



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ**  
**ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**  
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**«Παιδαγωγικό Παιχνίδι και Παιδαγωγικό Υλικό στην Πρώτη Παιδική Ηλικία»**  
**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Μουσική και Μαθηματικά στον Μουσειακό Χώρο:  
Μια Διερεύνηση των Μαθησιακών Διαστάσεων  
των Εκπαιδευτικών Προγραμμάτων**



**Γιαννακοπούλου Ελένη**

**ΒΟΛΟΣ 2013**

**1<sup>ο</sup> Επιβλέπουσα: Χρονάκη Άννα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια**  
**2<sup>ο</sup> Επιβλέπων: Κανελλόπουλος Παναγιώτης, Καθηγητής**  
**Αξιολογήτρια: Νικονάνου Νίκη, Επίκουρη Καθηγήτρια**

Βαθμός	
Ολογράφως	

Στους γονείς μου

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχοι της παρούσας εργασίας είναι να διερευνηθούν οι τρόποι που η μουσική και τα μαθηματικά αναπαριστούνται στα μουσειακά εκθέματα και να διερευνηθούν οι δυνάμεις που αυτές οι εκθέσεις δημιουργούν για την κατανόηση της σχέσης μουσικής και μαθηματικών εννοιών. Ακόμα μελετούνται οι εφαρμογές των νέων τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται στις εκθέσεις και σε πιο βαθμό μέσα από την διαδραστικότητα που καλλιεργούν μεταξύ χρήστη και εκθέματος συνεισφέρουν εποικοδομητικά στην μάθηση γνώσεων σε σχέση με την μουσική και τα μαθηματικά.

Ειδικότερα, στο θεωρητικό μέρος της εργασίας μελετάται το μουσείο ως χώρος άτυπης μάθησης για γνωστικά αντικείμενα όπως μουσική και μαθηματικά και διερευνούνται οι τρόποι που αναπαριστούν τις συγκεκριμένες γνώσεις σε μουσειακές εκθέσεις. Επίσης παρουσιάζεται ο ρόλος των νέων τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία του μουσείου καθώς συνεισφέρουν σημαντικά στην μάθηση γνώσεων. Ακόμα γίνεται αναφορά σε ποικίλες μορφές διαδραστικότητας μεταξύ εκθέματος και επισκέπτη του μουσείου, που μπορούν να καλλιεργηθούν μέσα από τις νέες τεχνολογίες.

Στο δεύτερο μέρος παρουσιάζεται η μεθοδολογία της ποιοτικής έρευνας που ακολουθήθηκε και περιγράφονται αναλυτικά οι μουσειακοί χώροι που αποτέλεσαν το πλαίσιο της εμπειρικής μελέτης. Αναφέρονται επίσης οι μέθοδοι συλλογής δεδομένων όπως η παρατήρηση, η καταγραφή και η συνέντευξη.

Τέλος διατυπώνονται τα συμπεράσματα στα οποία κατάληξε η έρευνα καθώς και ορισμένες προτάσεις για την αποτελεσματική διεξαγωγή των εκπαιδευτικών προγραμμάτων και δράσεων που αφορούν την παιδαγωγική επαφή με την μουσική και τα μαθηματικά μέσω μουσειακών αντικειμένων.

## **ABSTRACT**

The aim of the present dissertation is to examine the grounds on which new technologies are included in museums' exhibitions, as well as, to explore the ways that new technologies support these educational programs. Moreover, the study examines whether museums are able to adjust educational programs about mathematics and music in such a way that they can be attended by children and adult visitors of museums efficiently.

In the first part of the study, the museum is considered as a place of informal learning. Furthermore the study explores the role of basic educational methods such as constructivism and learning by doing and acting and the way in which they affect educational activities of exhibitions related to mathematics and music.

In second part of the study, the research methodology presents the analyses of data obtained from observation and interviews. The interviews were given by educators who specialized to compile educational programs in Greek museums

Finally, the dissertation offers some suggestions that might enhance the effectiveness of educational programs are provided.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Ευχαριστώ θερμά την καθηγήτρια μου κυρία Άννα Χρονάκη για την ολόπλευρη στήριξή της, την επιστημονική καθοδήγησή της, αλλά και την άμεση βοήθεια της σε όποια δυσκολία αντιμετώπισα. Την ευχαριστώ, επίσης, σε βάθος καρδιάς για την φιλικότητα, την ηθική υποστήριξη και την ενθάρρυνση που μου παρείχε καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας εργασίας. Πολλές ευχαριστίες απευθύνω, ακόμα, και στον καθηγητή μου τον κύριο Παναγιώτη Κανελλόπουλο του οποίου οι εύστοχες παρατηρήσεις και οι συμβουλές με βοήθησαν στην ολοκλήρωση της εργασίας μου.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ απευθύνω στις διευθύνσεις των ελληνικών μουσείων και στους αρμόδιους των εκπαιδευτικών προγραμμάτων ξεχωριστά, όπως και στους μουσειοπαιδαγωγούς, οι οποίοι με μεγάλη ευγένεια ανταποκρίθηκαν στο αίτημα μου για συμμετοχή στην έρευνα και στην παραχώρηση συνεντεύξεων. Χωρίς την συνδρομή αυτών στους πολιτιστικούς χώρους αναφοράς που πραγματοποίησα την αυτό-παρατήρηση, δεν θα ήταν εφικτή η συλλογή σημαντικών στοιχείων.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
ABSTRACT.....	2
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	3
Α΄ ΜΕΡΟΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	
Κεφάλαιο 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	9
Κεφάλαιο 2: ΜΟΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΣΕ ΜΟΥΣΕΙΑΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ.....	11
2.1 Μουσεία ως χώροι μάθησης και επικοινωνίας.....	11
2.2 Μουσεία ως χώροι επαφής με τις θετικές επιστήμες.....	14
2.3 Μουσική και μαθηματικά σε μουσειακούς χώρους.....	17
Κεφάλαιο 3: ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ- Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	22
3.1 Χρήση νέων τεχνολογιών στο μουσείο.....	22
3.4 Καλλιέργεια διαδραστικότητας μέσω νέων τεχνολογιών.....	33
Β΄ ΜΕΡΟΣ: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	
Κεφάλαιο 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	40
4.1 Προβληματική της έρευνας και βασικά ερευνητικά ερωτήματα.....	40
4.2 Επιλογή μεθοδολογικής προσέγγισης.....	42
4.3 Μέθοδοι συλλογής και ανάλυσης δεδομένων.....	46
4.4 Το πλαίσιο της έρευνας.....	49
4.4.1 Οι τρεις εκθέσεις σε τρεις διαφορετικούς χώρους.....	49
4.4.2 Υποκείμενα της ερευνητικής διαδικασίας.....	50
Γ΄ ΜΕΡΟΣ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	
Κεφάλαιο 5: ΤΟ ΜΟΥΣΙΚΟ ΤΡΑΠΕΖΙ.....	53
5.1 Εισαγωγή.....	53
5.2 Έκθεση.....	53

5.3 Έκθεμα.....	58
5.3.1 Μουσικό τραπέζι.....	58
5.3.1.1 Τρόπος αναπαράστασης της μουσικής.....	58
5.3.1.2 Συσχέτιση μαθηματικών και μουσικής.....	64
5.3.1.3 Διάδραση μεταξύ χρήστη και εκθέματος.....	66
5.3.1.4 Βιωματική προσέγγιση της γνώσης.....	68
5.3.1.5 Συσχέτιση γνώσεων με άμεση εμπειρία χρήστη.....	70
5.3.1.6 Συμπεράσματα.....	72
Κεφάλαιο 6: ΜΟΥΣΙΚΗ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΘΕΣΗ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΚΟΣΜΟΥ.....	74
6.1 Εισαγωγή.....	74
6.2 Έκθεση.....	74
6.3 Εκθέματα.....	85
6.3.1 Και λίγη μουσική.....	87
6.3.1.1 Τρόποι αναπαράστασης της μουσικής.....	87
6.3.1.2 Συσχέτιση μαθηματικών και μουσικής.....	89
6.3.1.3 Διάδραση μεταξύ χρήστη και εκθέματος.....	93
6.3.1.4 Βιωματική προσέγγιση της γνώσης.....	97
6.3.1.5 Συσχέτιση γνώσεων με άμεση εμπειρία χρήστη.....	98
6.3.2 Το μονόχορδο του Πυθαγόρα.....	99
6.3.2.1 Τρόποι αναπαράστασης της μουσικής.....	99
6.3.2.2 Συσχέτιση μαθηματικών και μουσικής.....	102
6.3.2.3 Διάδραση μεταξύ χρήστη και εκθέματος.....	104
6.3.2.4 Βιωματική προσέγγιση της γνώσης.....	105
6.3.2.5 Συσχέτιση γνώσεων με άμεση εμπειρία χρήστη.....	106
6.3.3 Γλάστρες.....	107

6.3.3.1 Τρόποι αναπαράστασης της μουσικής.....	107
6.3.3.2 Συσχέτιση μαθηματικών μουσικής.....	109
6.3.3.3 Διάδραση μεταξύ χρήστη και εκθέματος.....	110
6.3.3.4 Βιωματική προσέγγιση της γνώσης.....	110
6.3.3.5 Συσχέτιση γνώσεων με άμεση εμπειρία χρήστη.....	113
6.3.4 Αυλοί.....	114
6.3.4.1 Τρόποι αναπαράστασης της μουσικής.....	114
6.3.4.2 Συσχέτιση μαθηματικών και μουσικής.....	115
6.3.4.3 Διάδραση μεταξύ χρήστη και εκθέματος.....	116
6.3.4.4 Βιωματική προσέγγιση της γνώσης.....	117
6.3.4.5 Συσχέτιση γνώσεων με άμεση εμπειρία χρήστη.....	118
6.3.5 Συμπεράσματα.....	119
6.3.5.1 Αναπαράσταση μουσικής.....	119
6.3.5.2 Μαθηματικά σε σχέση με την μουσική.....	120
6.3.5.3 Διάδραση .....	121
6.3.5.4 Βιωματική προσέγγιση της γνώσης.....	122
6.3.5.5 Συσχέτιση γνώσεων με άμεση εμπειρία χρήστη.....	123
Κεφάλαιο 7: Η ΜΟΥΣΙΚΗ ΜΕΣΑ ΣΠΟΤΙΣ ΑΙΣΘΗΣΕΙΣ: Η ΕΚΘΕΣΗ «ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ» ΣΤΟ ΕΥΓΕΝΙΔΙΟ ΙΔΡΥΜΑ.....	125
7.1 Εισαγωγή.....	125
7.2 Έκθεση.....	126
7.3 Εκθέματα.....	138
7.3.1 Που βρίσκομαι.....	138
7.3.1.1 Τρόποι αναπαράστασης της μουσικής.....	138
7.3.1.2 Συσχέτιση μαθηματικών και μουσικής.....	141
7.3.1.3 Διάδραση μεταξύ χρήστη και εκθέματος.....	142



7.3.1.4 Βιωματική προσέγγιση της γνώσης.....	143
7.3.1.5 Συσχέτιση γνώσεων με άμεση εμπειρία χρήστη.....	144
7.3.2 Ηχητικό Κύμα.....	145
7.3.2.1 Τρόποι αναπαράστασης της μουσικής.....	145
7.3.2.2 Συσχέτιση μαθηματικών και μουσικής.....	147
7.3.2.3 Διάδραση μεταξύ χρήστη και εκθέματος.....	148
7.3.2.4 Βιωματική προσέγγιση της γνώσης.....	149
7.3.2.5 Συσχέτιση γνώσεων με άμεση εμπειρία χρήστη.....	150
7.3.3 Η μετατροπή του ήχου.....	151
7.3.3.1 Τρόποι αναπαράστασης της μουσικής.....	151
7.3.3.2 Συσχέτιση μαθηματικών και μουσικής.....	154
7.3.3.3 Διάδραση μεταξύ χρήστη και εκθέματος.....	155
7.3.3.4 Βιωματική προσέγγιση της γνώσης.....	156
7.3.3.5 Συσχέτιση γνώσεων με άμεση εμπειρία του χρήστη.....	157
7.3.4 Εικονικά κρουστά.....	158
7.3.4.1 Τρόποι αναπαράστασης της μουσικής.....	158
7.3.4.2 Συσχέτιση μαθηματικών και μουσικής.....	160
7.3.4.3 Διάδραση μεταξύ χρήστη και εκθέματος.....	161
7.3.4.4 Βιωματική προσέγγιση γνώσης.....	165
7.3.4.5 Συσχέτιση γνώσεων με άμεση εμπειρία χρήστη.....	167
7.3.5 Συμπεράσματα.....	168
7.3.5.1 Τρόποι αναπαράσταση μουσικής.....	168
7.3.5.2 Συσχέτιση μαθηματικών και μουσικής.....	168
7.3.5.3 Διάδραση μεταξύ εκθέματος και χρήστη .....	169
7.3.5.4 Βιωματική προσέγγιση της γνώσης.....	170
7.3.5.5 Συσχέτιση γνώσεων με άμεση εμπειρία χρήστη.....	171

Κεφάλαιο 8: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	172
8.1 Ως προς τους τρόπους αναπαράστασης της μουσικής.....	172
8.2 Ως προς τον συσχετισμό μαθηματικών και μουσικής.....	174
8.3 Ως προς τη διάδραση μεταξύ εκθέματος και χρήστη.....	175
8.4 Ως προς τη βιωματική προσέγγιση της γνώσης.....	176
8.5 Συσχέτιση γνώσεων με άμεση εμπειρία χρήστη.....	177
ΕΠΙΛΟΓΟΣ .....	179
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	181

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η απόφασή μου να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα προέκυψε από προσωπικό ενδιαφέρον για τις άτυπες μορφές μάθησης και το δυναμικό που προσφέρουν στην εκπαίδευση. Τα μουσεία ως χώροι άτυπης μάθησης πάντα κέντριζαν την προσοχή μου.

Η μουσειακή εκπαίδευση, από τα μέσα του 20<sup>ου</sup> αιώνα, ασπάστηκε, σταδιακά, πολλές από τις αρχές και τις πρακτικές της προοδευτικής παιδαγωγικής. Η επίδραση του προοδευτικού κινήματος στην μουσειοπαιδαγωγική ήταν συνυφασμένη με τη δημιουργία καταστάσεων αλληλεπίδρασης στο μουσείο, οι οποίες, ως εκ τούτου, επέτρεψαν την αμεσότερη επαφή με τα αντικείμενα. Συνδέθηκε, επίσης, με τις προσπάθειες για την εφαρμογή των αρχών της βιωματικής μάθησης, μέσω των οποίων παρέχονταν ευκαιρίες για διερευνητική μάθηση, ενεργητική συμμετοχή και ανάπτυξη της κριτικής σκέψης. Η αναγνώριση του ενεργητικού ρόλου που διαδραματίζει ο μαθητής στην εκπαιδευτική διαδικασία επηρέασε, ακόμα, και τον τρόπο που τα μουσεία αντιλαμβάνονταν τον επικοινωνιακό τους ρόλο. Οδήγησε, έτσι, στον επαναπροσανατολισμό των μουσείων προς τις αντιλήψεις που έφερναν τον επισκέπτη/παιδί στο επίκεντρο τόσο των ερμηνευτικών προσεγγίσεων των εκθέσεων όσο και της λειτουργικότητας και οργάνωσης του μουσειακού χώρου εν γένει. Το ζητούμενο στο μεταμοντέρνο μουσείο πια δεν ήταν η μετάδοση ενός συμπαγούς σώματος γνώσης, αλλά η διευκόλυνση του επισκέπτη στη δημιουργία προσωπικών νοημάτων κατά την διαδικασία κατανόησης των πολιτισμικών εκφάνσεων που παρουσιάζονταν στο μουσείο (Poulot, Bodestein, Jose & Guiral, 2011).

Οι δράσεις σε εργαστήρια και μουσεία όπου οι εκθέσεις τους αναφέρονταν στους γνωστικούς τομείς των μαθηματικών, της φυσικής και της τεχνολογίας άρχισε να καλλιεργεί στους μαθητές την άποψη ότι η γνώση των θετικών επιστημών αποτελεί σημαντική συνιστώσα στην εξέλιξη του πολιτισμού μας. Η ραγδαία ανάπτυξη, επίσης, των νέων τεχνολογιών και των εφαρμογών τους οδήγησε στην αξιοποίησή τους από πολιτισμικούς χώρους αναφοράς. Άρχισαν, έτσι, να προβάλλονται εκθέματα στο κοινό, μέσω διαδικτύου και να εντάσσονται ψηφιακά

μέσα στις εκθέσεις των μουσείων με στόχο τα μουσειακά αντικείμενα των εκθέσεων να επιμορφώσουν και να ψυχαγωγήσουν (Schweirz, 1998).

Στόχοι της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση των τρόπων που η μουσική και τα μαθηματικά αναπαριστώνται στις μουσειακές εκθέσεις όπως και του δυναμικού που αυτές οι εκθέσεις δημιουργούν για την κατανόηση τόσο της σχέσης μουσικής και μαθηματικών εννοιών όσο και επιμέρους θεμάτων που αφορούν ξεχωριστά την μουσική και τα μαθηματικά. Επιπρόσθετα μελετούνται οι συγκεκριμένες εφαρμογές νέων τεχνολογιών που έχουν ενταχθεί στις εκθέσεις των μουσείων που μελετήσαμε και το κατά πόσο οι εφαρμογές αυτές μπορούν να καλλιεργήσουν την διάδραση μεταξύ χρήστη και γνώσης στο πλαίσιο του εκθέματος.

