

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2017)

5ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»

5ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο
Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην
Εκπαιδευτική Διαδικασία

Αθήνα
21-23 Απριλίου 2017

Παιδαγωγικό Τμήμα
Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε.

Διαδίκτυα Περιβάλλοντα
Ψηφιακά Παιχνίδια
Εργαλεία Web 2.0
Ψηφιακή Αφήγηση
Αξιολόγηση
Ψηφιακά Αποθετήρια ΕΛ/ΛΑΚ
Επιμόρφωση
STEM
Οπτικοακουστικός Γραμματισμός
Ειδική Ανωνή
ΤΠΕ
Εκπαιδευτική Ρομποτική
Έρευνα

etpe2017.aspete.gr

Υπό την Αιγίδα του Υπουργείου Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων

ΑΣΠΑΙΤΕ

ΕΤΠΕ
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
& ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

ImproviSchool: Ένα διάχυτο σύστημα για την εκμάθηση μουσικής στη σχολική τάξη

Χρήστος Πουλούλης, Γεώργιος Παλαιγεωργίου

Βιβλιογραφική αναφορά:

Πουλούλης Χ., & Παλαιγεωργίου Γ. (2022). ImproviSchool: Ένα διάχυτο σύστημα για την εκμάθηση μουσικής στη σχολική τάξη. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 615–627. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4115>

ImprovisSchool: Ένα διάχυτο σύστημα για την εκμάθηση μουσικής στη σχολική τάξη

Πουλούλης Χρήστος¹, Παλαιγεωργίου Γεώργιος²
poulchris@yahoo.gr, gpalegeo@gmail.com

¹ Γυμνάσιο Πυργετού Λάρισας

² Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Στη συγκεκριμένη έρευνα, επιδιώκουμε να εξετάσουμε κατά πόσο διάχυτες μουσικές διεπαφές μπορούν μέσα στο σχολικό περιβάλλον μιας τάξης να επιτρέψουν στους μαθητές, σε περιορισμένο χρόνο, να δημιουργήσουν ένα αυτοσχέδιο μουσικό προϊόν, κατανοώντας παράλληλα βασικές μουσικές έννοιες. Προτείνουμε το πλαίσιο ImprovisSchool που αποτελείται από: α) τέσσερις ομάδες διάχυτων διεπαφών (μελωδίας, κρουστών, ελέγχου έντασης, απομμήσεων οργάνων) με τις οποίες οι μαθητές παράγουν μουσική β) μια ιστορία την οποία καλούνται να δραματοποιήσουν και να επενδύσουν μουσικά, με τελικό σκοπό τη δημιουργία μιας βιωματικής μουσικής παράστασης. Το πλαίσιο ImprovisSchool εφαρμόστηκε σε δυο τάξεις της Δ' Δημοτικού σε δυο συνεδρίες των 2 σχολικών ωρών. Οι μαθητές ενθουσιάστηκαν με το μουσικό τους δημιούργημα, βρήκαν τις «μουσικές εικόνες» (διεπαφές) εύχρηστες, εκφραστικές και ευχάριστες, κατορθώνοντας μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα να δημιουργήσουν τις δικές τους συνθέσεις, ερχόμενοι παράλληλα σε επαφή και κατανοώντας βασικές μουσικές έννοιες. Οι διάχυτες μουσικές διεπαφές φαίνεται ότι μπορούν να αλλάξουν ριζικά τον τρόπο εκμάθησης της μουσικής μέσα στη σχολική αίθουσα.

Λέξεις κλειδιά: ubiquitous music, διάχυτες διεπαφές, tangible interaction, εκμάθηση μουσικής, meta-instruments

Εισαγωγή

Από την εποχή του Froebel και των παιδαγωγικών δραστηριοτήτων που ονομάζονται ως «Δώρα» (Gifts)(Stiny, 1980), ιδιαίτερη έμφαση έχει δοθεί στη χρήση απτών αντικειμένων ως μέσο για τη εμπλοκή των παιδιών σε μια ενεργητική αναζήτηση και εξερεύνηση αφηρημένων εννοιών. Η διδακτική αυτή προσέγγιση στηρίζεται και από την εποικοδομητική (constructivist) θεωρία μάθησης του Piaget (Bodner, 1986), η οποία υποστηρίζει την ιδέα της κατασκευής της γνώσης από τα ίδια τα παιδιά μέσω της αλληλεπίδρασής τους με φυσικά αντικείμενα. Ο S. Papert (Harel & Papert, 1991) στη θεωρία του εξάλλου, δίνει έμφαση στην παροχή στα παιδιά τεχνολογιών με τις οποίες γίνονται δημιουργοί, παρά στην συμμετοχή τους σε προκατασκευασμένες εμπειρίες και την απλή απορρόφηση γεγονότων παρεχόμενων από έναν υπολογιστή.

Οι απτές διεπαφές (tangible interfaces) αποτελούν ένα πρόσφατο πεδίο έρευνας στον τομέα της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή, πολλά υποσχόμενο ιδιαίτερα σε ότι αφορά την εκμάθηση μουσικής από παιδιά. Οι απτές διεπαφές έχουν τη δυνατότητα να προσφέρουν μια φυσική και άμεση μορφή αλληλεπίδρασης, προσιτή στους μαθητευόμενους, να προωθήσουν την ενεργητική συμμετοχή τους, παρέχοντας παράλληλα συμπαγείς απεικονίσεις αφηρημένων εννοιών, καθώς και τη δυνατότητα ομαδικής συνεργασίας (Antle & Wise, 2013). Πρόσφατες έρευνες στον τομέα της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή (HCI) καταδεικνύουν τη χρησιμότητα των απτών διεπαφών στη μουσική εκπαίδευση και

πιο συγκεκριμένα στην εκτέλεση μουσικής, όπως επίσης και στην εκμάθηση μουσικών εννοιών από παιδιά (Marshall, 2007; Price et al, 2003; Resnick et al., 1998; Zuckerman et al., 2005). Για παράδειγμα, οι Antle et al. (2008) και Bakker et al. (2011) διερεύνησαν τα πλεονεκτήματα της χρήσης αλληλεπιδραστικών μεταφορών (βασισμένων σε οπτικά σχήματα) στην εκμάθηση αφηρημένων εννοιών σχετικών με τον ήχο. Διαπίστωσαν ότι η αξιοποίηση των σχηματικών δομών στο συνδυασμό των ενεργειών εισόδου με τις αναπαραστάσεις εξόδου, προσέφερε οφέλη τόσο στην απόδοση όσο και στην προτίμηση των συμμετεχόντων.

