come *NodeBeat*, grazie al supporto che offre per le Interfacce Naturali, possa rappresentare uno strumento per tradurre nella pratica didattica le suggestioni provenienti dall'idea di *embodied music cognition* (Leman, 2008).
- b) che sia fattibile sviluppare una versione didattica per la LIM di un software originariamente pensato per altro utilizzo su altri dispositivi.

#### 4. Metodologia

Il lavoro qui presentato riguarda la progettazione e la valutazione di un sistema multi-touch semplice che permetta ai bambini di creare musica attraverso l'interazione con le *forme sonore*.

Occorre rendere esplicito che l'obiettivo primario del lavoro è stato quello di verificare la funzionalità della versione del software, nella consapevolezza di non registrare il comportamento e i risultati degli utenti in un setup sperimentale.

Il report presentato di seguito costituisce dunque il resoconto di *uno studio di usabilità* tradotto in una ricerca a carattere applicativo ed empirico relativa alla progettazione di una tecnologia educativa; in particolar modo il report riguarda la fase di analisi funzionale al design del software.

La verifica della *efficacia didattica*, con strumenti propri della ricerca educativa, verrà affidata ad un successivo step del progetto, da realizzarsi dopo la produzione definitiva del software in oggetto, sulla base delle osservazioni di seguito riportate.

- 2 Il design e lo sviluppo del software avverranno come parte di un più ampio progetto sulle potenzialità didattiche delle Interfacce Naturali, avviato da Alfredo e Stefano Di Tore presso il Dipartimento di Scienze Umane, Filosofiche e della Formazione dell'Università di Salerno, con il coordinamento scientifico del prof. Maurizio Sibilio.

Nel caso specifico, trattandosi di una versione modificata di un software esistente, questo stage consiste essenzialmente nello studio delle interazioni rese possibili dal software attuale e nella individuazione delle modifiche alle funzionalità e alle prestazioni che esso dovrà offrire al fruitore.

Lo studio esplorativo è stato avviato in una classe terza della scuola primaria, utilizzando la LIM come supporto, ed ha coinvolto 22 studenti, non modificando il contesto normale di svolgimento delle loro attività didattiche quotidiane (presenza in aula di una loro insegnante).

Gli studenti sono stati divisi in gruppi e a ogni gruppo sono stati sottoposti tre *musical tasks* (di cui fornirà la descrizione nel prossimo paragrafo); le performances degli studenti e la discussione informale all'interno dei gruppi e tra i gruppi sono state videoregistrate per generare dati sufficienti per analizzare i diversi aspetti del comportamento provocato dall'applicazione del prototipo, nel tentativo di individuare qualsiasi difficoltà gli utenti potessero sperimentare con l'applicazione, in che misura essa ha permesso loro di collaborare, e il grado in cui essa li ha impegnati.

Non si è ritenuto di preparare griglie di osservazione o di definire indicatori specifici, al fine di evitare possibili condizionamenti nell'osservazione. La valutazione della fase di osservazione è stata affidata ai singoli componenti del gruppo di ricerca, composto da: un *principal investigator* (esperto in didattica della musica); due *software designers* con esperienza nell'ambito delle interfacce naturali; un *coordinatore scientifico* (esperto nella valutazione del movimento).

Considerato il *topic* del progetto (muovere forme sonore), si è ritenuto di valutare in via preliminare:

- il grado di integrazione visuomotoria degli studenti coinvolti;
- la capacità di intonazione;

Per il primo punto sono stati utilizzati i test Bender e VMI (Beery, 1967; Beery, 2004). Occorre precisare che il Bender è stato somministrato a scopo dimostrativo, per familiarizzare con il gruppo, considerando anche che alcune forme dei task descritti di seguito sono state mutate da questo test, e sono stati presi in considerazione esclusivamente i risultati ottenuti con il VMI.

Per il secondo punto, è stata utilizzata la scala di valutazione dell'intonazione sul modello elaborato da Graham F. Welch (Welch, 1994).