Η παρούσα μελέτη αποτελείται από οχτώ κεφάλαια και τον επίλογο. Στα τρία πρώτα κεφάλαια που αποτελούν το θεωρητικό μέρος της μελέτης γίνεται αναφορά στις άτυπες μορφές εκπαίδευσης όπως και στην μάθηση γνωστικών εννοιών που αφορούν τις θετικές επιστήμες και πιο συγκεκριμένα την μουσική και τα μαθηματικά σε μουσειακούς χώρους. Επιπρόσθετα γίνεται αναφορά στο σημαντικό ρόλο των νέων τεχνολογιών στην μουσειακή εκπαίδευση. Στα τέσσερα επόμενα κεφάλαια πραγματοποιείται αναφορά στην μεθοδολογία έρευνας που ακολουθήθηκε και περιγράφονται αναλυτικά οι χώροι που αποτέλεσαν το πλαίσιο της εμπειρικής μας μελέτης. Στο τελευταίο κεφάλαιο αναφέρονται συμπεράσματα σε σχέση με τα εκθέματα που μελετήθηκαν και γίνονται προτάσεις οι οποίες θα μπορούσαν να συνεισφέρουν θετικά στην καλλιέργεια ενός δυναμικού περιβάλλοντος βιωματικής μάθησης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΜΟΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΣΕ ΜΟΥΣΕΙΑΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

Στο παρόν κεφάλαιο θα μιλήσουμε για τον εκπαιδευτικό ρόλο των μουσείων αναφορικά με εμπειρίες στις γνωστικές περιοχές των μαθηματικών και της μουσικής. Οι δραστηριότητες που πραγματοποιούνται εντός του μουσείου συνήθως αφορούν την οργάνωση μορφών άμεσης επικοινωνίας με το κοινό. Οι μορφές άμεσης επικοινωνίας μπορούν να διακριθούν σε ελεύθερες και σε προσανατολισμένες επισκέψεις, είτε σχολικών ομάδων, είτε άλλων ομάδων επισκεπτών. Οι έμμεσες μορφές επικοινωνίας αφορούν υλικό ενημερωτικό και εκπαιδευτικό εκτός του μουσείου για την προσέλκυση επισκεπτών.

Σημαντικό ρόλο στη διοργάνωση ελεύθερων και προσανατολισμένων επισκέψεων διαδραματίζουν τα εκπαιδευτικά προγράμματα που ακολουθούν οι μουσειοπαιδαγωγοί για να μεταφέρουν πιο προσιτά και κατανοητά τις γνώσεις στους ανήλικους επισκέπτες. Τα εκπαιδευτικά προγράμματα είναι επηρεασμένα από συγκεκριμένες θεωρίες μάθησης και οργανώνονται με βάση αυτές.

#### 2.1 Μουσεία ως χώροι μάθησης και επικοινωνίας

Τις τελευταίες δεκαετίες τα μουσεία άρχισαν να παρέχουν ένα νέο τύπο μαθησιακού περιβάλλοντος στα παιδιά και στις οικογένειες τους. Η αρχική ανάπτυξη των προγραμμάτων και των δράσεων των μουσείων έγινε πολύ γρήγορα με αποτέλεσμα το πεδίο να ωριμάσει πλέον, να επαγγελματοποιηθεί και να λάβει υπόψη του στο σχεδιασμό των εκπαιδευτικών δράσεων τα ερευνητικά δεδομένα για τα παιδιά και την μάθηση (Johnson et al, 2008). Η παιδαγωγική του μουσείου, έτσι, στράφηκε προς την εξυπηρέτηση των ιδιαίτερων συνθηκών του κοινού του με αποτέλεσμα οι εκθέσεις να γίνονται πιο συμμετοχικές για τους επισκέπτες. Ακόμα ιδιαίτερη μέριμνα έλαβαν για το σχεδιασμό προγραμμάτων για τα παιδιά, δίνοντας τους τη δυνατότητα να μάθουν μέσα από το παιχνίδι. Σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση μαθησιακών περιβαλλόντων στους πολιτισμικούς χώρους αναφοράς διαδραμάτισαν διαφορετικές παιδαγωγικές και εκπαιδευτικές θεωρίες που υποστήριξαν ότι η μάθηση δεν είναι μια προσθετική διαδικασία αλλά μια

διαδικασία που μετασχηματίζει τόσο τα ίδια τα υποκείμενα όσο και τις ιδέες τους για την πραγματικότητα.

Βασικές θεωρίες μάθησης που μπόρεσαν να στηρίξουν τις διδακτικές προσεγγίσεις που ακολούθησαν τα εκπαιδευτικά προγράμματα και τις δραστηριότητες σε διάφορους χώρους πολιτισμικής αναφοράς είναι:

A) Κονστρουκτιβιστική προσέγγιση- Εποικοδομητισμός (Constructivism): Η θεωρία του κονστρουκτιβισμού αναπτύχθηκε από τον Jean Piaget που ενδιαφέρθηκε για την αναπτυσσόμενη ικανότητα του παιδιού να σκέφτεται. Στην πραγματικότητα ο Piaget μελέτησε τα παιδιά και την ανάπτυξη της νοημοσύνης του ανεξάρτητα από την κουλτούρα (Roopnarine & Johnson, 2006). Στη θεωρία του κονστρουκτιβισμού στηρίχθηκε ο σχεδιασμός των εκπαιδευτικών προγραμμάτων των μουσείων λαμβάνοντας υπόψη την ανάπτυξη του παιδιού. Στο πλαίσιο λοιπόν της κονστρουκτιβιστικής προσέγγισης, δόθηκε έμφαση στην μάθηση μέσω των μουσείων, όχι ως συσσώρευση δεδομένων, αλλά ως διαρκή διαδικασία με την οποία το παιδί ενσωματώνει νέα δεδομένα στην προϋπάρχουσα γνωστική του δομή. Το παιδί, λοιπόν, μαθαίνει από το μουσείο και κυριολεκτικά οικοδομεί την γνώση, επεξεργαζόμενο ξανά ιδέες και έννοιες ώστε να καταλήξει σε μια οικοδόμηση με νόημα για κείνον ή σε ένα εννοιολογικό δίκτυο κατανόησης (Roopnarine & Johnson, 2006).

B) Κοινωνικοπολιτιστική Μάθηση (Sociocultural Learning): Σύμφωνα με τον κοινωνικό ψυχολόγο Leon Vygotsky (1978) στο μουσείο μπορούν να αναπτυχθούν συνεργατικά περιβάλλοντα μάθησης (Roopnarine & Johnson, 2006). Χαρακτηριστικά τέτοιων μοντέλων θα μπορούσαν να θεωρηθούν η συντονισμένη δράση, η λεκτική και μη λεκτική επικοινωνία, η επικοινωνία των επισκεπτών των μουσειακών χώρων μέσω της φυσικής παρουσίας τους, η δημιουργία κοινωνικού πλαισίου μέσω δράσεων με κοινόχρηστα αντικείμενα, η διαχείριση στενής και χαλαρής σύζευξης επικοινωνίας, η διευκόλυνση εύρεσης συνεργατών, η επικύρωση της συντονισμένης δράσης, ο συγχρονισμός και η δυνατότητα διαπραγμάτευσης διαφορών θεμάτων στο συνεργατικό περιβάλλον (Ρετάλης, 2005). Μέσα σε αυτό το πλαίσιο θεωρήθηκε έτσι σημαντική η αλληλεπίδραση των συνομήλικων στο περιβάλλον του χώρου των εκθέσεων, και γι αυτό το λόγο οι εκπαιδευτικές δράσεις εμπλουτίστηκαν με

ομαδικές και παιγνιώδεις δραστηριότητες για να αποκτήσουν τα παιδιά γνώση (Roopnarine & Johnson, 2006).

Γ) Ανακαλυπτική πειραματική μάθηση (Discovery Learning): Η ανακαλυπτική πειραματική μάθηση του Bruner χαρακτηρίστηκε από πολύπλοκες γνωστικές διαδικασίες που έχουν σχέση με την πρόσκτηση, την επεξεργασία και την κωδικοποίηση των πληροφοριών. Σύμφωνα με τον Bruner, ο εκπαιδευόμενος έπρεπε να μάθει μέσα από τις εμπειρίες του και τα λάθη του, αντιμετωπίζοντας προβληματικές καταστάσεις. Σημαντικό ρόλο στη μάθηση του διαδραμάτιζαν το πείραμα, η δοκιμή, η επαλήθευση, η διάψευση (Prensky, 2000). Η εκπαιδευτική θεωρία της ανακαλυπτικής πειραματικής μάθησης επηρέασε τον σχεδιασμό εκπαιδευτικών δράσεων σε πολιτιστικούς χώρους αναφοράς. Με βάση την συγκεκριμένη θεωρία σχεδιάστηκε εκπαιδευτικό υλικό, ασκήσεις, δραστηριότητες οι οποίες να οδηγούν τα παιδιά να ανακαλύψουν από μόνα τους την γνώση (Νάκου, 2001).

Δ) Βιωματική μάθηση (Learning by doing): Επηρεασμένος από τον Darwin, τον Rousseau, τον Pestalozzi, τον Herbart και τον Froebel, ο Dewey υποστήριξε ότι η εκπαίδευση θα έπρεπε να τοποθετείται μέσα στη φυσική ανάπτυξη του ανθρώπινου είδους. Θα έπρεπε κατά την άποψη του να συμφιλιωθούν οι παραδοσιακοί δυισμοί όπως το πνεύμα και το σώμα, το πνεύμα και η πράξη, το ψυχολογικό και το κοινωνικό, το άτομο και η κοινωνία, ο μαθητής και το curriculum, οι σκοποί και τα μέσα, η θεωρία και η πράξη, η χειρωνακτική και η πνευματική δραστηριότητα (Houssay, 2000). Ο Dewey τόνισε την δημιουργία βιωματικών εμπειριών οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν στην κατάκτηση γνώσεων από μέρος των παιδιών σε χώρους όπως τα μουσεία (Ντολιοπούλου, 2004, Τζιαφέρη, 2005). Εφόσον, λοιπόν, ο Dewey μιλούσε συνεχώς για την ανακατασκευή της εμπειρίας δεν θα μπορούσε παρά να συμφωνήσει με μια προσαρμογή στα σημερινά δεδομένα της θεωρίας του και της εκπαιδευτικής πρακτικής που έχει γίνει αντικείμενο επεξεργασίας όχι μόνο σε τυπικές μορφές παιδείας αλλά και σε άτυπες στις οποίες συγκαταλέγεται η μάθηση σε διάφορους χώρους πολιτισμικής αναφοράς (Houssaye, 2000).

Οι παραπάνω βασικές παιδαγωγικές θεωρίες συνέβαλαν σημαντικά στο σχεδιασμό εκπαιδευτικών δράσεων σε πολιτισμικούς χώρους αναφοράς. Οι

μέθοδοι εκπαίδευσης των προγραμμάτων που αφορούν στη μουσική και τα μαθηματικά σε μουσειακούς χώρους σχετίζονται με δραστηριότητες που πραγματοποιούνται εντός του εκθεσιακού χώρου. Στόχος τους είναι η προσέγγιση των μουσειακών αντικειμένων και κατ' επέκταση των ιδεών που απορρέουν από αυτά από διαφορετικές ομάδες κοινού, σχολικές ομάδες όλων των βαθμίδων, ομάδες ενηλίκων, οικογένειες, μεμονωμένες επισκέψεις κ.ά. Όσον αφορά τις δράσεις εντός του χώρου του μουσείου θα μπορούσαμε ν' αναφερθούμε στις κατηγορίες επισκέψεων στα μουσεία, οι οποίες αφορούν την ελεύθερη και την προσανατολισμένη επίσκεψη.

## **2.2 Μουσεία ως χώροι επαφής με τις θετικές επιστήμες**

Σύμφωνα με τον Κολιόπουλο (2004: σ. 35) οι άτυπες μορφές εκπαίδευσης που σχετίζονται με τις θετικές επιστήμες μπορούν να προσφέρουν: την ευαισθητοποίηση σε θέματα του φυσικού και τεχνολογικού περιβάλλοντος, την δυνατότητα της μετάβασης από την κατάσταση του περιστασιακού ενδιαφέροντος για ένα θέμα στην κατάσταση της ενεργού ανάμειξης σε αυτό και την δυνατότητα δημιουργίας των όρων μιας αυτομόρφωσης σε ένα συγκεκριμένο πεδίο δράσης.

Οι τεχνικές του θεάματος που συχνά συναντάμε στις επιστημονικές εκθέσεις και τα μουσεία θετικών επιστημών μπορούν να αποτελέσουν ένα κατάλληλο διδακτικό και μαθησιακό περιβάλλον ειδικά για την προσχολική εκπαίδευση. Στην συγκεκριμένη εκπαιδευτική βαθμίδα η τεχνική του θεάματος όπως κουκλοθέατρο και του ακροάματος όπως παραμύθι αποτελούν βασικά στοιχεία, συστατικά των εκπαιδευτικών στρατηγικών.

Όπως σχολιάζει άλλωστε και ο Michel Serres σε μια συζήτηση που διοργανώθηκε από το μουσείο φυσικών επιστημών Palais de la Decouverte για το θέμα της πρόκλησης ενδιαφέροντος για τις φυσικές επιστήμες:

«Για να προκαλέσουμε την περιέργεια δεν έχουμε τίποτα καλύτερο να κάνουμε από ότι έκανε ο Ιούλιος Βερν. Τι σημαίνει αυτό; Στα έργα του υπάρχει ένα συγκεκριμένο επιστημονικό περιεχόμενο: αστρονομία, ιδιότητες υλικών, φυσική ή φυσική ιστορία όπου η πληροφορία παρουσιάζεται με την μορφή διήγησης. Από την στιγμή που υπάρχει διήγηση η οποία περιλαμβάνει επιστημονική γνώση ή αντίθετα από την στιγμή που υπάρχει επιστημονική γνώση

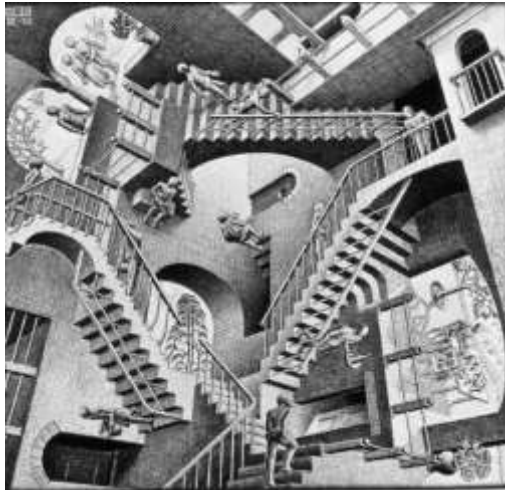


που παρουσιάζεται με την μορφή διήγησης τότε αυξάνεται το ενδιαφέρον. Για να μάθουμε για τις γεωλογικές στρώσεις χρειάζεται να κάνουμε ένα ταξίδι στο κέντρο της γης! Αν θελήσετε να διδάξετε ανθρώπους άνω των τριάντα για τις γεωλογικές στρώσεις αυτό δεν θα τους ενδιέφερε καθόλου. Αν όμως τους διηγηθείτε μια ιστορία για κάποιον που βρήκε ένα παλιό χειρόγραφο το οποίο χρειάζεται να αποκωδικοποιήσει και έτσι οδηγείται στο να μπει σε ένα ηφαίστειο, τότε όλοι θα παρακολουθήσουν την ιστορία. Μιλάω για το μέσο διασύνδεσης. Το ιδιοφυές είναι να βρεθεί το κατάλληλο μέσο διασύνδεσης που αφενός θα επιτρέψει την εισαγωγή σε κάποιο θεματικό επίπεδο φυσικών επιστημών και αφετέρου θα δημιουργήσει συνθήκες μόνιμου ενδιαφέροντος σε μια συναρπαστική διήγηση» (όπως αναφέρεται στο Κολιόπουλο, 2004: σ. 49)

Οι Banister και Rayan (2001) δοκίμασαν να εισαγάγουν την έννοια του νερού σε παιδιά 9-10 ετών μέσα από την διήγηση μιας ιστορίας η οποία σχετιζόταν με ερωτήματα όπως «τι είναι το νερό;», «που μπορούμε να βρούμε νερό;», «από πού έρχεται και που πηγαίνει το νερό;», «ποιός χρησιμοποιεί το νερό;» και «πως κινείται το νερό;». Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι τα παιδιά ήταν ικανά να χρησιμοποιήσουν την ιστορία για να κατανοήσουν τα σχετικά φυσικά φαινόμενα χρησιμοποιώντας σωστά τις πιο αφηρημένες έννοιες όπως αέριο, τήξη, υγροποίηση (Κολιόπουλος, 2004).