Η ανασκόπηση των διαφόρων συστημάτων μουσικής δημιουργίας και μάθησης παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Ενώ όμως στα περισσότερα αντίστοιχα συστήματα διατυπώνονται κάποιοι εκπαιδευτικοί στόχοι, η χρήση τους είναι συνήθως αποσπασματική, η αξιολόγησή τους εστιάζεται κυρίως στην ικανοποίηση των χρηστών και όχι σε συγκεκριμένους μαθησιακούς στόχους ενώ πραγματοποιείται συνήθως σε μη τοπικά περιβάλλοντα μάθησης, και τέλος η αξιοποίησή τους στο σχολικό περιβάλλον της τάξης είναι μάλλον ανέφικτη. Στη συγκεκριμένη έρευνα προτείνεται ένα σύνολο διάχυτων μουσικών διεπαφών και παράλληλα ένα διδακτικό πλαίσιο χρήσης, έτσι ώστε οι μαθητές στις συνθήκες μιας σχολικής τάξης και σε σύντομο χρονικό διάστημα να διερευνήσουν τις μουσικές διεπαφές, να διασκεδάσουν από τη χρήση τους, να εξοικειωθούν με συγκεκριμένες έννοιες μουσικής, να επενδύσουν μουσικά και να δραματοποιήσουν μια ιστορία.

Σχετικές Έρευνες

Η μελέτη της βιβλιογραφίας προσφέρει μια πλούσια συλλογή ερευνών οι οποίες χρησιμοποιούν απτές διεπαφές για τη δημιουργία, αναπαραγωγή και εκμάθηση της μουσικής. Πολλές από αυτές χρησιμοποιούν την κίνηση του σώματος, ως μέσο αλληλεπίδρασης με το σύστημα, τόσο για εκπαιδευτικούς σχετικούς με την κατανόηση του ρυθμού και του ήχου π.χ. BodyBeats (Zigelbaum et al., 2006), SmallLab (Birchfield et al., 2006), όσο και για ψυχαγωγικούς σκοπούς π.χ. Transition Soundings (Birchfield et al., 2006). Στο σύστημα BodyBeats (Zigelbaum et al., 2006) χρησιμοποιείται ένα επαυξημένο τραμπολίνο όπου ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα δομημένο ή μη τρόπο δημιουργίας ρυθμικών μοτίβων πηδώντας πάνω σε αυτό, ένα σεντόνι με τη χρήση push pads για την αναπαραγωγή loop ήχων μέσω της συνεργασίας των χρηστών, καθώς και ένα σύστημα φορετών αισθητήρων για την αντιστοίχιση των κινήσεων του σώματος με ακολουθίες ήχων. Το σύστημα στοχεύει σε έναν τρόπο εκμάθησης μουσικής και μοτίβων μέσω της χρήσης του σώματος. Το σύστημα Transition Soundings (Birchfield et al., 2006) έχει πιο ψυχαγωγικό στόχο, χρησιμοποιώντας μια δυναμική αλληλεπιδραστική και περιβαλλοντικά ευαίσθητη εγκατάσταση ήχου για την ανίχνευση κινήσεων του σώματος και την ενεργοποίηση διαφόρων διαδοχών και συνδυασμών ήχων, χωρίς κάποιο διδακτικό στόχο.

Συστήματα όπως το muSurface (Waranusast et al., 2013) και AudioD-Touch (Costanza et al., 2003), βασίζονται στην προσομοίωση ενός sequencer πάνω στον οποίο τα παιδιά, τοποθετώντας αντικείμενα, μπορούν να δημιουργήσουν μια σύνδεση μεταξύ του τρόπου απεικόνισης της μουσικής σε ένα πεντάγραμμο και των ήχων που αντιπροσωπεύει. Στο MuSurface (Waranusast et al., 2013) χρησιμοποιούνται αντικείμενα που αντιστοιχούν σε διάφορες αξίες για τη δημιουργία μουσικών φράσεων, με στόχο την εκμάθηση της μουσικής σημειογραφίας από παιδιά με αλληλεπιδραστικό τρόπο. Το AudioD-Touch (Costanza et al., 2003) χρησιμοποιεί μια απλή κάμερα και προσαρμοζόμενα τετραγωνικά αντικείμενα για

την παροχή μιας αλληλεπιδραστικής επαφής με σκοπό τη συνεργατική σύνθεση, όπως επίσης και την κατανόηση του μουσικού πενταγράμμου.

Συστήματα όπως το Jam-O-Drum (Blaine & Perkis, 2000) και Jam-O-World (Blaine & Forlines, 2002), απαιτούν τη συνεργατική αλληλεπίδραση πολλών χρηστών για την επίτευξη της μουσικής σύνθεσης ή αναπαραγωγής. Συστήματα όπως το NoteCubes (Diao et al., 2010) και το MTAM (Bean et al., 2008) προσπαθούν να χρησιμοποιήσουν τη μεταφορά της έννοιας του χτισίματος για τη δημιουργία μελωδικών φράσεων από παιδιά. Το NoteCubes (Diao et al., 2010) χρησιμοποιεί αλληλεπιδραστικούς κύβους παρακινώντας τα παιδιά να δημιουργήσουν διάφορους ρυθμούς και μελωδίες εξερευνώντας διαφορετικές χωρικές διατάξεις των κύβων. Στο MTAM (Bean et al., 2008), για τη δημιουργία μουσικών συνθέσεων, τα παιδιά χτίζουν συνεργατικά έναν πύργο και κατόπιν εκτελούν τις συνθέσεις τους ρίχνοντας βόλους μέσα στον πύργο. Καθώς οι βόλοι κινούνται μέσα στον πύργο, τα παιδιά μπορούν να αλληλεπιδρούν με αυτούς, αυτοσχεδιάζοντας και τροποποιώντας τις μουσικές συνθέσεις τους.