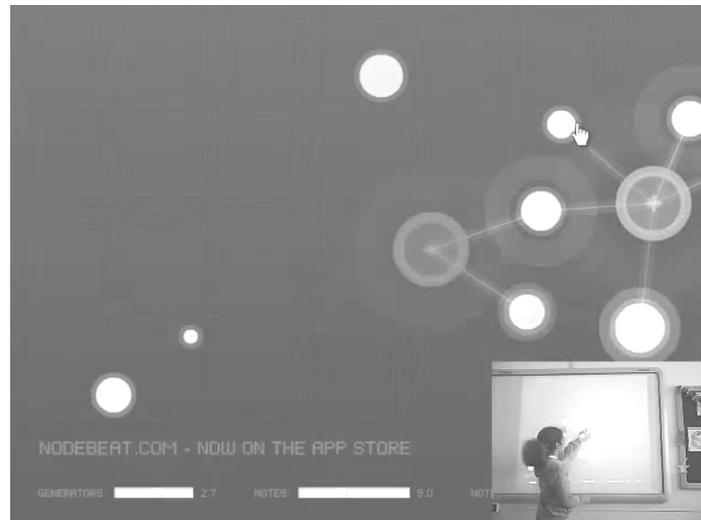
Considerando il valore preliminare di queste valutazioni, non si ritiene qui, per brevità, di riportare i dati. Si sottolinea comunque che i risultati non evidenziano nessuna differenza significativa con le classi di normalità di riferimento (i risultati normalizzati del VMI collocano tutti gli utenti tra il 49° e il 51° percentile).

## 5. L'attività in classe

Le attività hanno seguito una scansione in quattro fasi.

### Fase 1

Esplorazione libera di *NodeBeat* sulla LIM (Fig. 1).



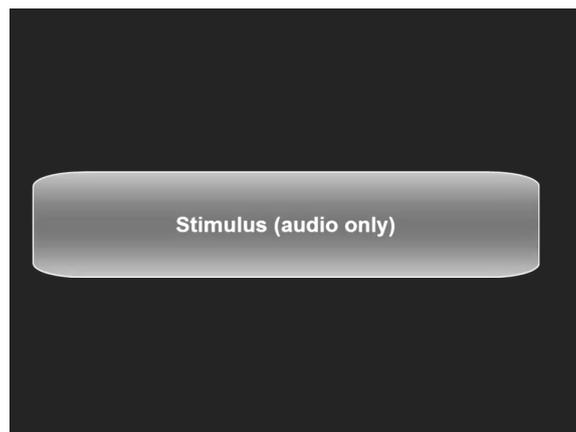
**Fig. 1: Esplorazione libera**

*Osservazioni:* I commenti degli osservatori sono concordi nel rilevare una tendenza a generare forme simmetriche e riportare tutti gli elementi presenti sulla LIM ad una tendenziale uniformità.

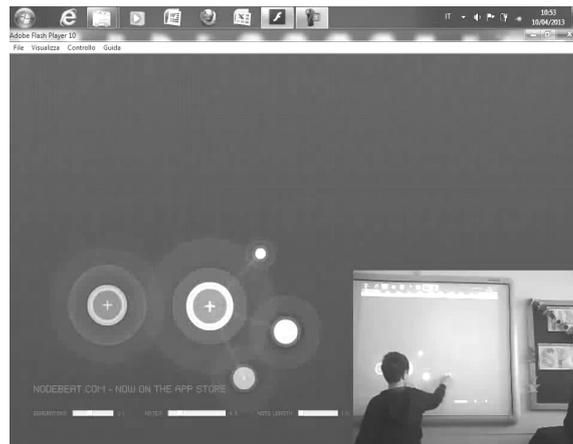
### Fase 2

Riproduzione di configurazioni per difficoltà crescente.

In un primo *step*, viene presentato, come stimolo da riprodurre, soltanto il suono (Fig. 2; 3).