Στην Ελλάδα τα μουσεία φυσικών επιστημών που ανήκουν στην κατηγορία των μουσείων ιδρυμάτων όπως και τα αντίστοιχα διεθνή μουσεία βρίσκονται σε μια περίοδο αναστοχασμού, αναδιαρθρώσεων και ανακοινώσεων με στόχο την μεγιστοποίηση της κοινωνικής και εκπαιδευτικής του επίδρασης. Δυο είναι τα μεγάλα μουσεία φυσικών επιστημών που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία: Το Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας στην Αθήνα ([www.gnhm.gr](http://www.gnhm.gr)) και το «Κέντρο Διάδοσης Επιστημών και Μουσείο Τεχνολογίας» στη Θεσσαλονίκη ([www.tmth.edu.gr](http://www.tmth.edu.gr)) (Κολιόπουλος, 2004).

Επιπρόσθετα στον ελληνικό χώρο σημαντικό είναι και το μουσείο Ηρακλειδών όπου παρουσιάζει την σχέση των μαθηματικών με την τέχνη μέσα από εκθέματα. Σημαντική, επίσης, είναι η αναφορά σε ξένους καλλιτέχνες M.C. Escher και V. Vasarely όπου τα έργα τους όπως πίνακες ζωγραφικής σχετίζονται με την γεωμετρία.



Εικόνα 1 Έκθεμα από τα έργα του M.C.Escher

Ακόμα πραγματοποιείται αναφορά σε Έλληνες φιλόσοφους και μαθηματικούς που έδρασαν στην αρχαία κλασική εποχή και σε παραστάσεις αγγείων της γεωμετρικής περιόδου ([ww. herakleidon-art.gr](http://www.herakleidon-art.gr)).

Όσο αφορά τον διεθνή χώρο, αξίζει να αναφερθούμε και στο Τεχνολογικό Μουσείο του Μονάχου, όπου πραγματοποιούνται εκθέσεις σε σχέση με υλικά, παραγωγή, ενέργεια, επικοινωνία, κυκλοφορία, μουσικά όργανα (<http://www.deutsches-museum.de/ausstellungen/energie/>). Σημαντικό ρόλο παίζουν επίσης και τα εργαστήρια μελέτης στο μουσείο, όπου τα παιδιά πραγματοποιούν πειράματα και κατασκευές.



Εικόνα 2 Έκθεμα από το Τεχνολογικό Μουσείο Μονάχου

### 2.3 Μουσική και Μαθηματικά σε μουσειακούς χώρους

Η τυπική εκπαίδευση στα μαθηματικά και στη μουσική που γίνεται στο σχολείο και η άτυπη των μουσείων ασκούνται διαφορετικά από τον ένα χώρο στον άλλο. Αυτό οφείλεται στις διαφορές που υπάρχουν στη φύση και τα χαρακτηριστικά της τυπικής εκπαίδευσης που προσφέρει το σχολείο και της άτυπης, η οποία συναρτάται με τη λειτουργία του μουσείου (Κολιόπουλος, 2004). Δεν θα μπορούσαμε, έτσι, ν' αποκλείσουμε και τις εντάσεις, οι οποίες εστιάζονται σε διαφορετικά επίπεδα.

Ενδεικτικά θα μπορούσαμε ν' αναφερθούμε στο *επίπεδο των διδακτικών στόχων*. Σε σχέση μ' αυτούς οι Guichard και Martinand (2000) ισχυρίστηκαν ότι ο εκλαϊκευτικός μετασχηματισμός της επιστημονικής γνώσης που επιδιώκεται μέσω των εκθεσιακών αντικειμένων καθιστά την χρήση του όρου «διδακτικός στόχος» ανεφάρμοστη. Έτσι εισήγαγαν τον όρο «διαμεσολαβητική επίδραση» για να εκφράσουν τα αποτελέσματα που μπορεί να έχει η αλληλεπίδραση του χρήστη με το μουσειολογικό αντικείμενο, η οποία βασίστηκε στη δράση και το συναίσθημα και όχι τόσο στην διδακτική παρέμβαση που αφορά, κυρίως την τυπική εκπαίδευση. Πολλές φορές, ωστόσο, τα μουσεία λειτουργούσαν, παράλληλα, με το σχολείο προσφέροντας μεν εκπαιδευτικά προγράμματα σε ομάδες μαθητών, αλλά με στόχους διαφορετικούς δε από αυτούς που έθετε το αναλυτικό πρόγραμμα (Κολιόπουλος, 2004).

Θα άξιζε, επίσης, να δώσουμε έμφαση στο *επίπεδο μάθησης*. Η μάθηση στα μουσεία θετικών επιστημών διευκολύνει τη μάθηση των μαθηματικών και της μουσικής στο σχολείο. Υπάρχουν, όμως, περιπτώσεις όπου ο χρόνος αλληλεπίδρασης μουσειακών αντικειμένων μουσικής και μαθηματικών να μην είναι επαρκής για εμπέδωση της γνώσης (Κολιόπουλος, 2004). Οι Solomon & Tomas (1999), επίσης, αναφέρθηκαν σε έρευνες που υποστήριξαν ότι δεν υπάρχει αποτελεσματική μάθηση στις ελεύθερες επισκέψεις των μουσείων. Για να επιτευχθεί η μάθηση στην περίπτωση αυτή χρειάζεται να κατανοήσει ο μαθητής το σκοπό της αλληλεπίδρασης ανάμεσα στα μουσειολογικά αντικείμενα και σ' αυτόν.

Σημαντικό ρόλο, θα διαδραμάτιζε, επιπροσθέτως, η επισήμανση στο *επίπεδο της εκπαιδευτικής δράσης*. Οι μορφές που έλαβε η εκπαιδευτική δράση στον πολιτιστικό χώρο αναφοράς εξαρτήθηκαν από τη φύση και τα χαρακτηριστικά

κάθε κατηγορίας και τύπου του μουσείου, καθώς και το κοινό στο οποίο απευθυνόταν. Τα μουσεία θετικών επιστημών, για παράδειγμα, είχαν ένα σαφές εκπαιδευτικό προφίλ, σε αντίθεση με ορισμένα τοπικά μουσεία που πρότασαν περισσότερο το πολιτιστικό στοιχείο, τη διατήρηση της τεχνολογικής και βιομηχανικής κληρονομιάς μιας περιοχής, και όχι τόσο το εκπαιδευτικό στοιχείο. Τέλος, η ίδια μορφή του μουσειολογικού αντικειμένου οδήγησε σε διάφορες δράσεις τον επισκέπτη-μαθητή. Στις αλληλεπιδραστικές δραστηριότητες, για παράδειγμα, η εκπαιδευτική δράση απέκτησε μια ψυχολογική διάσταση, η οποία δεν συμβάδιζε πάντα με τη γνωστική (Κολιόπουλος, 2004).

Εκτός απ' αυτές τις παρατηρήσεις, κομβικό σημείο στη μελέτη μας αποτελεί η συσχέτιση μαθηματικών και μουσικής. Πιο συγκεκριμένα, στην περίοδο της αρχαιότητας η θεωρία της μουσικής στηρίχτηκε σε μαθηματικές έννοιες. Το μουσείο, έτσι, μπορεί να αποτελέσει ένα χώρο όπου μπορούν να μεταφερθούν γνώσεις μουσικής από προηγούμενες ιστορικές περιόδους στον επισκέπτη μέσω βιωματικών εμπειριών (Τζιαφέρη, 2005).

Ειδικότερα, το Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο, το Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού αλλά και το Ίδρυμα της Βουλής των Ελλήνων παρουσιάζουν μόνιμες αλλά και περιοδικές εκθέσεις που αφορούν μουσικά όργανα της αρχαίας ελληνικής και κλασικής εποχής μέσα από τις οποίες οι επισκέπτες μπορούν να γνωρίσουν τη μουσική στις συγκεκριμένες περιόδους. Τους δίνεται, έτσι, η ευκαιρία να έρθουν σε επαφή με τη θεωρία των φιλοσόφων, όπως ο Πυθαγόρας, ο Πλάτων και ο Αριστοτέλης, οι οποίοι διερεύνησαν τη σχέση της μουσικής με τα μαθηματικά. Κυκλαδικά ειδώλια που βρίσκονται στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο με εκτελεστές τριγώνου-άρπας και δίαυλου μαρτυρούν μια ζωντανή μουσική παράδοση, ήδη, από την εποχή αυτή. Η οργανική μουσική, επίσης, που ήταν γνωστή στην αρχαιότητα στηρίχτηκε σε μουσικές κλίμακες που δημιουργούνταν από νότες, οι οποίες συνδέονταν με τα μαθηματικά (Ίδρυμα της Βουλής των Ελλήνων για τον Κοινοβουλευτισμό και την Δημοκρατία, 2012). Πιο συγκεκριμένα, μια μουσική κλίμακα μπορούσε να εκφραστεί με απλούς αριθμητικούς τύπους όπως κλάσματα (Καιμάκης, 2004).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι εκθέσεις στο Εθνικό Αρχαιολογικό μουσείο, το Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού αλλά και το Ίδρυμα της Βουλής των Ελλήνων

απευθύνονταν κατά κύριο λόγο σ' ένα ευρύ κοινό. Τους πρότειναν ένα διαφορετικό τρόπο προσέγγισης της αρχαίας ελληνικής μουσικής, η οποία αποτελούσε μια ενόργανη τέχνη πολύ εκλεπτυσμένη, συνδέοντας τις νότες με τα μαθηματικά (Vuillermoz, 1979). Σε μια προσπάθεια, επιπλέον, να γνωρίσουν οι επισκέπτες τον κόσμο της μουσικής, με τρόπο απλό και διασκεδαστικό, συνδέοντας το παρελθόν με το παρόν, έκαναν ευρεία χρήση προηγμένων τεχνολογικών εφαρμογών.

Εξίσου σημαντικές είναι και οι συλλογές μουσικών οργάνων που βρίσκονται στο Μουσείο Ελληνικών Λαϊκών Οργάνων. Ο ιστότοπος του συγκεκριμένου μουσείου συσχετίζει τις διάφορες κατηγορίες των σύγχρονων μουσικών οργάνων με των αρχαίων Ελληνικών, των βυζαντινών και των αρχαίων Αιγυπτιακών (<http://www.instruments-museum.gr>).



Εικόνα 3. Φλογέρα από την μόνιμη έκθεση στο Μουσείο Ελληνικών Λαϊκών Οργάνων

Πολλά εκθέματα, επίσης, που αφορούν τη μουσική της ελληνικής αρχαιότητας, θα μπορούσαμε, να συναντήσουμε σε μουσεία του εξωτερικού. Το Βρετανικό και το Metropolitan Museum, για παράδειγμα, έχουν συμπεριλάβει στις εκθέσεις τους μουσικά όργανα, όπως λύρες.



Εικόνα 4 Λύρα Έκθεμα από το Βρετανικό Μουσείο

Επιπρόσθετα σημαντικές είναι και οι συλλογές μουσικών οργάνων που βρίσκονται στο Τεχνολογικό Μουσείο του Μονάχου, που προαναφέρθηκε. Τα παιδιά μπορούν στο πλαίσιο των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων να κατασκευάσουν μουσικά όργανα για παράδειγμα το μονόχορδο του Πυθαγόρα αλλά και να ασχοληθούν βιωματικά με αυτά (<http://www.deutsches-museum.de/ausstellungen/musikinstrumente/workshops/>).



Εικόνα 5 Εκθέματα από το Τεχνολογικό Μουσείο του Μονάχου

Έχοντας ως σημείο αναφοράς στη μελέτη μας τη σύνδεση της μουσικής με τα μαθηματικά κρίνουμε σκόπιμο ν' αναφερθούμε και σε μουσεία θετικών επιστημών. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, ειδικότερα, υπάρχουν μουσεία σε σχέση με τις επιστήμες των μαθηματικών, πολλά από τα οποία φιλοξενούν εκθέματα είτε μόνιμα είτε προσωρινά. Παρόλο που δεν υπάρχει μουσείο που να επικεντρώνεται μόνο στα μαθηματικά, το φθινόπωρο του 2012, το Μουσείο των Μαθηματικών ανοίγει τις πόρτες του στην Νέα Υόρκη (Chang, 2011). Η αποστολή του είναι «να αναβαθμίσει την κατανόηση του κοινού και την αντίληψη σε σχέση με τα μαθηματικά ....και να ενεργοποιήσει την περιέργεια σε σχέση με τον κόσμο των μαθηματικών» (Gould & Reimer, 2011).

Τα περισσότερα μοντέλα μάθησης που εφαρμόζονται σε χώρους άτυπων μορφών εκπαίδευσης έχουν στόχο να μεταφέρουν γνώσεις δίνοντας έμφαση σε μαθησιακές μεθόδους που βασίζονται σε συγκεκριμένες εμπειρίες, στην αναστοχαστική παρακολούθηση και στον ενεργό πειραματισμό. Σύμφωνα με την διδακτική φαινομενολογία του Fredeuland (1968) η μάθηση ενός σχετικά νέου γνωστικού αντικειμένου που πραγματοποιείται σε πολιτισμικούς χώρους

αναφοράς πρέπει να διατυπώνεται σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο, context. Το συγκεκριμένο πλαίσιο μπορεί να περιέχει τις υπό εξέταση έννοιες και δομές οι οποίες είναι σημαντικό να εξερευνώνται κάτω από όσο το δυνατόν περισσότερες οπτικές γωνίες. Στόχος είναι ο σχηματισμός εννοιών που θα αποτελέσουν τη βάση για το κτίσιμο της επιθυμητής έννοιας ή δομής. Για παράδειγμα, η έννοια της διαίρεσης μπορεί να εμπεριέχεται σε καταστάσεις δίκαιης μοιρασιάς, σχηματισμού ισοπληθών ομάδων και άλλα. Η φαινομενολογική εξερεύνηση της έννοιας της διαίρεσης θα γίνει με αφορμή την εξέταση προβλημάτων σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο (Streefland, 2000). Έτσι η διαίρεση μπορεί να συσχετιστεί και σε σχέση με ένα άλλο πρόβλημα που να αφορά την μουσική όπως είναι η διαίρεση της χορδής σε ανάλογα μέρη ώστε να πραχθούν νότες.

Καθοριστικό ρόλο στην επίτευξη της μάθησης των μαθηματικών και της μουσικής, επιπλέον, δεν αποτελούν μόνο τα αντικείμενα. Γραπτές, εικονικές και προφορικές μαρτυρίες που αφορούν το σύνολο του κοινωνικού και πολιτισμικού πλαισίου μιας έκθεσης, όπως και στοιχεία που αφορούν την κίνηση, τη δράση και τις συναισθηματικές αντιδράσεις των επισκεπτών, συμβάλλουν, εξίσου, σημαντικά στην αποτελεσματικότητα της μάθησης (Kavanagh, 1999).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΔΙΑΔΡΑΣΗ- Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Στο παρόν κεφάλαιο αναφέρονται τα οφέλη των νέων τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία η οποία πραγματοποιείται σε χώρους πολιτισμικής αναφοράς. Ακόμα θα αναφερθούν και οι μορφές των νέων τεχνολογιών που αξιοποιούνται σε χώρους πολιτισμικής αναφοράς. Η διάδραση αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα στην διαδικασία μάθησης και μπορεί να καλλιεργηθεί με την χρήση νέων τεχνολογιών. Παρολ' αυτά μια διαδραστική εμπειρία σε ένα μουσείο μπορεί να γίνει εφικτή μεταξύ χρήστη και εκθέματος χωρίς απαραίτητα το έκθεμα να είναι σε ψηφιακή μορφή.

#### 3.1 Χρήση νέων τεχνολογιών στο μουσείο

Στην πληθώρα των καινούργιων φαινομένων καθώς και των νέων εννοιών που έχουν αναδυθεί στις σύγχρονες κοινωνίες γίνεται πλέον εκτεταμένη χρήση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών στις διάφορες πτυχές τις ανθρώπινης δραστηριότητας. Πολυμέσα, υπερκείμενα-υπερμέσα, εκπαιδευτικά ψηφιακά παιχνίδια, εφαρμογές προσομοίωσης, ιστοσελίδες στο διαδίκτυο, εκπαιδευτική ρομποτική, εκπαιδευτικά λογισμικά, εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας είναι κάποιες από τις άπειρες εφαρμογές νέων τεχνολογιών που χρησιμοποιούν τα μουσεία. Ένα υπερκείμενο, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα μουσείο, συγκεντρώνει υλικό από κείμενα και στην πιο σύγχρονη του μορφή μπορεί να θεωρηθεί και ως υπερμέσο. Σε περίπτωση που θεωρηθεί ως υπερμέσο τότε συγκαταλέγονται εκτός από κείμενα και εικόνες, γραφικά, video, κινούμενες εικόνες, animation. Σήμερα, πολλές ενσώματες ψηφιακές εφαρμογές έχουν ως προϋπόθεση την κίνηση του σώματος για να λειτουργήσουν με αποτέλεσμα να μετατρέπουν τη μάθηση σε βίωμα, εμπειρία, ανακάλυψη, πειραματισμό.