Το σύστημα Mobile Music Museum (Jorgensen et al., 2015) καθώς και το Play Sound Ground (Clair & Leitman, 2009), βασίζονται σε ένα παιγνιώδες πλαίσιο χρήσης για τη σύνθεση και αναπαραγωγή μουσικών ήχων. Το Play Sound Ground (Clair & Leitman, 2009), αποτελεί ένα μετασχηματισμό των κατασκευών μιας παιδικής χαράς (κούνιες, τραμπάλα κτλ), από τον κλασικό σκοπό τους σε ένα σύστημα συλλογικής και αλληλεπιδραστικής μουσικής εκτέλεσης, εξοπλίζοντας τα με αισθητήρες οι οποίοι μεταφράζουν τις φυσικές κινήσεις στην παιδική χαρά σε μια ποικιλία μουσικών αντιστοιχίσεων. Στο σύστημα Mobile Music Museum (Jorgensen et al., 2015) τα παιδιά, χρησιμοποιώντας tablets, συμμετέχουν σε ένα «κυνήγι θησαυρού» όπου θα πρέπει να αναγνωρίσουν μουσικά όργανα (κόντρα μπάσο, βιόλα και πιάνο) ακούγοντας δείγματα ήχων. Στόχος του συστήματος είναι η ανάπτυξη στα παιδιά της δυνατότητας αναγνώρισης των μουσικών οργάνων, καθώς και της γνωριμίας τους με τις βασικές τεχνικές εκτέλεσής τους, μέσω ενός παιγνιώδους πλαισίου χρήσης.

Από τα προηγούμενα συστήματα που αναφέρθηκαν, μόνο στα Mobile Music Museum (Jorgensen et al., 2015) και MTAM (Bean et al., 2008) έχουν πραγματοποιηθεί αναλυτικές αξιολογήσεις, ενώ τα SmallLab (Birchfield et al., 2006), NoteCubes (Diao et al., 2010) και Transition Soundings (Birchfield et al., 2006) έχουν εξεταστεί μόνο με άτυπες αξιολογήσεις. Η επικέντρωση των αξιολογήσεων είναι συνήθως στο επίπεδο της ευχαρίστησης των χρηστών ενώ κανένα από τα παραπάνω συστήματα δεν εφαρμόστηκε στο πλαίσιο μιας σχολικής τάξης.

Στόχος του πλαισίου ImproviSchool

Από την βιβλιογραφική επισκόπηση, διαπιστώνεται έλλειψη συστημάτων με οργανωμένες διδακτικές και παιδαγωγικές προσεγγίσεις και μαθησιακούς στόχους, τα οποία να περιλαμβάνουν επίσης διεπαφές οι οποίες μπορούν να ενσωματωθούν και να λειτουργήσουν στις πραγματικές συνθήκες μιας σχολικής μουσικής τάξης, οδηγώντας τους μαθητές σε ένα ολοκληρωμένο μουσικό αποτέλεσμα.

Στη συγκεκριμένη έρευνα, προτείνουμε το πλαίσιο ImproviSchool και επιδιώκουμε να εξετάσουμε κατά πόσο οι διάχυτες διεπαφές μπορούν μέσα στο σχολικό περιβάλλον μιας τάξης να επιτρέψουν στους μαθητές, σε περιορισμένο χρόνο, να δημιουργήσουν ένα αυτοσχέδιο μουσικό προϊόν ερχόμενοι παράλληλα σε επαφή και κατανοώντας βασικές μουσικές έννοιες (αναγνώριση οργάνων, ρυθμός, τονικό ύψος, ένταση, αξίες, ύψος εκτέλεσης). Το πλαίσιο ImproviSchool αποτελείται από 2 στοιχεία: α) τέσσερις ομάδες

διάχυτων διεπαφών (μελωδίας, κρουστών, ελέγχου έντασης και απομιμήσεων οργάνων) με τις οποίες οι μαθητές παράγουν μουσική β) μια ιστορία την οποία οι μαθητές καλούνται να δραματοποιήσουν και για την οποία θα πρέπει να δημιουργήσουν μια μουσική επένδυση, με τελικό σκοπό τη δημιουργία μιας βιωματικής μουσικής παράστασης.

Στόχος του πλαισίου ImproviSchool είναι να συμπέσει το διάστημα που απαιτείται για να δημιουργήσουν αρχάριοι στη μουσική μαθητές ένα πρωτότυπο μουσικό προϊόν. Η διαδικασία του αυτοσχεδιασμού, η ομαδοσυνεργατική μουσική σκέψη και η μουσική παράσταση θεωρούμε ότι θα τους τροφοδοτήσει με ευχαρίστηση και ικανοποίηση και θα δημιουργήσει έτσι μια ελκυστική εικόνα για τη μουσική και τους τρόπους εκμάθησής της.

Το πλαίσιο ImproviSchool

Το πλαίσιο ImproviSchool αποτελείται από δύο βασικά συστατικά στοιχεία: αυτό των χειροπιαστών μουσικών διεπαφών και αυτό του πλαισίου της δραστηριότητας.

Διεπαφές

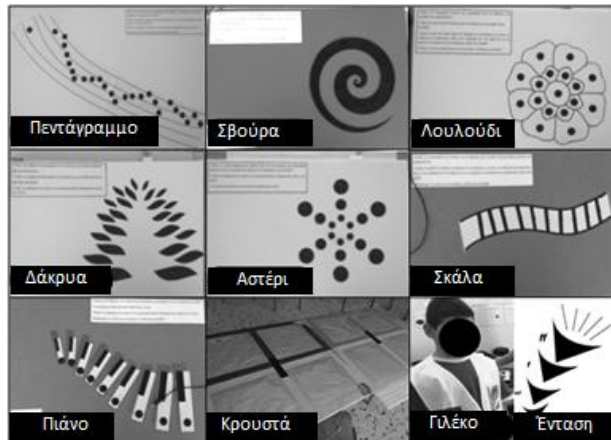
Οι ομάδες μουσικών χειροπιαστών διεπαφών του συστήματος δημιουργήθηκαν για να καλυφθούν οι παρακάτω μαθησιακοί στόχοι:

- Αναγνώριση μουσικών οργάνων και οικογενειών
- Ταύτιση με τα ονόματα των οργάνων
- Γνωριμία με το διαφορετικό ύψος εκτέλεσης της μουσικής ανάλογα με τα συναισθήματα που καλείται να εκφράσει
- Συντονισμός ρυθμικών κινήσεων, κράτημα ρυθμού
- Διαχείριση αξιών για δημιουργία ρυθμικών μοτιβών
- Διαχείριση και κατανόηση του τονικού ύψους για δημιουργία μελωδικών μοτιβών
- Διαχείριση του επιπέδου έντασης των μουσικών συνθέσεων
- Μουσικός αυτοσχεδιασμός
- Αναγνώριση και αντιστοίχιση των ήχων μουσικών οργάνων και του περιβάλλοντος με γεγονότα
- Ανάπτυξη της αντίληψης, της ομαδικής συνεργασίας και της ανταλλαγής απόψεων μεταξύ των παιδιών με σκοπό την επίτευξη ενός κοινού στόχου