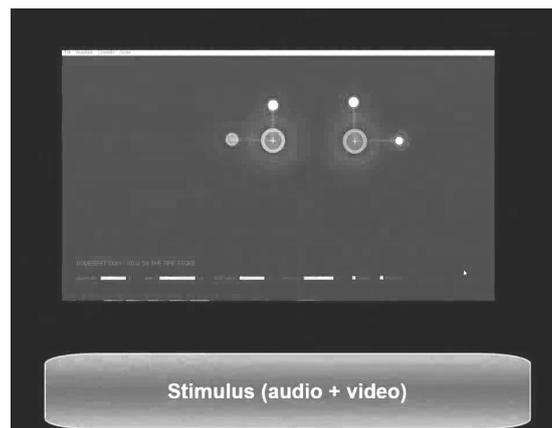


**Fig. 2: Presentazione dello stimolo sonoro**

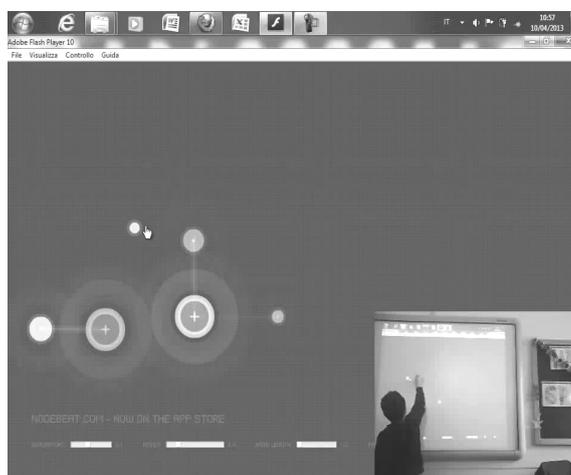


**Fig. 3: Realizzazione del solo stimolo uditivo**

In un secondo step, viene presentato lo stimolo sonoro accompagnato dalla visualizzazione dell'interfaccia di *NodeBeat* (Configurazione 1: un generatore, due note; Configurazione 2: due generatori, quattro note; Configurazione 3: tre generatori, sei note) (Fig. 4; 5)



**Fig. 4: Presentazione di stimolo visivo e uditivo**



**Fig. 5: Esecuzione secondo lo stimolo visivo ed uditivo**

*Osservazioni:* i commenti degli osservatori sono concordi nel rilevare una performance più sicura e rapida quando i due stimoli sono stati presentati in combinazione; nell’ottica dello sviluppo di una *tangible music interface* (che è tra gli obiettivi del progetto) questo assume un’importanza peculiare.

### Fase 3

Riproduzione di configurazioni mutuata dal Bender Gestalt Test e dal Visual Motor Integration Test.

Ai bambini è stato chiesto di riprodurre, con *NodeBeat*, alcune forme presenti nei test Bender e VMI; durante la fase di illustrazione, è stata mostrata ai bambini una legenda indicante dove posizionare, riproducendo la figura, i nodi generatori e dove le note (Fig. 6; 7).

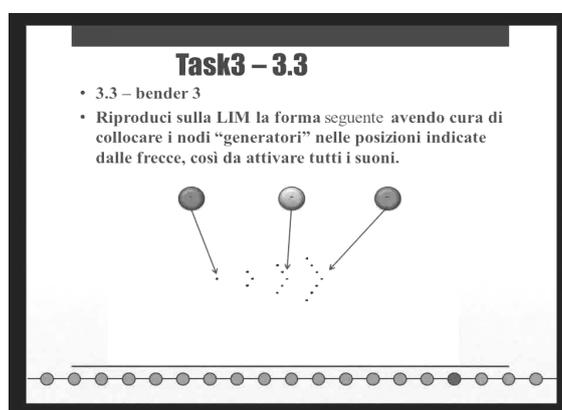


Fig. 6: Presentazione grafica di figure dal “Bender”

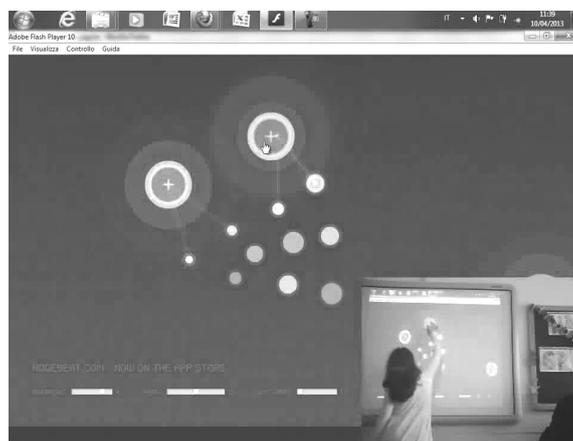


Fig. 7: Esecuzione del “Bender”

*Osservazioni:* i commenti degli osservatori sono concordi nel segnalare che diversi studenti hanno riprodotto, oltre alle forme, anche le indicazioni su dove posizionare i nodi generatori (occorre specificare che i bambini avevano già familiarità con le forme selezionate, perché era stato loro somministrato, in precedenza, sia il Bender che il VMI test). Si è convenuto, pertanto, di modificare l’interfaccia in cui il task viene proposto all’utente, inserendo un disclaimer esplicativo e proponendo due schermate in sequenza, inserendo le indicazioni solo nella prima schermata e proponendo la seconda schermata come risultato atteso.