Το επιστημονικό ενδιαφέρον της Παιδαγωγικής των Μέσων μέσα από συγκεκριμένες πολυμεσικές εφαρμογές εστιάζει το ενδιαφέρον του στις



προϋποθέσεις κάτω από τις οποίες οι νέοι θα είναι ικανοί να αναστοχαστούν σε σχέση με το γνωστικό πλαίσιο που έχουν αναπτύξει. Με σημείο αναφοράς την Διδακτική των Μέσων διαφαίνεται ότι οι συγκεκριμένες πολυμεσικές εφαρμογές μπορούν να δουν σφαιρικά ένα θέμα και να προάγουν τον ενεργό ρόλο του χρήστη (Κόμης, 2004). Επίσης σημαντική είναι και η μελέτη που έχει πραγματοποιηθεί σε σχέση με τις επιδράσεις των ψηφιακών εφαρμογών που μπορούν να αξιοποιηθούν ως εκπαιδευτικά εργαλεία και να προωθήσουν την λειτουργία της μνήμης (Iacovides et al, 2011).

Με τον όρο πολυμέσα αποδίδεται η συγκέντρωση και παρουσίαση σε ενιαίο μέσο, κατά κανόνα στον υπολογιστή, πολλών και διαφορετικών μορφών πληροφορίας με στόχο την καλύτερη επικοινωνία τους. Συνεπώς η έννοια του πολυμέσου αφορά την δυνατότητα του υπολογιστή και της εφαρμογής του λογισμικού να διαχειρίζεται πολλούς διαύλους αισθητικής επικοινωνίας με το χρήστη όπως κείμενο, ήχος, εικόνα, γραφικά, video και άλλα. Μάλιστα κάποιες φορές τα πολυμέσα εμπλέκουν απτές πληροφορίες μέσα από οθόνες αφής, touch screen, η ακόμα σωματικές κινήσεις και αισθητικές μέσα από την χρήση εφαρμογών εικονικής πραγματικότητας, virtual reality. Η τεχνολογία πολυμέσων έχει γνωρίσει μεγάλη ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια και συμβάλει σημαντικά στην εκπαιδευτική διαδικασία που πραγματοποιείται σε πολιτισμικούς χώρους αναφοράς.

Σήμερα οι χώροι εκπαίδευσης αλλά και κατάρτισης γενικότερα εμπλουτίζονται με εφαρμογές πολυμέσων ενώ η ανάπτυξη αλληλεπιδραστικών προγραμμάτων επιμόρφωσης μπορεί να βασιστεί στην μεθοδολογία και στις δυνατότητες των υπερμέσων και την εξ αποστάσεως πρόσβαση που επιτρέπει το Διαδίκτυο. Με άλλα λόγια ο υπολογιστής αποκτά πολύτροπες «παιδαγωγικές χρήσεις» τις οποίες δεν διέθετε όταν επεξεργαζόταν δεδομένα μόνο σε μορφή κειμένου. Πολλές έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί σε σχέση με την αλληλεπίδραση ανθρώπου/υπολογιστή και τα οφέλη της στην εκπαιδευτική διαδικασία (Birchfield et al, 2007). Αν "ο κινηματογράφος υπήρξε η lingua franca ή η δέκατη μούσα του 20<sup>ου</sup> αιώνα" (Καλεσοπούλου, 2011: p. 164), οι νέες τεχνολογίες έχουν ασφαλώς την αντίστοιχη θέση για τον 21<sup>ο</sup> αιώνα και οι μεγάλοι πολιτισμικοί χώροι αναφοράς επενδύουν συχνά σε αυτό το μέσο επικοινωνιακής πρακτικής. Έτσι τις χρησιμοποιούν όχι μόνο ως μέσο μετάδοσης πρακτικών πληροφοριών ή

κοινοποίησης των συλλογών και ποικίλων δραστηριοτήτων τους αλλά και ως μέσο των εκπαιδευτικών τους προγραμμάτων υλοποιώντας την από απόσταση εκπαίδευση.

Οι τρόποι που χρησιμοποιούν τα μουσεία τις νέες τεχνολογίες μπορούν να ομαδοποιηθούν σε δύο κατηγορίες: αυτοί που βελτιώνουν την πρόσβαση του κοινού παρουσιάζοντας πληροφορίες σε σχέση με τις εκθέσεις στο διαδίκτυο και αυτοί που συνδράμουν στην λειτουργία και τον εμπλουτισμό των εκθεμάτων. Πως, όμως, ένα μουσείο που αφορά τα μαθηματικά μπορεί να συσχετίσει την τεχνολογία με την εκπαίδευση; Το Μουσείο των Μαθηματικών στην Νέα Υόρκη όπως και άλλοι πολιτισμικοί χώροι αναφοράς είναι ένα παράδειγμα σε σχέση με το πώς οι συγκεκριμένοι φορείς μπορούν και πρέπει να χρησιμοποιούν τις νέες τεχνολογίες για εκπαιδευτικούς σκοπούς (Gould & Reimer, 2011). Παράδειγμα αξιοποίησης των νέων τεχνολογιών που αφορά το Μουσείο Μαθηματικών στην Νέα Υόρκη είναι η «Math Midway» όπου υπάρχει μια εφαρμογή ενός εκθέματος που ονομάζεται «Midway». Στην συγκεκριμένη εφαρμογή υπάρχει ένα μεγάλο Ring στο οποίο lasers σχεδιάζουν επίπεδες επιφάνειες. Οι τρισδιάστατες επιφάνειες προβάλλονται στο Ring όπως και η διατομή των επίπεδων επιφανειών. Τα σύνορα των τρισδιάστατων επιφανειών ξεχωρίζουν με σημάδια όπως και οι τομές τους. Οι χρήστες πρέπει για παράδειγμα να βρουν την εξαγωνική τομή ενός κύβου. Η αναφορά είναι σημαντική γιατί δείχνει πως η τεχνολογία μπορεί να αξιοποιήσει τα εκθέματα οποιουδήποτε μουσείου ώστε να χρησιμοποιηθεί η συγκεκριμένη αξιοποίηση διδακτικά. Ακόμα σύμφωνα, με τον Lawrence (2011), η λειτουργία πολλών εκθεμάτων ενός μουσείου μπορεί να βασιστεί στην τεχνολογία αλλά και σε αναβαθμισμένες πολυμεσικές εφαρμογές των νέων τεχνολογιών όπως οθόνες αφής, εικονική πραγματικότητα, χρήση εξωτερικών αισθητήρων. Τέλος, στο μέλλον, οι υπεύθυνοι πολλών μουσείων όπως του Μουσείου των Μαθηματικών σκέφτονται να έχουν μια on-line εκδοχή των εκθεμάτων τους. Σύμφωνα με τον Lawrence (2011) αυτή η on-line αναδημιουργία των φυσικών εκθεμάτων όχι μόνο επιτρέπει στους ανθρώπους από όλο τον κόσμο να έχουν πρόσβαση στο μουσείο αλλά αυτό θα επιτρέπει στους επισκέπτες από μακριά να ανταλλάσουν απόψεις μεταξύ τους. Οι διαδικτυακοί επισκέπτες του μουσείου θα έχουν πρόσβαση ώστε άνθρωποι από όλο τον κόσμο να γνωρίσουν καλύτερα τα εκθέματα.



Εικόνα 6 Math Midway και άλλα εκθέματα από το Μουσείο Μαθηματικών

Οι ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις ωθούν την μουσειακή ερμηνεία και εκπαίδευση σε ολοένα και πιο τολμηρά βήματα μέσα από διαδραστικά τεχνολογικά εκθέματα, φορητές συσκευές πληροφόρησης και πολυμεσικές ψηφιακές εφαρμογές. Επίσης σημαντική είναι και δημιουργία ιστοσελίδων που προσφέρουν πολλά περισσότερα από απλές πληροφορίες όπως ψηφιακά παιχνίδια (Μπούνια, Οικονόμου & Πιτσιάβα στο βιβλίο της Βέμη & Νάκου, 2010). Ενσωματώνοντας όλη την προηγούμενη γνώση που αφορά την επικοινωνιακή τους πολιτική δίνεται έμφαση στην κατασκευή ιστοσελίδων διαμορφωμένων κατάλληλα για παιδιά και ενήλικες. Είναι λοιπόν προφανής η τεράστια σημασία του διαδικτύου του κατεξοχήν τύπου μέσω του οποίου μπορεί κανείς να μεταδώσει πληροφορία επίκαιρη ή όχι στην παγκόσμια κοινότητα με απίστευτη ταχύτητα. Μια πολύ σημαντική παράμετρος που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι ότι το διαδίκτυο είναι ως επί το πλείστον ανοιχτό σε όλους και παρέχει συνήθως την πληροφορία στον χρήστη δωρεάν από την στιγμή που διαθέτει πρόσβασή σε αυτό. Αυτό το διαφοροποιεί σε μεγάλο βαθμό από άλλα ψηφιακά προϊόντα που υπόκειται στις συνηθισμένες πρακτικές διακίνησης και σχέσεων εξουσίας. Η ύπαρξη νέων τεχνολογιών κάνει εύκολη την πρόσβαση σε μεγάλο όγκο πληροφοριών και μετατρέπει τον μαθητή, χρήστη, ακροατή από υποδοχέα σε επιλογή πληροφοριών από τις οποίες θα διαμορφώσει τη γνώση (Καλεσσοπούλου, 2011:σ.163).

Η ψηφιακή τεχνολογία που υποστηρίζει τη μετάδοση γραπτού κειμένου, εικόνας και ήχου αλλά και κινούμενης εικόνας, που αν και δεν αντικαθιστά, προστίθεται πλέον δυναμικά στα συμβατικά μέσα πληροφόρησης και ψυχαγωγίας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα ψηφιακών εφαρμογών είναι ο εμπλουτισμός των ιστοσελίδων των μουσείων με άφθονο παιδαγωγικό υλικό και παιχνίδια που μπορούν γονείς, εκπαιδευτικοί και παιδιά να χρησιμοποιήσουν.

Εξαιρετικά πλούσιος είναι ο δικτυακός τόπος του Μουσείου Viktoria and Albert. Χαρακτηριστική, ακόμα, είναι και η ενότητα «Μαθηματικά, Ισλαμική τέχνη και Σχέδιο» με προτεινόμενες δραστηριότητες πριν, κατά την διάρκεια και μετά την μουσειακή επίσκεψη. Οι προτεινόμενες δραστηριότητες αφορούν την αναγνώριση και την δημιουργία γεωμετρικών σχημάτων που εμφανίζονται σε έργα ισλαμικής τέχνης. Πολύ πλούσιος σε εκπαιδευτικό υλικό είναι και ο ιστότοπος για τους Τυδώρ, του προαναφερθέντος μουσείου. Οι μαθητές του δημοτικού καλούνται να ζήσουν στην αυλή του Ερρίκου 8<sup>ου</sup> και να φέρουν σε πέρας κάποιες δράσεις αφού πάρουν αποφάσεις που συνδέονται είτε με κανόνες καλής συμπεριφοράς είτε με ακριβή παρατήρηση αντικειμένων όπως μουσικών οργάνων αφού μπορούν να τα περιεργαστούν εικονικά, να τα μεγαλώσουν, να δουν το εσωτερικό τους (<http://www.tudorbritain.org/>).

Επιπρόσθετα στον διαδικτυακό τόπο του Βρετανικού Μουσείου και πιο συγκεκριμένα στην ενότητα «μάθηση», υπάρχει αναλυτική παρουσίαση μέσα από δεσμούς των εκπαιδευτικών προγραμμάτων που απευθύνονται σε πολλές κατηγορίες κοινού. Ιδιαίτερα προβάλλεται ο σχετικά πρόσφατος διαδικτυακός τόπος για την αρχαία Ελλάδα. Ως οπτικό και εικονογραφικό υλικό χρησιμοποιείται το σκίτσο που κάνει το περιβάλλον διάδρασης φιλικό στα παιδιά και καλύπτει τις ελλείψεις αντικειμένων των συλλογών. Επίσης η εκμάθηση των συλλογών του μουσείου μπορεί να ενισχυθεί και με ψηφιακά παιχνίδια στην σελίδα του μουσείου τα οποία μπορούν να αναμειγνύουν και απλές μαθηματικές έννοιες όπως μικρότερο μεγαλύτερο και άλλες (<http://www.britishmuseum.org/>).

Σε μια προσπάθεια να παράσχουν σε μόνιμη βάση την ευκαιρία της προσωπικής εξερεύνησης και συμμετοχής στους επισκέπτες τους τα μουσεία δημιουργούν επίσης τρισδιάστατα διαδραστικά εκθέματα που μπορούν να ενσωματώνουν αντικείμενα από τις συλλογές ή αντίγραφα τους ή να αποτελούν εξολοκλήρου ειδικές συσκευές. Τα εκθέματα αυτά τοποθετούνται είτε σε ξεχωριστές αίθουσες, είτε μέσα στο εκθεσιακό χώρο και πλάι στις μόνιμες συλλογές, στις οποίες αναφέρονται. Παράδειγμα τέτοιων μουσείων αποτελεί και το μουσείο Μαθηματικών στην Νέα Υόρκη. Η τεχνολογία και οι συγκεκριμένες πολυμεσικές εφαρμογές αποτελούν σημαντικό κομμάτι στις άτυπες μορφές εκπαίδευσης. Παρολ' αυτά η αξιοποίηση τους σε εργαστήρια φυσικών επιστημών και

τεχνολογίας όπως και σε μουσεία συμβάλουν σημαντικά στην δημιουργία εκπαιδευτικών προγραμμάτων (Κολιόπουλος, 2004).

Οι δεξιότητες που καλλιεργούνται σύμφωνα με τις παραπάνω πολυμεσικές εφαρμογές δεν αναπτύσσονται αυτόματα. Σημαντικό είναι το περιβάλλον τους να τους βοηθήσει να συνδυάσουν επικοινωνιακά την ψυχαγωγία με την μάθηση. Σύμφωνα με τον Hanks (1991) η μάθηση που πραγματοποιείται σε διάφορους χώρους πολιτισμικής αναφοράς είναι κυρίως μια διαδικασία η οποία πραγματοποιείται κυρίως σε ένα ομαδικό μαθησιακό περιβάλλον σε ένα μουσείο και όχι ξεχωριστά με την δράση κάθε ανθρώπου. Αυτοί που μαθαίνουν είναι μια κοινότητα η οποία λειτουργεί μέσα σε συγκεκριμένα όρια. Η μάθηση δεν αποτελεί δράση κάθε ατόμου ξεχωριστά αλλά συλλογική διεργασία.

Η αξιοποίηση των αλληλεπιδραστικών πολυμέσων σε εκπαιδευτικά προγράμματα που πραγματοποιούνται σε χώρους πολιτισμικής αναφοράς μπορούν να οδηγήσουν στην ανάπτυξη του ψηφιακού πολιτισμού. Με τον όρο ψηφιακό πολιτισμό περιγράφεται κάθε προϊόν ή δράση που συνδυάζει τη δημιουργική παραγωγή πολιτισμικού περιεχομένου με τις τεχνολογίες πληροφορικής, τηλεματικής, πολυμέσων με στόχο την ενημέρωση, την ψυχαγωγία, την εκπαίδευση, την τουριστική προβολή, την διαφήμιση, την προβολή, την αναβίωση και συγκρότηση παλιών και νέων μορφών πολιτισμικών διαδικασιών καθώς και τη δημιουργία και προώθηση καινοτόμων μορφών καλλιτεχνικής έκφρασης.

Επίσης όσο πιο αποδοτική είναι η οργάνωση της πολιτισμικής πληροφορίας τόσο πιο εύκολη πρόσβαση έχει κάποιος σε αυτήν. Επιπρόσθετα θα πρέπει να επισημανθεί ότι στην σημερινή εποχή η πολιτισμική επικοινωνία συντελείται σε μεγάλο ποσοστό με την χρήση ψηφιακών μέσων, όπως ψηφιακά οπτικοακουστικά μέσα, διαδίκτυο, παγκόσμιος ιστός, ηλεκτρονική αλληλογραφία, ψηφιακό κείμενο και ψηφιακά παιχνίδια. Τα εκπαιδευτικά ψηφιακά παιχνίδια αποτελούν μια από τις σημαντικότερες ψηφιακές εφαρμογές που μπορούν να οδηγήσουν στην παραγωγή, ανάλυση-επεξεργασία και τέλος παρουσίαση-προβολή ψηφιακού πολιτισμικού περιεχομένου.

Τα ηλεκτρονικά παιχνίδια είναι λογισμικά στα οποία έχουν καταγραφεί οι κανόνες κάποιου παιχνιδιού. Ο χρήστης χρησιμοποιώντας το ποντίκι, το

πληκτρολόγιο ή άλλη συσκευή επικοινωνεί με τον υπολογιστή ο οποίος συνήθως σε πραγματικό χρόνο συγκρίνει τις ενέργειες και κινήσεις του παίχτη με τους κανόνες του παιχνιδιού, τις επικυρώνει ή τις απορρίπτει και εμφανίζει τα αποτελέσματα (Κόμης, 2004). Σύμφωνα με τον Dickey (2006) τα ψηφιακά παιχνίδια θεωρούνται από τα πρωταρχικά μέσα ψυχαγωγίας στις Η.Π.Α..