Υπάρχουν 4 ειδών μουσικές διεπαφές, οι μελωδικές, οι διεπαφές των κρουστών, η διεπαφή της έντασης και διεπαφές που σχετίζονται με την ιστορία. Η βασική ιδέα για τη δημιουργία των μελωδικών διεπαφών αφορούσε τη χρήση εικόνων (Σχήμα 1). Η δημιουργία και επιλογή των εικόνων (πεντάγραμμο, σβούρα, λουλούδι, δάκρυα, αστέρι, σκάλα, πιάνο) έγινε με γνώμονα την αφηρημένη αλλά και διαισθητική και μεταφορική απεικόνιση των διαφόρων μουσικών εννοιών με τις οποίες οι μαθητές έπρεπε να έρθουν σε επαφή αλλά και να χρησιμοποιήσουν στις συνθέσεις τους. Οι εικόνες αυτές παρέχουν μια εναλλακτική απεικόνιση των μουσικών εννοιών, εύκολα κατανοητή από τους μαθητές, πέρα από τις συνηθισμένες απεικονίσεις αλλά και σημειογραφίες (νότες, πεντάγραμμο) που έχουν καθιερωθεί. Σε κάθε εικόνα (με κατάλληλη διάταξη των νοτών) δημιουργήθηκαν σχήματα μελωδιών, βασισμένα σε συγκεκριμένες κλίμακες (μείζονες, ελάσσονες, πεντατονικές, χρωματικές) με στόχο την παροχή διαφόρων αρμονικών συνδέσεων και ηχοχρωμάτων τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία μελωδικών συνθέσεων διαφορετικού ύψους.

Για τη δημιουργία των διεπαφών των κρουστών χρησιμοποιήθηκαν 2 επιδαπέδια pads που αναπαρήγαγαν προηχογραφημένους ήχους κρουστών και ρυθμικά μοτίβα ή φράσεις

(Σχήμα 1). Το κάθε επιδαπέδιο pad περιείχε 4 επαφές, με το πρώτο να περιλαμβάνει ήχους ταμπούρου και μπάσο τυμπάνου για τη δημιουργία ρυθμικών συνδυασμών και το δεύτερο ατμοσφαιρικούς ήχους κρουστών. Επίσης αποφασίστηκε η χρήση ενός γιλέκου με προσαρμοσμένες επαφές, για την εκτέλεση εξειδικευμένων ήχων κρουστών. Τέλος, η διεπαφή της έντασης αφορά τον έλεγχο της γενικής έντασης του συστήματος.



Σχήμα 1. Οι μουσικές διεπαφές

Σύμφωνα με το πλαίσιο Improvischool, η σύνθεση των μουσικών αυτοσχεδιασμών των παιδιών θα έπρεπε να οδηγηθεί μέσα από την προσπάθειά τους να επενδύσουν και να δραματοποιήσουν ένα μουσικό παραμύθι. Οι ηθοποιοί της παράστασης όμως έπρεπε και αυτοί να συμμετέχουν με μουσικό τρόπο στη δραματοποίηση. Για αυτό το λόγο κατασκευάστηκαν απομιμήσεις οργάνων (με βάση τους χαρακτηριστές του παραμυθιού) στις οποίες τοποθετήθηκαν επαφές σε κατάλληλα σημεία ώστε η αναπαραγωγή του ήχου κάθε οργάνου να ακολουθεί τις γενικές αρχές παραγωγής του ήχου στο αντίστοιχο πραγματικό όργανο. Η τελική μορφή των οργάνων της παράστασης φαίνεται παρακάτω (Σχήμα 2):



Σχήμα 2. Οι διεπαφές των οργάνων της παράστασης

Το πλαίσιο Improvischool σχεδιάστηκε με γνώμονα την απλότητα, το χαμηλό κόστος, καθώς και την ευκολία αναπαραγωγής του. Ως εκ τούτου, οι διεπαφές κατασκευάστηκαν χρησιμοποιώντας 2 πλακέτες Makey Makey συνδεδεμένες και ελεγχόμενες από ένα φορητό

υπολογιστή ο οποίος οποίο εκτελεί το Scratch 2. Μια τέτοια διάταξη μπορεί εύκολα να αναπαραχθεί από καθηγητές αλλά και μαθητές. Παράλληλα, η χρήση των διεπαφών συνδυάστηκε με την απεικόνιση αντίστοιχων εικόνων με τη χρήση προβολικού, με σκοπό τον εμπλουτισμό της αισθητικής της εξόδου κατά τη διάρκεια της τελικής παράστασης των μαθητών.

Η ιστορία

Η ιστορία που επιλέχθηκε ως βάση οργάνωσης της δημιουργικής δραστηριότητας βασίζεται στο Μουσικό Παραμύθι του Γ. Κωνσταντινίδη (Κωνσταντινίδης, 2011). Δημιουργήσαμε μια συνοπτική περιγραφή του παραμυθιού, έκτασης 700 περίπου λέξεων. Στη συγκεκριμένη ιστορία γίνεται αρχικά μια παρουσίαση των μουσικών οργάνων, ενώ ακολουθεί η σκηνή μιας πρόβας, όπου τα όργανα με το μάεστρο μαλώνουν μεταξύ τους για το ποιο είναι καλύτερο. Κατόπιν εμφανίζεται το πριόνι, ο εχθρός των οργάνων, το οποίο τα μαγεύει και τα κάνει να μην ακούγονται σωστά. Η ιστορία συνεχίζεται με την είσοδο του ντετέκτιβ που προσπαθεί να λύσει τα μάγια του πριονιού, προκαλώντας συναισθήματα λύπης και απογοήτευσης, ενώ η λύση της ιστορίας έρχεται με το μετανιωμένο πριόνι το οποίο λύνει τα μάγια και επαναφέρει τα όργανα όπως ήταν πριν, προκαλώντας συναισθήματα χαράς και ανακούφισης.

Τόσο η φύση των διεπαφών, όσο και ο σκοπός τον οποίο καλούνται να επιτελέσουν (δημιουργία και ανάκληση μουσικών φράσεων), επέβαλε τη δημιουργία κάποιας μορφής νέας «παρτιτούρας» η οποία θα βοηθούσε τα παιδιά να αποτυπώσουν τις ιδέες και τις συνθέσεις τους για την εκτέλεσή τους κατά τη διάρκεια της παράστασης. Για αυτό το λόγο κρίθηκε σκόπιμο να δημιουργηθούν καινούριες γραφικές «παρτιτούρες», οι οποίες βοηθούν τους μαθητές τόσο στην αποτύπωση των μελωδικών και ρυθμικών μοτίβων που σκέφτηκαν, όσο και στο γενικότερο συντονισμό τους.