#### Fase 4

Riproduzione di strutture complete realizzate tramite *NodeBeat*.

Nella quarta fase è stata presentata una struttura completa creata sull'interfaccia di *NodeBeat* ed è stato chiesto ai bambini di riprodurla (Fig. 8; 9).

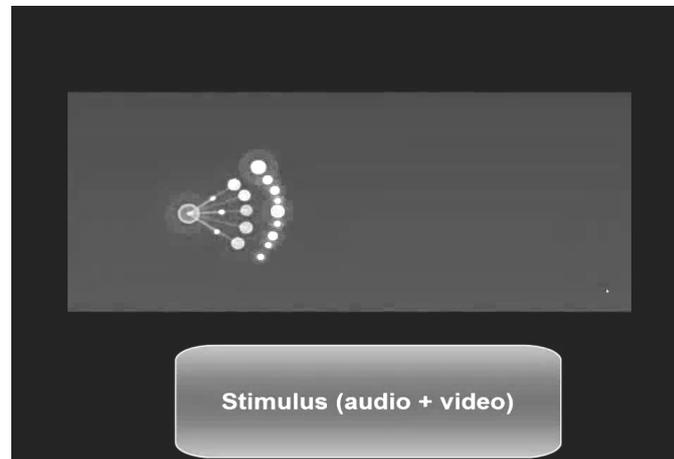


Fig. 8: Presentazione di una figura completa

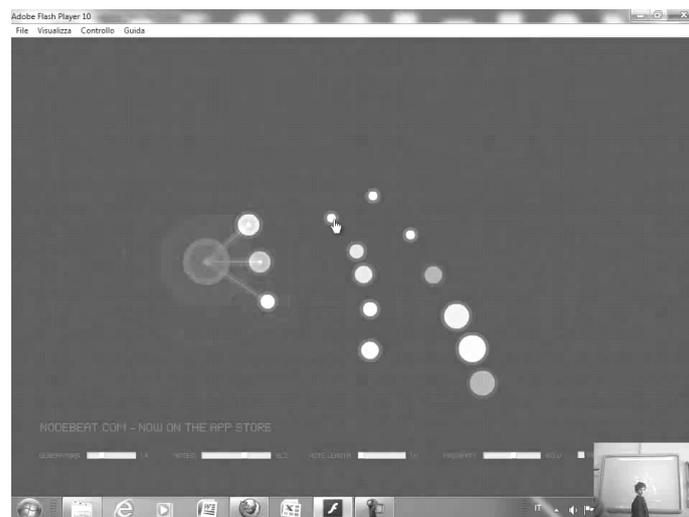


Fig. 9: Realizzazione della figura presentata

*Osservazioni:* I commenti sono concordi nell'assegnare a questa fase le performances migliori, intese come aderenza del prodotto dell'attività dei bambini rispetto allo stimolo proposto.

## Conclusioni

Al fine di realizzare una edizione di *NodeBeat* espressamente progettata per l'utilizzo didattico, l'esperienza in classe ha avuto lo scopo di verificare la fattibilità del progetto, ovvero di constatare l'effettiva spendibilità didattica di un *sequencer* come *NodeBeat*.

La suddetta esperienza sembra confermare, da un lato, la fattibilità tecnica del *porting* di

*NodeBeat* verso la LIM e, dall'altro, l'opportunità di realizzare una versione del software orientata al processo d'insegnamento-apprendimento.

Tale risposta incentiva gli obiettivi futuri del progetto, che possono essere così presentati:

- Elaborare una variegata scelta di forme per il riconoscimento degli elementi musicali;
- Superare la bidimensionalità e estendere, utilizzando ed integrando altre interfacce, la manipolazione di forme e suoni in 3D.
- Procedere ad una verifica sperimentale dell'efficacia didattica dello strumento proposto.

In conclusione, da quanto sopra argomentato, si possono desumere notevoli occasioni d'integrazione sistemica sul piano didattico, tali da favorire una maggiore diffusione dell'approccio al mondo sonoro/virtuale, oltre che nuove possibilità date al corpo di agire su di esso. Ciò denota le potenzialità di uno studio ulteriore su nuovi strumenti da applicare ai contesti formali e non-formali (Carlomagno, 2012), oltre che la possibilità di calibrare nuovi approcci utilizzabili per fronteggiare didatticamente i bisogni educativi speciali.