Πολλές έρευνες έχουν δείξει ότι τα ψηφιακά παιχνίδια καλλιεργούν γνωστικές δεξιότητες, κινητικές και επικοινωνιακές δεξιότητες (Oslo, 2010). Επίσης σύμφωνα με τον Ke (2008) τα ψηφιακά παιχνίδια μπορούν να προκαλέσουν δέσμευση στους μαθητευόμενους, μπορούν να ενθαρρύνουν την ενεργητική μάθηση του παιδιού μέσα από την πράξη, μπορούν να ενισχύσουν την μάθηση και την κατανόηση πολύπλοκων εννοιών, μπορούν να καλλιεργήσουν την συνεργασία μεταξύ των παιχτών. Επιπρόσθετα μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στην διδασκαλία διαφόρων γνωστικών τομέων όπως μαθηματικά, τεχνολογία, φυσικές επιστήμες, τέχνες (Oslo, 2010) Οι Buchingham και Burn (2007) υποστηρίζοντας την θεραπευτική αξία των ψηφιακών παιχνιδιών υποστήριξαν ότι τα ηλεκτρονικά παιχνίδια μπορούν να φέρουν οφέλη στους εξής τομείς: ανάπτυξη κοινωνικών και επικοινωνιακών δεξιοτήτων, κίνητρο για μάθηση, ανάπτυξη συνεργατικών περιβαλλόντων μάθησης, ανάπτυξη αυτοεκτίμησης μέσα από την επίτευξη στόχων, ανακούφιση από δυσάρεστες καταστάσεις θυμού που αγχώνουν το παιδί.

Ακόμα άλλα οφέλη σύμφωνα με τους Raessens και Gaoldstein (2005) είναι η αύξηση της ικανότητας των μαθητών να λύνουν πολυσύνθετα προβλήματα από διάφορους γνωστικούς τομείς όπως μαθηματικά, φυσική, η ικανότητα του παιδιού να αντιλαμβάνεται και να προβλέπει τις συνέπειες της συμπεριφοράς σε σχέση με προηγούμενες ενέργειες, η ικανότητα να διαπραγματεύεται τα συναισθήματα του σε σχέση με απογοητευτικές καταστάσεις όπως η ήττα της ομάδας του. Επίσης άλλα οφέλη είναι ο συνδυασμός της ψυχαγωγίας με την μάθηση, ο συγχρονισμός της κίνησης και της όρασης, η εξοικείωση με διάφορες μορφές τέχνης όπως την μουσική.

Σύμφωνα με τον Prensky (2000) σημαντικά χαρακτηριστικά διαφόρων ψηφιακών εφαρμογών όπως τα video games είναι τα εξής:

- ❖ Είναι διαδραστικά και παρέχουν ένταση και ενεργή απασχόληση
- ❖ Έχουν κανόνες ώστε να δημιουργούν ένα δομημένο περιβάλλον

- ❖ Έχουν στόχους με αποτέλεσμα να παρέχουν κίνητρα
- ❖ Είναι αλληλεπιδραστικά όχι μόνο μεταξύ μηχανής παίχτη αλλά και μεταξύ συμπαιχτών. Έχουν προσαρμοστικότητα και ευελιξία
- ❖ Παρέχουν όχι μόνο πληροφορίες με μη γραμμικό τρόπο αλλά και μάθηση συνδυάζοντας ήχο, εικόνα, κίνηση
- ❖ Περιέχουν καταστάσεις νίκης, διλήμματα, ανταγωνισμό, προκλήσεις, αντιθέσεις
- ❖ Δημιουργούν προβλήματα προς λύση και κοινωνικές ομάδες
- ❖ Έχουν σενάριο και τρισδιάστατο περιβάλλον εργασίας με αποτέλεσμα να δημιουργούν συναισθήματα σε σχέση με την εξέλιξη του σεναρίου

Η δύναμη των ψηφιακών παιχνιδιών βασίζεται στην ανακάλυψη, στην μαθητικοκεντρική προσέγγιση, στην χρήση παιδαγωγικών θεωριών και θεωριών μάθησης ως προς τον τρόπο προβολής διάφορων γνωστικών εννοιών. Ενθαρρύνουν την ανάπτυξη μεταγνωστικών δεξιοτήτων μέσα από την αναζήτηση πληροφοριών από τους ίδιους τους μαθητές. Επιπρόσθετα τα ψηφιακά παιχνίδια μπορούν να αντικαταστήσουν τα αισθήματα φόβους και άγχους των παιδιών με την επιθυμία να παίξουν, να μάθουν και να πετύχουν καλλιεργώντας ένα συνεργατικό περιβάλλον μάθησης (Buchingham & Burn, 2007, Subrahmanyam et all, 2000).

Τα ψηφιακά παιχνίδια μπορούν να καλύψουν μαθησιακούς στόχους που συγκαταλέγονται όχι μόνο στις τυπικές μορφές εκπαίδευσης αλλά και στις μη τυπικές στις οποίες συγκαταλέγεται η μάθηση που πραγματοποιείται σε διάφορους χώρους πολιτισμικής αναφοράς (Iacovides, Aczel, Scandol, Taylor & Woods, 2011). Με βάση το παραπάνω πλαίσιο στις εφαρμογές των νέων τεχνολογιών που αφορούν πολιτισμικούς χώρους αναφοράς συγκαταλέγονται όχι μόνο διαδικτυακά περιβάλλοντα μάθησης, περιβάλλοντα εικονικής πραγματικότητας, CD-ROM αλλά και on/line games στις ιστοσελίδες των μουσείων.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα νέων τεχνολογιών αποτελεί το Science Museum στο Λονδίνο όπου τα παιδιά με διάφορα ψηφιακά μέσα και διαδραστικά εκθέματα ανακαλύπτουν τον κόσμο του ήχου, της μουσικής, του φωτός, της ενέργειας, των μαθηματικών. Η έκθεση "Who am I?" στο Science Museum δίνει τη δυνατότητα στους επισκέπτες να ανακαλύψουν πληροφορίες σε σχέση με την ανθρώπινη φωνή, το DNA και άλλα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τον οργανισμό του ανθρώπου.

Ακόμα το μουσείο δίνει την δυνατότητα στον επισκέπτη να γνωρίσει από κοντά ραδιόφωνα και τηλέφωνα περασμένων εποχών. Επιπρόσθετα άλλες σημαντικές ψηφιακές εφαρμογές είναι τα on/line διαδραστικά ψηφιακά παιχνίδια στην ιστοσελίδα του Science Museum που αφορούν την αξιοποίηση φυσικών πόρων στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, χρήσιμη σε διάφορες συσκευές όπως το ράδιο. Πιο συγκεκριμένα τα παιδιά καλούνται να βάλουν στη σειρά τον φυσικό πόρο που αξιοποιείται, ύστερα την ενέργεια που παράγει και τέλος σε ποια συσκευή χρησιμεύει (<http://www.sciencemuseum.org.uk/>).

Εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας, συστήματα οπτικοποίησης, συστήματα εννοιολογικής χαρτογράφησης, εφαρμογές προσομοίωσης και μοντελοποίησης, συσκευές σύνδεσης με το περιβάλλον μέσω αισθητήρων, συστήματα ρομποτικής, μικρόκοσμοι σε συγκεκριμένα γνωστικά αντικείμενα και ηλεκτρονικά παιχνίδια αποτελούν περιβάλλοντα μάθησης μέσω ανακάλυψης, διερεύνησης και οικοδόμησης (Κόμης, 2004). Τα ψηφιακά παιχνίδια λόγω της μεγάλης τους ποικιλίας είναι απαραίτητο να ενταχθούν και στις τρεις μεγάλες κατηγορίες που αφορούν συστήματα καθοδήγησης και διδασκαλίας, περιβάλλοντα μάθησης μέσω ανακάλυψης και διερεύνησης, έκφρασης και αναζήτησης της επικοινωνίας. Αυτός συμβαίνει διότι άλλοτε είναι συστήματα κλειστού τύπου που ευνοούν την ανάπτυξη γνωστικών καθαρά δεξιοτήτων, άλλοτε είναι συστήματα στρατηγικής που εντάσσονται σε ένα διερευνητικό και εποικοδομητικό πλαίσιο ενώ άλλοτε αποτελούν συστήματα για τη συνεργατική επίλυση προβλημάτων και για την κοινωνική αλληλεπίδραση στο πλαίσιο μεγάλων κοινοτήτων χρηστών είτε μέσω Διαδικτύου είτε όχι. Δημιουργούν ένα τρισδιάστατο περιβάλλον στο οποίο οι παίχτες εφαρμόζουν κανόνες, διακρίνουν συγκεκριμένες έννοιες και δημιουργούν σύνθετους κανόνες από απλούστερους, για να λύσουν προβλήματα. Σημαντική είναι και η καλλιέργεια κινησιολογικών δεξιοτήτων. Στα ψηφιακά παιχνίδια όπου η αλληλεπίδραση του παίχτη με την συσκευή βασίζεται στην κίνηση του με ολόκληρο το σώμα οι παίχτες επικοινωνούν μεταξύ τους μέσα σε δυναμικά ψηφιακά πλαίσια συνδυάζοντας την κίνηση με την ακοή, την αφή, την όραση. Στην συγκεκριμένη περίπτωση απαραίτητη είναι η αξιοποίηση κατάλληλων αισθητήρων ώστε να επιτρέπει στον άνθρωπο να ελέγχει άμεσα τα ψηφιακά μέσα με κιναισθητικό



τρόπο δηλαδή με την κίνηση και τον ήχο (Κυνηγός & Σμυρναίου, 2010). Η κίνηση μπορεί να πραγματοποιείται με ολόκληρο το σώμα.

Τα ψηφιακά παιχνίδια αφορούν όχι μόνο την ανάπτυξη δεξιοτήτων συλλογισμού, επίλυσης σύνθετων προβλημάτων αλλά και την ανάπτυξη της συγκέντρωσης, του συγχρονισμού, της επιλεκτικής προσοχής και της μηχανιστικής εκτέλεσης εντολών, οδηγιών (Iacovides, Aczel, Scanlon, Taylor & Woods, 2011). Σήμερα πολλά εκπαιδευτικά ψηφιακά παιχνίδια που αξιοποιούνται σε πολιτισμικούς χώρους έχουν δημιουργηθεί με την προϋπόθεση φυσικής κίνησης σαν μέρος της διαδραστικότητας μεταξύ computer και χρήστη. Για παράδειγμα δημιουργούνται ψηφιακές εφαρμογές παρόμοιες με τα dancing games όπως το Dance Dance Revolution ([en.wikipedia.org/wiki/Dance\\_Dance\\_Revolution](http://en.wikipedia.org/wiki/Dance_Dance_Revolution)) που βασίζονται στην αναπαραγωγή ήχων μέσα από κινήσεις των παιχτών ολόκληρου του σώματος. Σύμφωνα με έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί σε σχέση με τα οφέλη του ενσώματου εκπαιδευτικού ψηφιακού παιχνιδιού Dance Dance Revolution μπορούν να θεωρηθούν: η καθοδήγηση μεταξύ των συμπαιχτών, η επαρκής προσοχή σε σχέση με την ροή του παιχνιδιού, η παρακολούθηση των κανόνων, η συνεργασία και από παίκτες που δεν συμμετείχαν από την αρχή στην ροή του παιχνιδιού (Castell, Boschman & Jenson, 2008). Πολλοί ερευνητές έδωσαν έμφαση μεταξύ κίνησης και πειραματισμού σε σχέση με την γνωστική αντίληψη του παιδιού (Wilson, 2004). Μέσα από την ανακάλυψη και τον πειραματισμό σε ένα πολυδιάστατο περιβάλλον τα παιδιά έρχονται σε επαφή με εκείνα τα φαινόμενα σύμφωνα με τα οποία οι έννοιες και οι δομές αποτελούν οργανωτικά εργαλεία (Streetland, 2000).

Σύμφωνα με τις παραπάνω αναφορές τα ψηφιακά παιχνίδια και η μάθηση μπορούν να συνδυαστούν σε 3 επίπεδα: ενσωμάτωση, πολυτροπικότητα, σύνθεση (Birchfield et al, 2008). Ενσωμάτωση συνεπάγεται η εποικοδομητική ανάπτυξη των κινητικών δεξιοτήτων του μαθητή μέσα από την κίνηση δίνοντας του το κουράγιο να εξερευνήσει γνωστικές έννοιες σε ένα πολυδιάστατο περιβάλλον. Αυτή η προσέγγιση αποκαλύπτει την άποψη ότι ο τρόπος σκέψης του κάθε ανθρώπου επηρεάζεται από όσα βιώνει καθώς κινείται (Birchfield et al, 2008). Η κίνηση του μαθητή σε ένα πολυδιάστατο περιβάλλον μπορεί να τον βοηθήσει να λύσει προβλήματα που να σχετίζονται με μαθηματικές και φυσικές έννοιες αλλά και με

τη μουσική ή την τεχνολογία (Birchfield et al, 2008). Ακόμα ένα μαθησιακό περιβάλλον πρέπει να δίνει την δυνατότητα στους μαθητές μέσα από δραστηριότητες να δημιουργήσουν μια σαφή σύνδεση μεταξύ ήχου, εικόνας και κίνησης. Αφηρημένες έννοιες μπορούν να παρουσιαστούν πιο κατανοητά μέσα από την κίνηση και την συνεργασία των παιχτών σε ένα πολυδιάστατο περιβάλλον. Με τον όρο πολυτροπικότητα εννοείται η παρουσίαση των πληροφοριών σε εικόνες, video και ήχο αξιοποιώντας όλες τις αισθήσεις των μαθητών. Σύμφωνα με την έρευνα του Jackendoff (1996) οι έννοιες μπορούν να αποκωδικοποιηθούν είτε με την μορφή συμβόλων είτε με την μορφή εικόνων. Οι παραδοσιακές μορφές διδασκαλίας στρέφονται προς την μορφή αποκωδικοποίησης των εννοιών σε σύμβολα ενώ ορισμένοι μαθητές δυσκολεύονται στην αποκωδικοποίηση των συγκεκριμένων συμβόλων σε εικόνες. Ο συνδυασμός video, εικόνων, ήχων μπορεί να βοηθήσει στην πιο εύκολη αποκωδικοποίηση των συμβόλων σε εικόνες από τους μαθητές (Birchfield et al, 2008). Τέλος ο όρος σύνθεση αφορά την δημιουργία του ψηφιακού περιβάλλοντος που δίνει κίνητρα για μάθηση μέσα από το παιχνίδι.

### 3.2 Καλλιέργεια διάδρασης μέσα από νέες τεχνολογίες

Η καλλιέργεια διάδρασης ή αλληλεπίδρασης μέσα από τις νέες τεχνολογίες μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσα από την παιδαγωγική αξιοποίηση εκπαιδευτικών λογισμικών γνωστικού χαρακτήρα στον υπολογιστή. Έτσι καλλιεργείται η μάθηση μέσα σε ένα κατάλληλο περιβάλλον όπου ο χρήστης της ψηφιακής εφαρμογής συνειδητοποιεί τους μηχανισμούς της σκέψης του που τον οδηγούν σε συγκεκριμένα συμπεράσματα (Κόμης, 2009). Σήμερα στα ψηφιακά μέσα και στις πολυμεσικές εφαρμογές αξιοποιούνται όλοι οι τρόποι αλληλεπίδρασης στην επικοινωνία μεταξύ μαθητευόμενου και μηχανής ώστε να γίνουν πιο διαδραστικά. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τα συστήματα επικοινωνίας ανθρώπου-υπολογιστή να δίνουν όλο και περισσότερη έμφαση στην εργονομία με τον χρήστη. Παρέχουν πιο φυσικούς τρόπους επικοινωνίας στους οποίους συγκαταλέγονται οι συναισθηματικές αντιδράσεις των χρηστών όπως και οι εκφράσεις και οι χειρονομίες τους σε σχέση με την κατεύθυνση και το περιεχόμενο των λόγων τους

Γίνονται, δηλαδή, πιο ανθρωποκεντρικά ως προς τον χειρισμό. Έτσι η επικοινωνία ανθρώπου-υπολογιστή εξελίσσεται ώστε να χρησιμοποιεί τεχνικές όπως:

- ✓ Επικοινωνία με χειρονομίες και εκφράσεις μέσα από την χρήση κυρίως βιντεοκάμερας όπως και οθόνων αφής. Στην συγκεκριμένη περίπτωση η χρήση βιντεοκάμερας μπορεί να δώσει την δυνατότητα επέκτασης των χειρονομιών άρα και κίνησης σε ολόκληρο το σώμα. Η κίνηση σε ολόκληρο το σώμα, χωρίς να σχετίζεται με εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας, μπορεί να αποδώσει στις ψηφιακές εφαρμογές ενσώματη μορφή καλλιεργώντας την διαδραστικότητα σε μεγαλύτερο βαθμό.
- ✓ Επικοινωνία με φωνή
- ✓ Επικοινωνία με ολόκληρο το ανθρώπινο σώμα μέσω εικονικής πραγματικότητας όπου μετατρέπει το ανθρώπινο σώμα σε διεπιφάνεια επικοινωνίας με τον υπολογιστή.

Η αλληλεπίδραση της πολυμεσικής εφαρμογής με τον χρήστη μέσα από την κίνηση του είτε είναι με ολόκληρο το σώμα είτε όχι μπορεί να δημιουργήσει κοινότητες μαθητευόμενων μέσα από μια ποικιλία αλληλεπιδραστικών συσκευών.