Μεθοδολογία

Δείγμα

Με σκοπό να αξιολογήσουμε του στόχους που τέθηκαν κατά τη σχεδίαση του συστήματος, πραγματοποιήθηκε η εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθόδου σε μια αίθουσα ενός Δημόσιου Δημοτικού Σχολείου, με τη συμμετοχή δύο τμημάτων της Δ' τάξης. Στο πείραμα συμμετείχαν δυο τμήματα του σχολείου με 15 παιδιά το καθένα, εκ των οποίων 6 αγόρια και 9 κορίτσια για το πρώτο τμήμα, και 7 αγόρια και 8 κορίτσια για το δεύτερο τμήμα. Από το σύνολο των 15 μαθητών για κάθε τμήμα, 4 άτομα αποτέλεσαν την ομάδα μελωδίας και 4 άτομα την ομάδα κρουστών. Σε ένα μαθητή δόθηκε επίσης ο ρόλος του μαέστρου-συντονιστή των ομάδων, ο οποίος ανέλαβε και το χειρισμό της διεπαφής της γενικής έντασης. Οι διεπαφές της μελωδίας μοιράστηκαν ανά δυο σε κάθε μαθητή, εκτός από τη διεπαφή του πενταγράμμου την οποία, λόγω του μεγέθους της, ανέλαβε ένας μαθητής. Από τους υπόλοιπους 6 μαθητές, οι 5 ανέλαβαν τους ρόλους των ηθοποιών της ιστορίας και ένας το ρόλο του αφηγητή. Οι μαθητές που συμμετείχαν είχαν περιορισμένη εμπειρία στη μουσική καθώς το πλαίσιο ImproviSchool αφορά κυρίως αρχάριους μαθητές.

Διαδικασία

Η 1^η συνεδρία και για τα δύο τμήματα ξεκίνησε με μια γενική αναφορά για το σκοπό, τους στόχους αλλά και τη διαδικασία εκτέλεσης του πειράματος. Κατόπιν ακολούθησε η φάση

εξοκείωσης των μαθητών με τις διεπαφές. Σε κάθε παιδί δόθηκε ένας χρόνος περίπου 3 λεπτών ώστε να πειραματιστεί με τη διεπαφή του και να συμπληρώσει ένα φύλλο διερεύνησης της διεπαφής.

Ακολούθησε η φάση της σύνθεσης, η οποία ξεκίνησε παράλληλα με την πρόβα και τη δραματοποίηση της ιστορίας. Οι μαθητές-ηθοποιοί απαγγελναν τους διαλόγους τους, χρησιμοποιώντας παράλληλα και τις απομμήσεις των μουσικών οργάνων με τους προηχογραφημένους ήχους. Στα προκαθορισμένα από το σενάριο σημεία αυτοσχεδιασμών (11 στο σύνολό τους), η ροή σταματούσε και δινόταν ο χρόνος τόσο στην ομάδα της μελωδίας όσο και στην ομάδα των κρουστών, αρχικά να συσχεφθούν για να αποφασίσουν ποιος θα παίξει και με ποια διεπαφή (ανάλογα και με το συναίσθημα που έπρεπε να αποτυπωθεί) και κατόπιν να συνδιαμορφώσουν τις συνθέσεις τους.

Κατά την φάση της 2^{ης} συνεδρίας, και στα δύο τμήματα έγινε μια επανάληψη των φράσεων της ιστορίας που είχαν ήδη επεξεργαστεί τα παιδιά, ενώ ολοκληρώθηκε η δημιουργία των συνθέσεων και για τις υπόλοιπες φράσεις του παραμυθιού. Ακολούθησε η παράσταση, με την παρουσία θεατών αποτελούμενων από μαθητές και καθηγητές του σχολείου (Σχήμα 4).

Όλες οι συνεδρίες έλαβαν χώρα στα πλαίσια των ωρών του μαθήματος της μουσικής. Μετά το τέλος της παράστασης, συμπληρώθηκαν ερωτηματολόγια από τους μαθητές για 15', ενώ κατόπιν εκτελέστηκε focus group για 15' (Σχήμα 3).



Σχήμα 3. Η εξέλιξη του Improvischool



Σχήμα 4. Οι μαθητές συνεργάζονται κατά τη διάρκεια της παράστασης

Συλλογή δεδομένων

Η συλλογή των δεδομένων έγινε με πολλαπλούς τρόπους, αλλά στη συγκεκριμένη έρευνα θα εστιάσουμε στις απαντήσεις των μαθητών σε ένα μέρος ενός ερωτηματολογίου, το οποίο

αποτελούνταν από 47 ερωτήσεις κλειστού τύπου διαβαθμισμένης πενταβάθμιας κλίμακας (Likert). Οι άξονες που θα μας απασχολήσουν είναι 3:

- την ευχρηστία με παραμέτρους την ευκολία χρήσης, την ικανοποίηση από τις διεπαφές, την ικανοποίηση από τη σύνθεση και αναπαραγωγή του μουσικού παραμυθιού και την ικανοποίηση από το αποτέλεσμα (Ενδεικτικές ερωτήσεις: *Η χρήση των μουσικών εικόνων μου άρεσε πολύ, Οι μουσικές εικόνες βοηθούν κάποιον που δε γνωρίζει μουσική να παίξει εύκολα μουσική*)
- την εξοικείωση των μαθητών με τις μουσικές έννοιες (Ενδεικτικές ερωτήσεις: *Εξοικειώθηκα πολύ με το να αναγνωρίζω τα μουσικά όργανα και τις οικογένειές τους.*)
- τη συμβολή των φάσεων της διαδικασίας καθώς και των στοιχείων της διαδικασίας (Ενδεικτικές ερωτήσεις: *Σημειώστε το πόσο σας βοήθησαν τα παρακάτω στοιχεία στο τελικό αποτέλεσμα*)

Αποτελέσματα

Στάσεις απέναντι στο πλαίσιο Improvischool

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, οι μαθητές βρήκαν τις «μουσικές εικόνες» εύκολες στο να μάθουν να τις χρησιμοποιούν, εξοικειώθηκαν γρήγορα μαζί τους, ενώ δεν θεωρούν ότι οι συγκεκριμένες διεπαφές τους κούρασαν κατά τη διάρκεια της χρήσης τους. Παράλληλα σχημάτισαν θετική εντύπωση ως προς την αξία των διεπαφών στο να βοηθήσουν άτομα τα οποία δεν έχουν γνώσεις μουσικής να παίξουν εύκολα μουσική.