## Riferimenti bibliografici

- Beery, K. E. (1967). *Developmental test of visual-motor integration: Administration and scoring manual*. Chicago: Follett Pub.
- Beery, K. E. (2004). *The Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration (Beery VMI-5)*. Minneapolis: NCS Pearson.
- Berthoz, A. (1997). *Le sens du mouvement* (Vol. 223) Paris: Odile Jacob.
- Berthoz, A. (2011). *La semplicità*. Torino: Codice.
- Berthoz, A., & Petit, J.-L. (2006). *Phénoménologie et physiologie de l'action*. Paris: Odile Jacob.
- Carlomagno N. (2012). *Corpo, movimento e didattica: emergenze formative e sviluppi professionali. I nuovi profili professionali motorio-sportivi nei contesti educativi per l'età evolutiva*. San Cesario di Lecce: Pensa.
- Carlomagno N., Ciasullo A., Orefice C., & Frauenfelder E. (2013). Didactic "Harmonies" in a Bio-educational Perspective. *Education, Sciences & Society*, 4(1), 151-158.
- Carroll, L. (2012). *Attraverso lo Specchio*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Chow, K. K. N., & Harrell, D. F. (2011). Enduring interaction: an approach to analysis and design of animated gestural interfaces in creative computing systems. *Proceedings of the 8th ACM conference on Creativity and cognition*.
- Decety, J., & Jackson, P. L. (2004). The functional architecture of human empathy. *Behavioral and cognitive neuroscience reviews*, 3(2), 71-100.
- Di Tore, P., Carlomagno, N., Di Tore, S., & Sibilio, M. (2013). Digital Umwelt: Towards a Didactic Use of Natural Interfaces. *International Journal of Digital Literacy and Digital Competence (IJDLDLDC)*, 4(1) 38-46.
- Frauenfelder, E., Santoianni, F. (2002). *Percorsi dell'apprendimento, percorsi per l'insegnamento*. Roma: Armando.
- Frauenfelder, E., & Santoianni, F. (eds.) (2002). *Le scienze bioeducative. Prospettive di ricerca*. Napoli: Li-guori.
- Frauenfelder, E., Santoianni F., & Striano, M. (2004). *Introduzione alle scienze bioeducative*. Roma-Bari: Laterza.
- Godøy, R. I. (2003). Motor-mimetic music cognition. *Leonardo*, 36(4), 317-319.
- Gordon, E. E. (2003). *A Music Learning Theory for Newborn and Young Children*. Chicago: GIA Publications.
- Jeannerod, M. (1994). The representing brain: Neural correlates of motor intention and imagery. *Behavioral and Brain sciences*, 17(02), 187-202.
- Leman, M. (2008). *Embodied Music: Cognition and Mediation Technology*. Boston: MIT Press.

- Nielsen, J. (Eds.) (1994). Usability Engineering, Elsevier Science: *Conference Companion on Human Factors in Computing Systems*. Boston.
- NUIGroup. Multi-Touch Technologies. *Community Release*.
- Price, H. E., & Chang, E. C. (2000). An annotated bibliography of music education research journals. *Update: Applications of Research in Music Education*, 18(2), 19-26.
- Prinz W., & Hommel B. (2002). *Common mechanisms in perception and action: Attention and performance XIX*. Oxford: Oxford University Press.
- Reybrouck M. (2001). Biological roots of musical epistemology: Functional cycles, Umwelt, and enactive listening. *Semiotica* 2001(134), 599-633.
- Rivoltella, P. C. (2012). *Neurodidattica. Insegnare al cervello che apprende*. Milano: Raffaello Cortina.
- Sibilio, M. (ed.). (2011). *Il corpo e il movimento nella ricerca didattica. Indirizzi scientifico-disciplinari e chiavi teorico-argomentative*. Napoli: Liguori.
- Sibilio, M. (2012). La dimensione semplice dell'agire didattico. In M. Sibilio (Ed.), *Traiettorie non lineari nella ricerca. Nuovi scenari interdisciplinari*. San Cesario di Lecce: Pensa.
- Sibilio, M. (2013). *La didattica semplice*. Napoli: Liguori.
- Welch, G. F. (1994). The assessment of singing. *Psychology of Music*, 22(1), 3-19.