Οι διάφορες μορφές οπτικοποίησης των ψηφιακών προγραμμάτων και οι τρόποι επικοινωνίας των συσκευών με τον μαθητευόμενο μπορούν να δημιουργήσουν διάφορα επίπεδα αλληλεπίδρασης μεταξύ χρήστη και μηχανής συνδυάζοντας ήχο, εικόνα, video με την όραση, ακοή, αφή και κίνηση του χρήστη.

Η δημιουργία ενός περιβάλλοντος που έχει ως στόχο να αναπτύξει δεξιότητες κιναισθητικές βασίζεται σε μια ανθρωποκεντρική προσέγγιση (Zhou et al, 2007). Μέσα από την δημιουργία του συγκεκριμένου περιβάλλοντος γίνεται προσπάθεια να συνδυαστεί η ανθρώπινη διάδραση με την ψηφιακή τεχνολογία. Ακόμα πραγματοποιείται επικοινωνία μεταξύ των χρηστών αλλά και συνδυάζεται η ανθρώπινη κίνηση με το τρισδιάστατο περιβάλλον της ψηφιακής εφαρμογής. Οι εφαρμογές εκπαιδευτικών ψηφιακών μέσων στα ΤΠΕ που χρησιμοποιούνται στα μουσεία μπορούν να καλλιεργηθούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες. Ανάλογα με την κατηγορία στην οποία υπάγονται διαφέρει και ο βαθμός αλληλεπιδραστικότητας.

Τα πρώτα συστήματα καθοδήγησης και διδασκαλίας αποτελούνται από λογισμικά εξάσκησης και πρακτικής όπου ο μαθητής απαντάει σε ερωτήσεις συνήθως τύπου σωστό-λάθος με αποτέλεσμα να δοθεί μια συνολική βαθμολογία. Τα εκπαιδευτικά λογισμικά της πρώτης κατηγορίας μπορούν να αναλάβουν μερικώς ή εξ ολοκλήρου το ρόλο του εκπαιδευτικού όχι τόσο παρουσιάζοντας πληροφορίες ή θέτοντας ερωτήσεις αλλά απαντώντας σε ερωτήματα των μαθητών και εξηγώντας τις απαντήσεις που παρουσιάζουν κατέχοντας περισσότερο γνωστικό χαρακτήρα.

Τα δεύτερα συστήματα αφορούν περιβάλλοντα μάθησης μέσω ανακάλυψης διερεύνησης και οικοδόμησης όπου συγκαταλέγονται και εφαρμογές προσομοίωσης. Ο όρος «περιβάλλοντα μάθησης μέσω ανακάλυψης και διερεύνησης» δεν χρησιμοποιείται κατά κανόνα μόνο για εκπαιδευτικά λογισμικά αλλά και για ολοκληρωμένα περιβάλλοντα που υποστηρίζουν πολύ συχνά την ανάπτυξη παιδαγωγικού υλικού και δραστηριοτήτων. Επίσης κάποιες φορές συγκροτούν πιο σύνθετα περιβάλλοντα όπου εκτός του λογισμικού συμπεριλαμβάνονται και εξωτερικές συσκευές επικοινωνίας με τον κόσμο. Για παράδειγμα τα συστήματα ρομποτικής και τα συστήματα σύνδεσης με το περιβάλλον όπου ο υπολογιστής παίρνει δεδομένα από άλλες συσκευές ή το ίδιο το περιβάλλον μέσω αισθητήρων είναι κλασικά πλέον συστήματα όπου το λογισμικό με το υλικό συνδέονται οργανικά για την επίτευξη διδακτικών και μαθησιακών

στόχων. Το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό δίνει την δυνατότητα καλλιέργειας διαδραστικότητας σε μεγαλύτερο βαθμό σε σχέση με τα προηγούμενα συστήματα. Επίσης οι εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας απαιτούν ειδικό και σχετικά δαπανηρό εξοπλισμό ο οποίος στην περίπτωση αυτή αποτελεί το μέσο πρόσβασης όχι πλέον με το εξωτερικό κόσμο αλλά με το σύστημα προσομοίωσης του υπολογιστή.

Τέλος στα συστήματα έκφρασης και αναζήτησης της πληροφορίας τα οποία σχετίζονται με το διαδίκτυο, η διαδραστικότητα εξαρτάται ξανά από τους τρόπους επικοινωνίας της ψηφιακής εφαρμογής και του χρήστη. Η χρήση περιφερειακών συσκευών στην ψηφιακή εφαρμογή μπορεί να αποδώσει μια μεγαλύτερου βαθμού διαδραστικότητα στην πολυμεσική εφαρμογή. Ακόμα η χρήση περιφερειακών συσκευών μπορεί να καλλιεργήσει και την ενσώματη μορφή διάδρασης, δίνοντας την δυνατότητα κίνησης ολόκληρου του σώματος.

Η έννοια του αλληλεπιδραστικού πολυμέσου αφορά συνεπώς τα συστήματα πολυμέσων που επιτρέπουν την αλληλεπίδραση με τον χρήστη, τη δυνατότητα του δηλαδή να επεμβαίνει στην εξέλιξη της εφαρμογής, με βάση τις προσφερόμενες επιλογές, καθορίζοντας το τι και πότε θα δει ή θα ακούσει κάτι. Σημαντικό στοιχείο ενός αλληλεπιδραστικού πολυμέσου είναι το δυναμικό διάδρασης που παρέχει. Σύμφωνα με τον Κόμη (2004) η διαδραστικότητα συμβαίνει όταν η δράση του ενός συμβαλλόμενου μέρους έχει επίδραση στο άλλο. Σημαντικό είναι τα διαδραστικά μέσα να παρέχουν την ευκαιρία προσωπικής εξερεύνησης και συμμετοχής.

Σύμφωνα με τον Κόμη (2004) η αρχιτεκτονική δομή ενός αλληλεπιδραστικού συστήματος πολυμέσων βασίζεται σε τρεις τουλάχιστον βασικές έννοιες: την επικοινωνία, τη σημειωτική και την μάθηση. Η επικοινωνία ως βασικό συστατικό της παιδαγωγικής σχέσης σχετίζεται με την επιλογή των μηνυμάτων του συστήματος τα οποία είναι γλωσσικά, ηχητικά ή οπτικά. Η σημειωτική είναι στενά συνδεδεμένη με την επικοινωνία και αφορά την επιλογή των γλωσσικών, οπτικών και ακουστικών συμβόλων, των κωδικών και των συμβολισμών που σχετίζονται με την μορφοποίηση των μηνυμάτων με στόχο τις συγκεκριμένες σημασίες που πρέπει να γίνουν αντιληπτές από τον μαθητή κατά την διάρκειά των προτεινόμενων δραστηριοτήτων μάθησης. Η επιλογή της μαθησιακής θεωρίας είναι στην

περίπτωση αυτή μια συνάρτηση των παιδαγωγικών και διδακτικών στόχων που θέτει ο δημιουργός της εφαρμογής.

Η καινοτομία της αλληλεπιδραστικότητας, η ιδιότητα δηλαδή εκείνων των πληροφοριακών συστημάτων να απαντούν στο χρήστη μέσω ενός περιορισμένου ή και ευρέος πεδίου επιλογών, προέρχεται από το γεγονός ότι εφαρμόζεται σε μηχανές οι οποίες μέχρι τώρα δεν επέτρεπαν παρά την παθητικότητα του χρήστη. Η αλληλεπιδραστικότητα θεωρείται ότι επιτυγχάνεται όταν η μηχανή αντιδρά στις παρεμβάσεις του χρήστη μέσω διάφορων περιφερειακών συσκευών όπως μια οθόνη αφής. Στα πλαίσια αυτά η αλληλεπιδραστικότητα τοποθετείται ανάμεσα στην αυτοματοποίηση και την αυτονομία της μηχανής. Υπονοεί πάνω από όλα την ιδέα μιας πραγματικής δραστηριότητας ανάμεσα στον χρήστη και την μηχανή. Η δραστηριότητα αυτή μπορεί να επεκταθεί και πέρα από το σύνολο επιλογών που με μεγάλη προσοχή έχουν εκχωρηθεί στον δέκτη (Κόμης, 2004).

Η αλληλεπιδραστικότητα είναι πλέον θεμελιώδης όρος στο πλαίσιο των εκπαιδευτικών τεχνολογιών. Τα σύγχρονα υπολογιστικά συστήματα συμπεριλαμβάνοντας στα χαρακτηριστικά τους την αρχή της αλληλεπιδραστικότητας ανοίγουν νέους δρόμους στους χρήστες, προπάντων στους αρχάριους, οι οποίοι και αποκτούν πλέον καινούργιες δυνατότητες, γίνονται ενεργοί ως προς την σχέση τους με την πληροφορία που από γραμμική μετατρέπεται σε δυναμική με αποτέλεσμα να γίνεται περισσότερο προσβάσιμη.

Ο χρήστης εν ολίγοις έχει σε μεγαλύτερο βαθμό τον έλεγχο του συστήματος αφού είναι αυτός που καθορίζει το δρομολόγιο για την αναζήτηση της πληροφορίας. Έτσι πραγματοποιείται αλλαγή προοπτικής: η προτεραιότητα μεταφέρεται πλέον από τον χειριστή στο χρήστη μετατοπίζεται από την λογική της λειτουργίας στην λογική της χρησιμοποίησης.

Σύμφωνα με τον Alessi & Trollip (2001) ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά των πετυχημένων εκπαιδευτικών υπολογιστικών συστημάτων είναι η δυνατότητα τους να εμπλέκουν τον χρήστη σε ωφέλιμες δραστηριότητες μέσω πολλαπλών τρόπων αλληλεπίδρασης. Οι μορφές αυτές συμπεριλαμβάνουν την δυνατότητα για επιλογή και λήψη αποφάσεων, για αξιολόγηση και κρίση, για οικοδόμηση, σχεδίαση και έλεγχο (Κόμης, 2004).

Σε πρώτο επίπεδο η αλληλεπιδραστικότητα σημαίνει τρόπους προσβάσεις σε πολλαπλές αναπαραστάσεις όπως κείμενα, ήχοι, εικόνες που το σύστημα διαθέτει. Σε δεύτερο επίπεδο το σύστημα είναι σε θέση να πληροφορεί τους παίχτες για τις ενέργειες που βρίσκονται σε εξέλιξη, η αλληλεπιδραστικότητα γίνεται μια διμελής σχέση. Η ουσιαστική αλληλεπίδραση όμως εμφανίζεται μόνο όταν ο μαθητής είναι σε θέση να μετασχηματίσει και να δράσει πάνω στις πληροφορίες που τίθενται στην διάθεση του (Κόμης, 2004).

Ως αλληλεπιδραστικά υπολογιστικά συστήματα θεωρούνται εκείνα τα πληροφοριακά μέσα στα οποία ο τελικός χρήστης μπορεί να ελέγχει την ανάκτηση, την επεξεργασία και την εμφάνιση της πληροφορίας (Πολίτης, 1994). Στην περίπτωση αυτή η πληροφορία ανάμεσα στο χρήστη και το πληροφοριακό σύστημα πραγματοποιείται αμφίδρομα σχηματίζοντας την έννοια του διαλόγου. Το ουσιαστικό στοιχείο που χαρακτηρίζει τα αλληλεπιδραστικά συστήματα είναι το γεγονός της αποστολής πίσω στο χρήστη κάποιας ανάδρασης προερχόμενης από τη διαδικασία επεξεργασίας που δραστηριοποίησε ο χρήστης στο αμέσως προηγούμενο στάδιο.

Εύκολα λοιπόν γίνεται φανερό το ενδιαφέρον της παραπάνω ιδιότητας. Είτε με οπτική μορφή, είτε με μορφή ήχων μπορούν να διακριθούν δυο τύποι αλληλεπιδραστικότητας: τη λειτουργική αλληλεπιδραστικότητα και την σκόπιμη ή προθετική αλληλεπιδραστικότητα (Κόμης, 2004).

α) Η λειτουργική αλληλεπιδραστικότητα αφορά το μέρος εκείνο του λογισμικού που καθιστά και διαχειρίζεται το πρωτόκολλο επικοινωνίας ανάμεσα στον χρήστη και το υλικό. Πρόκειται για πρωτόκολλα επικοινωνίας που συνδέονται με την έρευνα, την ανάκτηση και την παρουσίαση της πληροφορίας με λίγα λόγια την λογική και την εργονομία των ανταλλαγών πληροφορίας: ταχύτητα και ευκολία χρήσης, περιφερειακά εισαγωγής πληροφοριών άλλα και χαρακτηριστικών όπως χρώματος.

β) Η σκόπιμη ή προθετική αλληλεπιδραστικότητα αφορά το μέρος του λογισμικού που αποκαθιστά και διαχειρίζεται το πρωτόκολλο επικοινωνίας ανάμεσα στον χρήστη και τον δημιουργό του λογισμικού. Ο δημιουργός δεν είναι παρών στο χώρο λειτουργίας του προγράμματος αλλά μέσω αυτού συμμετέχει στην επικοινωνία.

Συνεπώς η αλληλεπιδραστικότητα στα πλαίσια ενός εκπαιδευτικού λογισμικού πρέπει να είναι λειτουργική και προθετική. Στο λειτουργικό επίπεδο συνιστά την βάση ενός εκπαιδευτικού λογισμικού και την ευκολία χειρισμού του. Το προθετικό επίπεδο συνιστά επίσης μια ιδιαίτερη πτυχή του εκπαιδευτικού λογισμικού και σχετίζεται κατά πόσο ο δημιουργός παρέχει την δυνατότητα στο μαθητή να εκφράζει εύκολα τα σχόλια του.

Όσο αφορά τα αλληλεπιδραστικά πολυμέσα χάρη στη μη γραμμική τους διάσταση και την δυνατότητα που έχουν να προωθούν την συνειρμική σκέψη επιτρέπουν και ευνοούν μια εξερευνητική στάση με έντονες επιρροές από την πηγή, την ψηφιακή εφαρμογή απέναντι στον χρήστη ως προς την εκμάθηση και αφομοίωση συγκεκριμένων γνώσεων. Η διαδραστικότητα μπορεί να συμβάλει θετικά στην διαδικασία μάθησης διότι παρέχεται η δυνατότητα στον μαθητή να δράσει πάνω στα δεδομένα που λαμβάνει. Η δυνατότητα του παιδιού να δράσει σε σχέση με τις πληροφορίες που λαμβάνει μπορεί να οδηγήσει σε μια βιωματική προσέγγιση της γνώσης. Η βιωματική προσέγγιση της γνώσης, όμως, μπορεί να παρέχει την ευκαιρία μελέτης σε βάθος ενός θέματος δίνοντας την ευκαιρία στο παιδί να το προσεγγίσει και σε θεωρητική βάση (Ντολιοπούλου, 2004).

Η αλληλεπίδραση που λαμβάνει χώρα μεταξύ χρήστη και πηγής θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από δραστηριότητες με υψηλό βαθμό ανεξαρτησίας για το χρήστη, με την έννοια ότι χρειάζεται να δίνεται περιθώριο για αυτοσχεδιασμό και μη προκαθορισμένη διαδοχή διαδικασιών ή αποτελεσμάτων. Σε αντίθετη περίπτωση η διάδραση εξισώνεται με την έννοια της αυτοματοποιημένης αντίδρασης στο αρχικό ερέθισμα.

Ποια είναι λοιπόν τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά της διαδραστικής εμπειρίας σε ένα μουσείο (Καλεσοπούλου, 2011:σ. 95):

- ❖ Άμεση εξερεύνηση, φυσική επαφή και χειρισμός αντικειμένων
- ❖ Διαφορετικοί τύποι εμπλοκής του επισκέπτη
- ❖ Ανάπτυξη πρωτοβουλίας
- ❖ Δυνατότητα ελέγχου και επιλογής από την μεριά του χρήστη
- ❖ Επίδραση του επισκέπτη: τα κίνητρα, η πρωτοβουλία, οι ενέργειες, οι επιλογές, οι ερωτήσεις και οι σκέψεις του να τροποποιούν και να επαυξάνουν το πεδίο δράσης και την εμβέλεια του εκθέματος



- ❖ Αυτοκαθοδηγούμενη μάθηση
- ❖ Ποικιλία αποτελεσμάτων, ποικιλία αποκρίσεων

Οι διαδραστικές ή αλληλεπιδραστικές εμπειρίες στο μουσείο παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία ως προς τις ποιοτικές τους ιδιαιτερότητες και συνήθως για να χαρακτηριστούν ως τέτοιες θα πρέπει να είναι άμεση και δημόσια ορατή η δράση του επισκέπτη. Ο εσωτερικός διάλογος δεν χαρακτηρίζεται ως διαδραστική εμπειρία γιατί δεν μπορεί να καταγραφεί εξωτερικά (Appleton, 2002).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΘΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την διεξαγωγή της παρούσας μελέτης. Είναι δομημένο γύρω από τρεις ενότητες. Στην πρώτη ενότητα περιγράφονται οι βασικοί άξονες γύρω από τους οποίους διατυπώθηκαν τα ερευνητικά ερωτήματα που απορρέουν από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και την προσωπική εμπειρία. Στην δεύτερη ενότητα περιγράφονται οι λόγοι επιλογής των συγκεκριμένων μεθοδολογικών εργαλείων ενώ στην τρίτη ενότητα αναφέρονται οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν για την συλλογή δεδομένων στο περιβάλλον της έρευνας.