Η ικανοποίηση των μαθητών εξάλλου δεν προήλθε μόνο από την χρήση των διεπαφών, αλλά και από όλη την πορεία σύνθεσης και δραματοποίησης του παραμυθιού. Από τις απαντήσεις διαπιστώνεται επίσης ότι τα παιδιά θα ήθελαν να συμμετέχουν και σε άλλες αντίστοιχες δραστηριότητες, ενώ θα παρότρυναν και φίλους τους στο να συμμετέχουν σε αυτές. Επιπρόσθετα, οι μαθητές αισθάνθηκαν ιδιαίτερα ικανοποιημένοι από τις συνθέσεις που κατάφεραν να δημιουργήσουν, καθώς και από το συνολικό αποτέλεσμα της μουσικής επένδυσης του παραμυθιού, θεωρώντας το ιδιαίτερα ενδιαφέρον. Αξιολόγησαν το τελικό αποτέλεσμα ως ανώτερο από τις προσδοκίες που είχαν αρχικά.

Συνεπώς το πλαίσιο Improvischool κατάφερε να ικανοποιήσει τους μαθητές τόσο σε σχέση με τη συνολική εμπειρία σύνθεσης όσο και σε σχέση με το τελικό μουσικό αποτέλεσμα που παρήγαγαν μόλις σε 2 δίωρα μαθήματα.

Πίνακας 1. Οι εντυπώσεις των μαθητών από το Improvischool

Παράγοντας	Ερωτήσεις	Μ.Ο.	Τ.Α.
Ευκολία χρήσης	Οι μουσικές εικόνες που χρησιμοποιήσα ήταν κουραστικές μετά από λίγη χρήση	1,83	1,147
	Ήταν δύσκολο για εμένα να μάθω να χρησιμοποιώ τις μουσικές εικόνες	2,31	1,713
Ικανοποίηση από τις διεπαφές	Η χρήση των μουσικών εικόνων μου άρεσε πολύ	4,73	0,640
	Οι μουσικές εικόνες βοηθούν κάποιον που δε γνωρίζει μουσική να παίξει εύκολα μουσική	4,31	1,168
Ικανοποίηση από το Improvischool	Θα ήθελα να συμμετάσχω στη μουσική επένδυση και άλλων ιστοριών	4,43	0,959
	Θα πρότεινα σε φίλους μου να συμμετάσχουν σε μια παρόμοια διαδικασία	4,37	0,928
Ικανοποίηση από	Η τελική ιστορία είναι πολύ ενδιαφέρουσα για να την παρακολουθήσει κάποιος	4,40	0,855

το αποτέλεσμα	Οι μουσικές εικόνες μου επέτρεψαν να δημιουργήσω δικές μου πρωτότυπες μελωδίες	4,11	0,974
	Το τελικό αποτέλεσμα είναι πολύ κατώτερο από αυτό που περίμενα	1,80	1,095

Προσλαμβανόμενες γνώσεις

Οι μαθητές ισχυρίστηκαν ότι εξοικειώθηκαν σε μεγάλο βαθμό με τις περισσότερες από τις έννοιες οι οποίες είχαν τεθεί ως μαθησιακοί στόχοι κατά τη σχεδίαση του συστήματος. Μεγαλύτερος βαθμός εξοικείωσης εμφανίζεται στην αναγνώριση των μουσικών οργάνων και οικογενειών, ένα από τα βασικά στοιχεία του αφηγήματος που χρησιμοποιήθηκε, καθώς και στη διαχείριση του τονικού ύψους των νοτών και τη δημιουργία μελωδιών, κάτι άλλωστε που αποτέλεσε το βασικό αντικείμενο με το οποίο ασχολήθηκαν οι μαθητές κατά τη διάρκεια του πειράματος. Ο μικρότερος βαθμός εξοικείωσης εμφανίζεται στη μεταβολή της έντασης του ήχου, γεγονός αναμενόμενο καθώς, όπως διαπιστώθηκε και από την παρατήρηση, η διεπαφή μεταβολής της έντασης χρησιμοποιήθηκε περιορισμένα από τους μαθητές.

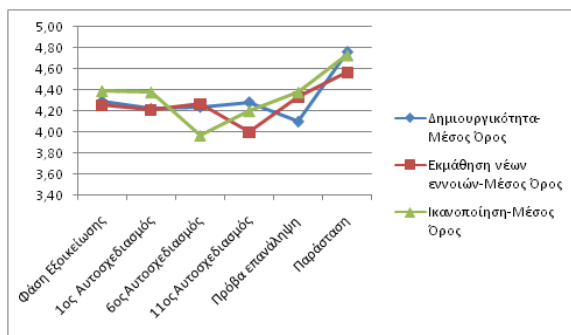
Πίνακας 2.Εξοικείωση με έννοιες και πρόσληψη γνώσεων

Ερωτήσεις	M.O.	T.A.
Εξοικειώθηκα πολύ με το να αναγνωρίζω τα μουσικά όργανα και τις οικογένειές τους	4,31	1,039
Εξοικειώθηκα πολύ με το να χρησιμοποιώ νότες με διαφορετικό ύψος (χαμηλότερες ή ψηλότερες)	4,28	1,162
Εξοικειώθηκα πολύ με το να δημιουργώ δικές μου μελωδίες	4,28	0,960
Εξοικειώθηκα πολύ με το να συντονίζω τις κινήσεις μου και να κρατώ σταθερό ρυθμό	4,24	1,057
Εξοικειώθηκα πολύ με το να αλλάζω τον τρόπο που παίζω ανάλογα με το συναίσθημα που θέλω να εκφράσω	4,24	0,912
Εξοικειώθηκα πολύ με το να χρησιμοποιώ διαφορετικές αξίες στις νότες (να παίζω πιο γρήγορα και πιο αργά)	4,21	1,114
Οι Μουσικές Εικόνες με βοήθησαν πολύ στο να μάθω νέες έννοιες στη μουσική όπως και να κατανοήσω καλύτερα γνώσεις που ήδη έχω	4,21	0,995
Εξοικειώθηκα πολύ με το να αλλάζω την ένταση του ήχου ανάλογα με την περίπτωση	4,17	1,167

Η πορεία της διαδικασίας

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 5, το τελικό μουσικό προϊόν (παράσταση) ικανοποίησε σε πολύ μεγάλο βαθμό τα παιδιά. Άρα η επιλογή της εκτέλεσης μιας τελικής παράστασης διαδραμάτισε σημαντικό και ιδιαίτερα θετικό ρόλο στην συνολική μουσική εμπειρία των μαθητών. Από την άλλη, οι μαθητές, παρά την απλότητα των διεπαφών, φάνηκαν να δυσκολεύτηκαν κατά τις πρώτες φάσεις αυτοσχεδιασμών όπου και χρειάστηκε να βρουν τρόπους να εκφραστούν και να γίνουν παραγωγικοί, ενώ σε επίπεδο γνώσεων φάνηκε να προσλαμβάνουν το μεγαλύτερο ποσοστό τους κατά τη διάρκεια αυτών των πρώτων φάσεων. Ταυτόχρονα η δημιουργικότητά τους σε αυτό το πρώτο κομμάτι της διαδικασίας παρέμεινε υψηλή. Κατά την εξέλιξη της διαδικασίας και όσο προχωρούμε στις τελευταίες φάσεις, η δυσκολία της σύνθεσης και έκφρασης φάνηκε να ξεπερνιέται, καθώς οι μαθητές άρχισαν να αποκτούν ρυθμό, ενώ η πρόσληψη νέων εννοιών εμφανίζει κάμψη, δεδομένου ότι πλέον

εξοικειώθηκαν με τη διαδικασία και με τις έννοιες με τις οποίες ήρθαν σε επαφή. Η κάμψη της δημιουργικότητας που εμφανίζεται στην φάση της πρόβας εξάλλου, θεωρείται λογική δεδομένου ότι σε αυτή τη φάση έγινε απλά αναπαραγωγή των συνθέσεων που είχαν δημιουργηθεί από τους μαθητές.



Σχήμα 5. Αξιολόγηση διαδικασίας

Πίνακας 3. Στοιχεία βοήθειας

Στοιχεία Βοήθειας	Μ.Ο.	Τ.Α.
Παραμύθι	4,79	0,412
Λειτουργία σε ομάδες	4,66	0,721
Παρτιτούρες	4,62	0,622
Συντονιστές καθηγητές	4,59	0,867
Πρόβα-Επανάληψη	4,52	0,785
Φύλλα εξοικείωσης	4,46	0,962
Υπομνήματα διεπαφών	4,28	1,066
Μαέστρος-Συντονιστής	4,10	1,205

Αξιολόγηση των στοιχείων του πλαισίου *Improvischool*

Οι μαθητές θεώρησαν ως πιο σημαντικό στοιχείο βοήθειας στη διαδικασία το παραμύθι, γεγονός το οποίο επιβεβαιώνει την ιδιαίτερη προτίμηση των παιδιών στα αφηγήματα και δικαιώνει την επιλογή μιας ιστορίας-παραμυθιού ως βάσης του πλαισίου δραστηριότητας. Το γεγονός εξάλλου της προτίμησης των παιδιών να λειτουργούν ομαδικά αντικατοπτρίζεται στον πίνακα, με το συγκεκριμένο στοιχείο να βρίσκεται στην αμέσως επόμενη θέση. Η σημαντική θέση εξάλλου που κατέχουν οι παρτιτούρες ως στοιχείο βοήθειας, καταδεικνύει την αναγκαιότητα δημιουργίας νέων οπτικών αναπαραστάσεων για τις διάχυτες μουσικές διεπαφές. Όπως διαπιστώθηκε και από την παρατήρηση κατά τη διάρκεια του πειράματος, ο ρόλος του μαέστρου-συντονιστή δεν απέδωσε τα αναμενόμενα. Κάτι τέτοιο επιβεβαιώνεται και από το γεγονός ότι το συγκεκριμένο στοιχείο εμφανίστηκε τελευταίο στις προτιμήσεις των μαθητών.

Συμπεράσματα

Σύμφωνα με την άποψη του ειδικού καθηγητή:

«Η ιδέα της δραματοποίησης ενός μουσικού παραμυθιού του οποίου η μουσική επένδυση θα είναι αυτοσχέδιες μελωδίες των ίδιων των παιδιών, οι ρόλοι με τους προηχογραφημένους ήχους και τα βήματα εύρεσης μελωδιών και ρυθμών από τις ομάδες της μελωδίας και του ρυθμού αντίστοιχα οδήγησαν σε μια τάξη δράσης, δημιουργίας, έκφρασης και χαράς. Υπήρχε η αίσθηση ότι παίζουμε ένα παιχνίδι όπου ο μαέστρος-συντονιστής είναι ο αρχηγός, ο καθοδηγητής.»

Οι διεπαφές ενθουσίασαν τους μαθητές από την πρώτη στιγμή, διατηρώντας το ενδιαφέρον τους αμείωτο σε όλη τη διάρκεια της δραστηριότητας και τη δημιουργικότητά τους σε υψηλό επίπεδο. Χαρακτηριστικά ανέφεραν: "ήταν τέλειες", "φανταστικά", "μου άρεσαν πολύ μόλις τις είδα".

Με βάση τα δεδομένα που συλλεχθήκαν, μπορούμε να καταλήξουμε στα εξής συμπεράσματα για το σύστημά μας:

- Η επιλογή ενός κεντρικού αφηγήματος ως βάση της διαδικασίας, όπως επίσης και η δραματοποίησή του αποδείχθηκε σωστή, τονώνοντας το ενδιαφέρον των παιδιών και δημιουργώντας το κατάλληλο κλίμα ώστε να δουλέψουν με κέφι και με όρεξη φτάνοντας σε ένα πολύ καλό αποτέλεσμα. Το αφήγημα λειτουργήσε ως μια πλατφόρμα συντονισμού των 15 μαθητών που έπαιζαν ταυτόχρονα διαφορετικούς ρόλους. Παράλληλα η λειτουργία των μαθητών σε ομάδες τους βοήθησε στο να ξεπεράσουν τυχόν δυσκολίες και να φτάσουν πιο εύκολα στον τελικό στόχο. Άλλωστε το πλαίσιο ImproniSchool απαιτεί τη διαρκή συνεργασία μέσα στις ομάδες και μεταξύ των ομάδων τόσο για τη σύνθεση του μουσικού προϊόντος όσο και για την παρουσίασή του.
- Η σχεδιαστική προσέγγιση των διεπαφών του συστήματος αποδείχτηκε επιτυχής, καθώς η ευκολία χρήσης τους και η ικανοποίηση που προσέδωσαν στους μαθητές τους βοήθησε να φτάσουν πιο εύκολα σε ένα καλό και ανώτερο ακουστικά (σε σχέση με τα συνηθή μουσικά όργανα μιας σχολικής τάξης) τελικό αποτέλεσμα μέσα σε λίγο χρόνο.
- Η ίδια η διαδικασία αλλά και οι φάσεις που επιλέχθηκαν, διαπιστώθηκε ότι λειτουργήσαν θετικά για τους μαθητές καθώς τους διευκόλυναν τόσο για να φτάσουν σε ένα αποτέλεσμα ανώτερο των προσδοκιών τους, όσο και στο να μάθουν νέες έννοιες και να αισθανθούν δημιουργικοί. Ιδιαίτερα η φάση της παράστασης τους ενθουσίασε, δίνοντάς τους την ευκαιρία να έρθουν σε επαφή με την πολύ σημαντική αυτή φάση της απόδοσης της μουσικής δημιουργίας.
- Ο κρίσιμος τομέας της πρόσληψης γνώσεων φαίνεται ότι επιτεύχθηκε, καθώς οι μαθητές αισθάνθηκαν υψηλό βαθμό εξοικείωσης με όλες σχεδόν τις έννοιες οι οποίες είχαν τεθεί ως μαθησιακοί στόχοι κατά τη φάση της σχεδίασης του συστήματος.