#### **4. 1 Προβληματική της έρευνας και βασικά ερευνητικά ερωτήματα**

Σήμερα τα μουσεία διοργανώνουν δράσεις σε κάποιες από τις οποίες συμβάλουν οι νέες τεχνολογίες στόχος των οποίων είναι να προσεγγίσουν διάφορες ομάδες κοινού. Ακόμα οι μουσειακοί χώροι τείνουν σιγά σιγά να προσαρμόζονται σε σύγχρονες εκπαιδευτικές μεθόδους, αντιλήψεις και στόχους και να προβαίνουν σε συστηματικές διαδικασίες του εκπαιδευτικού τους έργου με σύγχρονα μουσειολογικά και εκπαιδευτικά κριτήρια (Νάκου, 2009). Επίσης αρχίζει να παρατηρείται μια στροφή προς πολιτισμικούς χώρους αναφοράς που αφορούν θετικές επιστήμες όπως μαθηματικά, φυσική, βιολογία και τεχνολογικά θέματα. Σύμφωνα με τον Kopling (2002) η συγκεκριμένη στροφή παρατηρείται από τις αρχές του 19<sup>ου</sup> αιώνα με αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων κατηγοριών μουσείων όπως αυτά των εφαρμοσμένων τεχνών, τα τεχνικά και τα υπαίθρια μουσεία. Για παράδειγμα θέματα των μουσειακών χώρων που σχετίζονται με θετικές επιστήμες μπορεί να είναι μέσα μαζικής μεταφοράς και επικοινωνίας, ηλεκτρική ενέργεια, αξιοποίηση φυσικών πόρων για την παραγωγή ενέργειας όπως και θέματα σε σχέση με το φυσικό περιβάλλον (Falk & Dierking, 1992). Στα τεχνολογικά μουσεία η έννοια της επιστημονικής, τεχνολογικής και βιομηχανικής κληρονομιάς αποτελεί αντικείμενο ευρείας συζήτησης. Επίσης αναφέρεται όχι μόνο στο παρελθόν, δηλαδή στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον, στην ιστορία και στις παραδόσεις που

οφείλουν να διασωθούν στις επόμενες γενεές, αλλά κυρίως στο μέλλον δηλαδή στην κατανόηση της ιστορικής και πολιτισμικής συνέχειας του επιστημονικού, τεχνολογικού και βιομηχανικού περιβάλλοντος καθώς και στην δημιουργία νέων συνθηκών αξιοποίησης του περιβάλλοντος (Κολιόπουλος, 2004). Σύμφωνα με τον Κολιόπουλο, (2004) μπορούμε να διακρίνουμε δύο τύπους μουσείων που αφορούν το περιβάλλον το υπαίθριο μουσείο και το περιβαλλοντικό μουσείο. Σημαντική επίσης είναι και η ανάπτυξη των νέων τεχνολογιών ως προς τον εμπλουτισμό των εκπαιδευτικών δράσεων και σε μουσεία θετικών επιστημών όπως το Museum of Mathematics στη Νέα Υόρκη (Gould & Reimer, 2011).

Με αφορμή λοιπόν τους προβληματισμούς που προέκυψαν σε σχέση με τις σημερινές συνθήκες που επικρατούν στους πολιτιστικούς χώρους αναφοράς και τα προσωπικά βιώματα που απέκτησα οδηγήθηκα σε συγκεκριμένα ερευνητικά ερωτήματα. Έτσι κύριοι στόχοι, μέσα από τα ερευνητικά μου ερωτήματα, είναι να διερευνήσω πως αναπαριστώνται η μουσική και τα μαθηματικά στα μουσειακά αντικείμενα στο πλαίσιο των συγκεκριμένων εκθέσεων και εάν σχετίζονται μεταξύ τους. Επίσης επιδιώκω να διερευνήσω το δυναμικό που αυτές οι εκθέσεις δημιουργούν για την κατανόηση της σχέσης μεταξύ μουσικών και μαθηματικών εννοιών.

Οι άξονες στους οποίους κινήθηκαν οι στόχοι της έρευνας μου προσδιορίστηκαν με βάση τα κάτωθι επιμέρους ερωτήματα.

- Πως αναπαριστάται η μουσική στα εκθέματα των συγκεκριμένων χώρων πολιτισμικής αναφοράς που μελέτησα; Αναπαριστάται με την χρήση των νέων τεχνολογιών ή με τη χρήση χειραπτικών αντικειμένων;
- Πως σχετίζονται τα μαθηματικά με τη μουσική και αντίστροφα; Συσχετίζονται έμμεσα μέσω άλλων γνωστικών αντικειμένων, όπως της φυσικής, ή άμεσα;
- Τι είδους νέες τεχνολογίες χρησιμοποιούνται για την επίτευξη κατάλληλων αναπαραστάσεων; Καλλιεργείται η διαδραστικότητα μέσω των συγκεκριμένων νέων τεχνολογιών μεταξύ των εκθεμάτων των εκθεσιακών χώρων και των επισκεπτών των εκθεσιακών χώρων;

- Ο χρήστης μπορεί να ασχοληθεί βιωματικά με τα εκθέματα ώστε να κατανοήσει βιωματικά τις γνώσεις που αναπαριστούνται; Καλλιεργείται η βιωματική προσέγγιση της γνώσης;
- Πως προσεγγίζεται η γνώση από τον χρήστη ώστε να οδηγηθεί στην κατανόηση εννοιών που ενσωματώνουν και αναπαριστούν τα εκθέματα;

Στην βάση των παραπάνω ερωτημάτων θα μπορούσαν να διαμορφωθούν μια σειρά από διερευνητικές υποθέσεις για την πληρέστερη εξέταση των ερευνητικών ερωτημάτων όπως αυτά διατυπώθηκαν παραπάνω με βάση τους άξονες περιγραφής.

- Η διαδραστικότητα που καλλιεργείται μεταξύ χρηστή και εκθέματος μπορεί να καλλιεργηθεί με την συμβολή των νέων τεχνολογιών σε ορισμένα εκθέματα
- Η βιωματική προσέγγιση της γνώσης μπορεί να συμβάλει σημαντικά σε μια εμπειρία με την γνώση που ενσωματώνουν τα εκθέματα και να βοηθήσει τους επισκέπτες να δημιουργήσουν συνδέσεις με ήδη υπάρχουσες γνώσεις και δομές.
- Η διαδραστικότητα μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην διδασκαλία των μαθηματικών σε συνδυασμό με άλλους γνωστικούς τομείς όπως την φυσική και την μουσική σε πολιτιστικούς χώρους αναφοράς.

Τα παραπάνω θα αναλυθούν λαμβάνοντας υπόψη, πρώτον, τις εμπειρίες που απέκτησα καθώς η ίδια προσπάθησα ως επισκέπτρια των επιμέρους εκθέσεων να χρησιμοποιήσω τα διάφορα εκθέματα και να μνηθώ σε ζητήματα που αφορούν τα μαθηματικά, τη μουσική και την μεταξύ τους σχέση, και δεύτερον, τη συλλογή δεδομένων στο πλαίσιο παρατήρησης και συνεντεύξεων με ανθρώπους κλειδιά, δηλαδή μουσειοπαιδαγωγούς, στις επιμέρους εκθέσεις που μελέτησα.

#### **4.2 Επιλογή μεθοδολογικής προσέγγισης**

Η μεθοδολογική προσέγγιση της παρούσας ερευνητικής εργασίας είναι ποιοτική καθώς μπορεί να δώσει την δυνατότητα οικοδόμησης με ενεργητικό τρόπο των προσωπικών νοημάτων για τις καταστάσεις που βίωσα. Η ποιοτική έρευνα διαφέρει σε πολλά σημεία σε σχέση με την ποσοτική. Για παράδειγμα η

ποσοτική βασίζεται σε ξεκάθαρες μεταβλητές και στη μελέτη των μεταξύ τους σχέσεων δεν μπορεί να αρχειοθετηθεί και να περιοριστεί σε ένα σύνολο απλών ρυθμιστικών και αριθμητικών κανόνων και αρχών. Η ποιοτική από την άλλη μεριά εστιάζει στην εις βάθος μελέτη ενός φαινομένου και εστιάζει σε μικρό δείγμα. Πρόσφατα οι ερευνητές έχουν αρχίσει να δείχνουν μεγάλο ενδιαφέρον στην χρήση ποιοτικών μεθόδων για την μελέτη εμπειρικών φαινομένων (Cohen, Manion & Morrison, 2001).

Η προσέγγιση η οποία ερμηνεύεται ως «ερμηνευτική» ποιοτική εστιάζεται στους τρόπους με τους οποίους ερμηνεύεται, γίνεται κατανοητός, βιώνεται και παράγεται ο κοινωνικός κόσμος. Επίσης βασίζεται σε μεθόδους παραγωγής δεδομένων οι οποίες είναι ελαστικές και ευαίσθητες απέναντι στο κοινωνικό πλαίσιο μέσα στο οποίο παράγονται τα δεδομένα.

Σύμφωνα αυτή την οπτική η ποιοτική μέθοδος θεωρείται πιο κατάλληλη σε σχέση με την ποσοτική ώστε να ερμηνεύσει δεδομένα που βιώνονται και παράγονται σε ένα συγκεκριμένο κοινωνικό πλαίσιο. Η ποιοτική μέθοδος που επιλέχτηκε ώστε να ερευνηθεί κατά πόσο η διάδραση των ψηφιακών εφαρμογών και γενικά των χειροπιαστών εφαρμογών μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη μάθηση γνωστικών εννοιών από τα παιδιά σε πολιτιστικούς χώρους αναφοράς είναι η μελέτη περίπτωσης. Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι πολύ σημαντική στην διεξαγωγή εκπαιδευτικής έρευνας. Επιστημονικοί χώροι όπως αυτοί της ψυχολογίας, της ανθρωπογεωγραφίας και της εκπαίδευσης έχουν χρησιμοποιήσει συμβατικά τις μεθόδους της μελέτης περιπτώσεων ενώ οι ιστορικοί έχουν αναπτύξει μια ιδιαίτερη προσέγγιση στην χρήση των ποιοτικών μεθόδων στο πλαίσιο της καταγραφής των προφορικών ιστορικών αφηγήσεων (Manson, 2003).

Η απόπειρά μου να αναφερθώ στην ποιοτική διερεύνηση των εκθεμάτων και να συνδέσω την προσωπική μου εμπειρία στην χρήση των εκθεμάτων στο πλαίσιο των πολιτισμικών χώρων αναφοράς που επισκέφτηκα σε κάθε μία μελέτη περίπτωσης μπορεί να περιγραφεί στο πλαίσιο μιας ποιοτικής αυτοεθνογραφίας (Robson, 2007).

Μέσα από την μελέτη περίπτωσης μπορεί να σκιαγραφηθεί ξεχωριστά μια γενικότερη κατάσταση, είναι, δηλαδή, η μελέτη ενός περιστατικού εν τη εξελίξει του (Φίλιας Β, 1986). Το συγκεκριμένο περιστατικό είναι τμήμα ενός ευρύτερου συστήματος για παράδειγμα ενός παιδιού, μιας κλίμακας, μιας τάξης, ενός

σχολείου, μιας κοινότητας. Συνιστά ένα μοναδικό παράδειγμα, πραγματικών προσώπων σε πραγματικές καταστάσεις, δίνοντας την δυνατότητα στους ερευνητές να κατανοήσουν τον τρόπο με τον οποίο ιδέες και αφηρημένες αρχές μπορούν να συμπλεύσουν. Οι μελέτες περίπτωσης μπορούν να διεισδύσουν σε καταστάσεις με τρόπους που δεν επιδέχονται πάντα αριθμητική ανάλυση. Οι μελέτες περίπτωσης, επίσης, μπορούν να προσδιορίσουν το αίτιο και το αιτιατό. Πράγματι ένα από τα πλεονεκτήματα τους είναι ότι παρατηρούν τους παράγοντες που επιδρούν σε πραγματικά περιβάλλοντα αναγνωρίζοντας ότι το πλαίσιο είναι μια καθοριστική παράμετρος τόσο των αιτίων όσο και των αποτελεσμάτων. Όπως επισημαίνει ο Φίλιας (1986) το όλο είναι πολύ περισσότερα από ένα απλό σύνολο των εννοιών του.

Έτσι, έχοντας ως στόχο την διερεύνηση των μέσων και των μεθόδων που λαμβάνουν υπόψη οι μουσειακοί και εκθεσιακοί χώροι για να προβάλουν συγκεκριμένες γνώσεις σχετικά με τα εκθέματα που παρουσιάζουν χρειαζόταν μια μεθοδολογική προσέγγιση με βάση την οποία θα μπορούσα να συλλέξω όσο πιο πολλά στοιχεία χρειαζόταν σε σχέση με τις εμπειρίες που απέκτησα.

Σύμφωνα, λοιπόν, με τα προαναφερθέντα θεώρησα ότι η μελέτη περίπτωσης σε συνδυασμό με την αυτοεθνογραφική προσέγγιση θα μπορούσαν να είναι οι κατάλληλες επιλογές για την διερεύνηση για τους παρακάτω λόγους: α) εστιάζουν στην αναζήτηση σχέσεων μεταξύ υποκειμένων, δρώντων υποκειμένων, που δρουν σε ένα συγκεκριμένο κοινωνικό πλαίσιο β) μπορεί να οδηγηθεί ο ερευνητής σε συμπεράσματα μέσα από την μελέτη κειμένων, προσωπικών απόψεων και δράσεων γ) ο γνώστης και το αντικείμενο της γνώσης βρίσκονται σε σχέση αλληλεπίδρασης και είναι δύσκολο να διαχωριστούν. Επίσης οι συγκεκριμένοι ποιοτικοί μέθοδοι έρευνας υποδεικνύουν και μια διαδικασία παραγωγής δεδομένων η οποία περιλαμβάνει δραστηριότητες διανοητικού, αναλυτικού και ερμηνευτικού χαρακτήρα (Mason, 2003).

Η αυτοεθνογραφική προσέγγιση είναι η ερευνητική διαδικασία όπου ο/η ερευνητής-τρια εμπλέκεται άμεσα στην ερευνά του καταθέτοντας την προσωπική του εμπειρία ως ερευνητικό προϊόν. Έτσι ο/η ερευνητής-τρια μπορεί να κινηθεί μέσω συλλογισμού στην σκέψη και στην δράση μελετώντας προσωπικές ιστορίες και συμβάντα. Ακόμα δίνει την δυνατότητα ισορροπίας μεταξύ ιστορίας και

περιεχομένου, κρίσεων και λύσεων, αυτών που γράφουν τις ιστορίες που πρόκειται να χρησιμεύσουν για στοιχεία συλλογής δεδομένων και αυτών που τις διαβάζουν. Προσωπικές ιστορίες, λοιπόν, μπορούν να θεωρηθούν ως πραγματικά γεγονότα με αποτέλεσμα να μπορούν και να μελετηθούν και από τα άτομα στα οποία συνέβησαν (Ellis, Adams & Bochner, 2011). Σύμφωνα με την Richardson (2000) πέντε κριτήρια που χρησιμοποιούνται για να χαρακτηρίσουν πρακτικές μιας δημιουργικής αυτοεθνογραφικής προσέγγισης είναι: α) ουσιαστική συνεισφορά στην κατανόηση της κοινωνικής ζωής β) αισθητική αξία γ) αντανακλαστικότητα δ) συναισθηματικές και πνευματικές επιπτώσεις ε) μια καθαρή έκφραση της κουλτούρας αλλά και της κοινωνικής, ιδιωτικής, κοινόχρηστης αίσθησης της πραγματικότητας (Ellis, Adams & Bocher, 2011).

Η μελέτη περίπτωσης μπορεί να επιλεγεί ως ένας τρόπος οργάνωσης των συλλεχθέντων δεδομένων και ως τρόπος γραφής και ανάλυσης των συλλεχθέντων στοιχείων για κάθε πολιτισμικό χώρο αναφοράς που επισκέφτηκα ξεχωριστά. Μια μελέτη περίπτωσης έχει τα εξής πλεονεκτήματα ώστε να θεωρηθεί κατάλληλη για την ανάλυση των δεδομένων που συλλέχτηκαν από το κάθε πολιτιστικό χώρο αναφοράς ξεχωριστά: συλλέγει πληροφορίες και γλαφυρές περιγραφές γεγονότων σχετικών με την εκάστοτε περίπτωση, παρέχει χρονολόγιο των γεγονότων που σχετίζονται με την υπόθεση που ερευνάται, αναμιγνύει την περιγραφή των γεγονότων με την ανάλυση τους, επικεντρώνεται σε ατομικά δρώντα υποκείμενα ή σε ομάδες δρώντων υποκειμένων και προσπαθεί να κατανοήσει τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβάνονται τα γεγονότα, τονίζει συγκεκριμένα γεγονότα που είναι σχετικά με την περίπτωση, εμπλέκει άμεσα τον ερευνητή στο γεγονός υπό μελέτη, συνιστά μια απόπειρα σκιαγράφησης του πλούτου της περίπτωσης κατά την διάρκεια σύνταξης της αναφοράς.