Συνοπτικά θα λέγαμε ότι η έρευνά μας δείχνει ότι τα διάχυτα μουσικά συστήματα με το κατάλληλο διδακτικό πλαίσιο μπορούν να καταφέρουν, μέσα στα περιορισμένα χρονικά όρια των μαθημάτων του σχολείου, να βοηθήσουν τους μαθητές να έρθουν σε επαφή με βασικές μουσικές έννοιες, να τις κατανοήσουν, καθώς και να δημιουργήσουν δικά τους αυθεντικά μουσικά προϊόντα, κάτι το οποίο είναι αδύνατο να συμβεί με τη χρήση των συνηθισμένων μουσικών οργάνων μιας σχολικής τάξης.

Αναφορές

- Antle, A. N., & Wise, A. F. (2013). Getting down to details: Using theories of cognition and learning to inform tangible user interface design. *Interacting with Computers*, 25(1), 1-20.
- Antle, A. N., Droumeva, M., & Corness, G. (2008, June). Playing with the sound maker: do embodied metaphors help children learn?. In *Proceedings of the 7th international conference on Interaction design and children* (pp. 178-185). ACM.
- Bakker, S., van den Hoven, E., & Antle, A. N. (2011, January). MoSo tangibles: evaluating embodied learning. In *Proceedings of the fifth international conference on Tangible, embedded, and embodied interaction* (pp. 85-92). ACM.
- Bean, A., Siddiqi, S., Chowdhury, A., Whited, B., Shaer, O., & Jacob, R. J. (2008, February). Marble track audio manipulator (MTAM): a tangible user interface for audio composition. In *Proceedings of the 2nd international conference on Tangible and embedded interaction* (pp. 27-30). ACM.
- Birchfield, D., Ciufo, T., & Minyard, G. (2006, July). SMALLab: a mediated platform for education. In *ACM SIGGRAPH 2006 Educators program* (p. 33). ACM.
- Birchfield, D., Phillips, K., Kidané, A., & Lorig, D. (2006, June). Interactive public sound art: a case study. In *Proceedings of the 2006 conference on New interfaces for musical expression* (pp. 43-48). IRCAM—Centre Pompidou.
- Blaine, T., & Forlines, C. (2002, May). Jam-O-World: evolution of the Jam-O-Drum multi-player musical controller into the Jam-O-Whirl gaming interface. In *Proceedings of the 2002 conference on New interfaces for musical expression* (pp. 1-6). National University of Singapore.
- Blaine, T., & Perkis, T. (2000, August). The Jam-O-Drum interactive music system: a study in interaction design. In *Proceedings of the 3rd conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques* (pp. 165-173). ACM.
- Bodner, G. M. (1986). Constructivism: A theory of knowledge. *J. Chem. Educ.*, 63(10), 873.
- Borchers, J. O. (1997, March). WorldBeat: Designing a baton-based interface for an interactive music exhibit. In *Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human factors in computing systems* (pp. 131-138). ACM.
- Clair, M. S., & Leitman, S. (2009). PlaySoundGround: An Interactive Musical Playground. In *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression* (pp. 293-296).
- Costanza, E., Shelley, S. B., & Robinson, J. (2003). Introducing audio d-touch: A tangible user interface for music composition and performance.
- Diao, W., Momeni, A., & Kelliher, A. (2010). NoteCubes: Learning Notes and Rhythms with Spatial Sense.
- Harel, I., & Papert, S. (Eds.). (1991). *Constructionism*. Norwood, NJ: Ablex Publishing.
- Jørgensen, M. H., Knudsen, A. S., Wilmot, T. M., Lund, K. D., Serafin, S., & Purwins, H. (2015). A Mobile Music Museum Experience for Children. In *New Interfaces for Musical Expression*.
- Marshall, P. (2007, February). Do tangible interfaces enhance learning?. In *Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction* (pp. 163-170). ACM.
- Price, S., Rogers, Y., Scaife, M., Stanton, D., & Neale, H. (2003). Using 'tangibles' to promote novel forms of playful learning. *Interacting with computers*, 15(2), 169-185.
- Resnick, M., Martin, F., Berg, R., Borovoy, R., Colella, V., Kramer, K., & Silverman, B. (1998, January). Digital manipulatives: new toys to think with. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 281-287). ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co.
- Stiny, G. (1980). Kindergarten grammars: designing with Froebel's building gifts. *Environment and planning B*, 7(4), 409-462.
- Van Troyer, A. (2012). DrumTop: Playing with Everyday Objects. In *Proceedings of the 2012 Conference on New Interfaces for Musical Expression, NIME* (Vol. 12).
- Waranusast, R., Bang-ngoan, A., & Thipakorn, J. (2013, November). Interactive tangible user interface for music learning. In *2013 28th International Conference on Image and Vision Computing New Zealand (IVCNZ 2013)* (pp. 400-405). IEEE.
- Zigelbaum, J., Millner, A., Desai, B., & Ishii, H. (2006, April). BodyBeats: whole-body, musical interfaces for children. In *CHI'06 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1595-1600). ACM.

- Zuckerman, O., Arida, S., & Resnick, M. (2005, April). Extending tangible interfaces for education: digital montessori-inspired manipulatives. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 859-868). ACM.
- Κωνσταντινίδης Γ. (2011). Κάποτε στη Μελωδιούπολη. Εκδόσεις Άγκυρα.