Οι Cohen, Manion και Morrison (2008) πιστεύουν ότι οι μελέτες περίπτωσης: (α) εμφανίζονται και αναπτύσσονται σε χρονικά, γεωγραφικά, οργανωτικά και θεσμικά και άλλα περιβάλλοντα που δίνουν την δυνατότητα να οριοθετηθεί η περίπτωση (β) μπορούν να οριστούν σε σχέση με τα χαρακτηριστικά που προσδιορίζονται από τα εμπλεκόμενα άτομα και τις ομάδες και (γ) μπορούν να προσδιοριστούν από τους ρόλους και την δράση των ατόμων στην περίπτωση.

### 4.3 Μέθοδοι συλλογής και ανάλυσης δεδομένων

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν για την συλλογή δεδομένων περιλαμβάνουν α) την διεξαγωγή ημιδομημένων συνεντεύξεων με τους μουσειοπαιδαγωγούς και τους animator που εργάζονταν στους εκθεσιακούς χώρους που επισκέφτηκα και β) την μελέτη των εμπειριών που απέκτησα στους συγκεκριμένους χώρους. Επίσης οι συνεντεύξεις είχαν την μορφή «πρόσωπο με πρόσωπο» διάδραση μεταξύ συνεντευκτή και ερωτώμενου.

#### 4.3.1 Συνέντευξη

Η επιλογή της ημιδομημένης συνέντευξης ως ερευνητικού εργαλείου για τη συλλογή δεδομένων κρίθηκε η καταλληλότερη για την διερεύνηση των απόψεων των μουσειοπαιδαγωγών και των animator. Η ημιδομημένη συνέντευξη επιλέχτηκε γιατί δίνει την ελευθερία στον ερωτώμενο ή στην ερωτώμενη να μιλήσει για ότι έχει κεντρική σημασία για εκείνον ή για κείνη. Επίσης απαραίτητες είναι κάποιες γενικές οδηγίες που να επιβεβαιώνουν ότι θα καλυφθούν τα θέματα που θεωρούνται σημαντικά στην μελέτη ώστε να μειωθούν μερικά από τα προβλήματα που παρουσιάζονται στις αδόμητες συνεντεύξεις. Η καθοδηγούμενη ή απλώς εστιαζόμενη συνέντευξη πληροί αυτές τις προϋποθέσεις. Σε αυτές δεν χρησιμοποιείται ερωτηματολόγιο ή κατάλογος, αλλά ορίζεται ένα γενικό πλαίσιο επιλεγμένων θεμάτων γύρω από τα οποία δομείται η συνέντευξη. Στον ερωτώμενο επιτρέπεται μια αρκετά μεγάλου βαθμού απόκλιση από αυτό το πλαίσιο. Επιπλέον ένας ακόμη λόγος επιλογής της ημιδομημένης συνέντευξης είναι ότι διατυπώνονται συγκεκριμένες ερωτήσεις αλλά οι ερωτώμενοι είναι ελεύθεροι να μιλήσουν σχετικά με το θέμα και να δώσουν τις δικές τους απόψεις όταν αυτοί θέλουν. Ο/η ερευνητής-τρια χρειάζεται να έχει την δεξιότητα να κάνει ερωτήσεις και αν είναι απαραίτητο να παροτρύνει στην κατάλληλη στιγμή ώστε εάν ο/η συνεντευξιαζόμενος-η κινείται με άνεση από το ένα θέμα στο άλλο, η συζήτηση να μπορεί να διεξαχθεί χωρίς διακοπή (Bell, 1997).

Επιπρόσθετα ένα πλεονέκτημα μιας ημιδομημένης συνέντευξης που μπορεί να θεωρηθεί ένας επιπλέον λόγος επιλογής της, είναι ότι προετοιμάζεται εκ των προτέρων ένα πλαίσιο εργασίας, ώστε η ανάλυση να είναι σε μεγάλο βαθμό απλοποιημένη. Αυτό είναι πολύ σημαντικό για οποιοδήποτε έρευνα αλλά ιδιαίτερα για του περιορισμένου χρόνου μελέτες.



Ακόμα ένας άλλος λόγος επιλογής της ημιδομημένης συνέντευξης είναι ότι μπορεί να δώσει την δυνατότητα παραγωγής δεδομένων παρά συλλογής δεδομένων ακριβώς επειδή οι περισσότερες ποιοτικές μέθοδοι συλλογής δεδομένων θα απέρριπταν την ιδέα ότι ο ερευνητής μπορεί να είναι ένας ουδέτερος συλλέκτης πληροφοριών του κοινωνικού κόσμου (Mason, 2003). Ένα μεγάλο πλεονέκτημα της συνέντευξης είναι η προσαρμοστικότητα. Η συνέντευξη μπορεί να δώσει την ευκαιρία ανίχνευσης ιδεών, πιθανών αντιδράσεων, ερμηνείας κινήτρων και συναισθημάτων που δεν θα μπορούσε ποτέ να δώσει ή χρήση των ερωτηματολογίων. Ο τρόπος με τον οποίο μια αντίδραση εμφανίζεται, ο τόνος της φωνής, οι εκφράσεις του προσώπου, ο δισταγμός, παρέχει πληροφορίες τις οποίες μια γραπτή απάντηση θα απέκρυπτε (Bell, 1997).

Οι Moser και Kalton (1971) περιγράφουν την επισκοπική συνέντευξη ως μια συζήτηση ανάμεσα στον συνεντευκτική και τον συνεντευξιαζόμενο με σκοπό την απόσπαση συγκεκριμένων πληροφοριών από το συνεντευξιαζόμενο. Αυτό συνεχίζουν μπορεί να φαίνεται απλό αλλά η πραγματοποίηση μια επιτυχούς συνέντευξης αποτελεί κάτι πολύ πιο περίπλοκο. Οι Wiseman και Aron (1972) παρομοιάζουν το να παίρνει ο ερευνητής συνέντευξη με το ψάρεμα και ακολουθώντας αυτή την αναλογία ο Cohen (1972) προσθέτει ότι όπως το ψάρεμα, το να παίρνεις συνέντευξη είναι μια δραστηριότητα που απαιτεί προσεκτική προετοιμασία, μεγάλη υπομονή και σημαντική πρακτική, ώστε η τελική αμοιβή να αξίζει τον κόπο (Cohen, Manion & Morrison, 2008).

#### 4.3.2 Παρατήρηση

Ο όρος «παρατήρηση» ή, πιο συγκεκριμένα «συμμετοχική παρατήρηση» χρησιμοποιείται συνήθως όταν γίνεται αναφορά στις μεθόδους παραγωγής δεδομένων που προϋποθέτουν την διείδυση του ερευνητή σε ένα ερευνητικό πλαίσιο και τη συστηματική παρατήρηση κάποιων διαστάσεων αυτού του πλαισίου, διαδράσεων, σχέσεων, πράξεων, γεγονότων, που εκτυλίσσονται μέσα σε αυτό. (Mason, 2003) Πολλά εγχειρίδια ποιοτικών μεθόδων αφιερώνουν μεγάλο μέρος της προσοχής τους σε αυτές τις μεθόδους παρατήρησης και στη διάσταση του συμμετοχικού παρατηρητή. Υπήρξε και εξακολουθεί να υπάρχει μεγάλη αντιπαράθεση απόψεων για το βαθμό στο οποίο θα έπρεπε ή στο οποίο μπορούν οι ερευνητές να συμμετέχουν στις καταστάσεις που μελετούν και αντίστροφα για το

αν δυνατόν ή επιθυμητό απλώς να παρατηρούν χωρίς να συμμετέχουν (Mason, 2003).

Η συγκεκριμένη μέθοδος συλλογής δεδομένων μπορεί να χρησιμοποιηθεί εάν ενδιαφέρουν τον ερευνητή διαδράσεις στις οποίες εμπλέκονται μεγάλος αριθμός ανθρώπων. Μπορεί το ενδιαφέρον να εστιάζεται σε μια ποικιλία διαστάσεων του κοινωνικού συνόλου και όχι απλώς στις γραπτές απαντήσεις ενός ερωτηματολογίου ή στις προφορικές απαντήσεις μιας συνεντεύξεις ή σε γραπτά κείμενα. Επίσης μια επιστημολογική θέση που να στηρίζει την διεξαγωγή της συγκεκριμένης μεθόδου, της μελέτης περίπτωσης, μπορεί να προτείνει ότι η γνώση ή τα αντικειμενικά στοιχεία περί του κοινωνικού κόσμου μπορεί να παραχθούν μέσω της παρατήρησης ή της συμμετοχής ή της βίωσης «φυσικών» ή «πραγματικών» χώρων, διαδραστικών καταστάσεων και ούτω καθεξής.

Στους χώρους που επισκέφτηκα πραγματοποιήθηκαν συγκεκριμένες σχολικές επισκέψεις από δημοτικά σχολεία στο θέατρο Badminton όπως και στο Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού. Επιπρόσθετα τις ημέρες που επισκέφτηκα το Ευγενίδιο Ίδρυμα δεν επιδίωξα να είναι ημέρες που πραγματοποιούνται σχολικές επισκέψεις λόγω του ότι απευθύνονταν σε παιδιά γυμνασίου και λυκείου και δεν με ενδιέφεραν να τις παρατηρήσω.

Σύμφωνα με τα παραπάνω μου δόθηκε η δυνατότητα να διεισδύσω στις καταστάσεις που παρατηρούσα καθώς είχα και η ίδια την δυνατότητα να χρησιμοποιήσω τα εκθέματα σαν επισκέπτρια των συγκριμένων χώρων. Στην αρχή σκέφτηκα να δώσω ερωτηματολόγια στα παιδιά που επισκέφτηκαν τους προαναφερθέντες χώρους αλλά λόγω του περιορισμένου χρόνου που είχα στην διάθεση μου για να μελετήσω κάποια από τα εκθέματα των τριών εκθέσεων ξεχωριστά περιορίστηκα στις ημιδομημένες συνεντεύξεις των μουσειοπαιδαγωγών. Επίσης περιορίστηκα στην απόκτηση δικών μου βιωματικών εμπειριών και στην μελέτη αυτών καθώς είχα την δυνατότητα να χρησιμοποιήσω και η ίδια τα εκθέματα.

Η αυτοεθνογραφική προσέγγιση με βοήθησε ώστε να συνδέσω τις δικιές μου βιωματικές εμπειρίες που απέκτησα καθώς η ίδια χρησιμοποιούσα τα εκθέματα με τις πληροφορίες που μπόρεσα να συλλέξω μέσω των συνεντεύξεων και της παρατήρησης, ώστε να οδηγηθώ σε περισσότερο εμπιστευσιμες κρίσεις και

συμπεράσματα. Σημαντικό ρόλο έπαιξαν οι φωτογραφίες που τράβηξα τις ημέρες που επισκέφτηκα τους συγκεκριμένους χώρους αλλά και το υλικό που μου έδωσαν οι υπεύθυνοι των εκθέσεων που σχετίζονταν άμεσα με τις συγκεκριμένες εκθέσεις καθώς και το ψηφιακό υλικό που υπήρχε στο διαδίκτυο για τις εκθέσεις που επισκέφτηκα. Η ανάλυση συνολικά οργανώθηκε και συγγράφηκε στη βάση της συγκρότησης των τριών μελετών περίπτωσης όπου προσπάθησα λαμβάνοντας υπόψη τις αρχές της αυτοεθνογραφίας αλλά και της σχετικής βιβλιογραφίας που προαναφέρεται στο θεωρητικό μέρος και να περιγράψω αναλυτικά τα ευρήματα μου γύρω από τους άξονες:

- α) Τρόποι αναπαράστασης της μουσικής
- β) Συσχέτιση μαθηματικών και μουσικής
- γ) Καλλιέργεια διαδραστικότητας
- δ) Βιωματική προσέγγιση της γνώσης
- ε) Συσχέτιση γνώσεων με την άμεση εμπειρία του χρήστη

#### **4.4 Το πλαίσιο της έρευνας**

##### 4.4.1. Οι τρεις εκθέσεις σε τρεις διαφορετικούς χώρους

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε από τέλη Απριλίου 2011 μέχρι Δεκέμβριο 2011 στο θέατρο Badminton, στο Ίδρυμα Μείζονος και Ελληνισμού και στο Ευγενίδιο Ίδρυμα. Οι εκθέσεις που μελετήθηκαν ήταν «το Πολυμήχανο», «Επιστήμη και Τεχνολογία» και «Υπάρχει σε όλα λύση; Ταξίδι στον Κόσμο των Αρχαίων Ελληνικών Μαθηματικών».

Πιο συγκεκριμένα στο θέατρο Badminton παρατηρήθηκε η κινητή έκθεση «Πολυμήχανο» και ένα έκθεμα από όλα που υπήρχαν στην έκθεση «το μουσικό τραπέζι». Την συγκεκριμένη κινητή έκθεση όταν την επισκέφτηκα φιλοξενούνταν στο θέατρο Badminton. Η έρευνα, στο συγκεκριμένο χώρο κράτησε περίπου τρεις μήνες, τέλη Απριλίου έως αρχές Ιουνίου, γιατί αργότερα ο συγκεκριμένος χώρος έκλεισε και η κινητή έκθεση δεν φιλοξενήθηκε κάπου αλλού.

Έτσι η έρευνα συνεχίστηκε στο Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού και πιο συγκεκριμένα στην έκθεση «Υπάρχει σε όλα λύση; Ταξίδι στον Κόσμο των Αρχαίων

Ελληνικών Μαθηματικών». Στην συγκεκριμένη έκθεση μελετήθηκαν μόνο τα εκθέματα που σχετίζονταν με την μουσική και τα μαθηματικά.

Επιπλέον την ίδια περίοδο που μελετούσα τα εκθέματα στο ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού επισκέφτηκα και το Ευγενίδιο ίδρυμα και πιο συγκεκριμένα την έκθεση «Επιστήμη και Τεχνολογία». Η έκθεση χωρίζεται σε τρεις θεματικές ενότητες «Ύλη και Υλικά», «Επικοινωνία: Ήχος και Εικόνα» και «Βιοτεχνολογία». Από τις τρεις θεματικές ενότητες μελέτησα μόνο την θεματική ενότητα «Επικοινωνία: Ήχος και Εικόνα» και παρατήρησα ορισμένα εκθέματα που σχετίζονταν με τον ήχο.

Η περίοδος που πραγματοποιήθηκαν οι επισκέψεις στον Ελληνικό Κόσμο και στο Ευγενίδιο Ίδρυμα ξεκίνησαν και διήρκησαν μέχρι το Δεκέμβριο του 2011.

#### 4.4.2. Υποκείμενα της ερευνητικής διαδικασίας

##### **Η ίδια η ερευνήτρια και η σχέση της με το είδος των εκθεμάτων**

Οι εμπειρίες που απέκτησα στους εκθεσιακούς χώρους που προαναφέρονται με βοήθησαν να συλλέξω περισσότερα στοιχεία από αυτά που θα συγκέντρωνα μόνο από τις συνεντεύξεις των μουσειοπαιδαγωγών.

Τα συγκεκριμένα εκθέματα που υπήρχαν στις εκθέσεις που επισκέφτηκα στους χώρους που προαναφέρονται τα χρησιμοποίησα και η ίδια ώστε να κατανοήσω τι μπορεί να μάθει ο επισκέπτης των εκθέσεων καθώς τα χρησιμοποιεί. Επίσης, επειδή κάποιες γνώσεις σε σχέση με την αρχαία ελληνική μουσική μου ήταν άγνωστες μελέτησα συγκεκριμένη βιβλιογραφία που σχετίζονταν με την αρχαία ελληνική μουσική και επισκέφτηκα μια ανάλογη έκθεση που πραγματοποιήθηκε από το Ίδρυμα της Βουλής των Ελλήνων. Επίσης με βοήθησε και το internet όπου βρήκα ψηφιακό υλικό σε σχέση με την αρχαία ελληνική μουσική. Η αρχαία ελληνική μουσική ήταν σημαντική γιατί συσχετίζεται η μουσική με τα μαθηματικά και εμφανιζόταν σε ορισμένα εκθέματα της έκθεσης του Ελληνικού Κόσμου, «Υπάρχει σε όλα λύση; Ταξίδι στον Κόσμο των Αρχαίων Ελληνικών Μαθηματικών».

Επίσης σημαντικό ήταν και το ψηφιακό υλικό που βρήκα, σε σχέση με τα εκθέματα των εκθέσεων που επισκέφτηκα, στα site του Ελληνικού Κόσμου, του Ευγενιδίου Ιδρύματος και της έκθεσης «Πολυμήχανο». Επιπρόσθετα με βοήθησε

στην μελέτη του εκθέματος «μουσικό τραπέζι» και το έντυπο υλικό που μου έδωσαν οι αρμόδιοι της έκθεσης «Πολυμήχανο».

Ακόμα ορισμένα από τα εκθέματα που χρησιμοποίησα είχαν ψηφιακή μορφή ενώ αλλά ήταν χειραπτικά στις εκθέσεις που επισκέφτηκα. Πιο συγκεκριμένα, χειραπτικά ήταν κάποια από τα εκθέματα στην έκθεση του Ελληνικού Κόσμου που σχετίζονταν με την αρχαία ελληνική μουσική.

### **Οι μουσειοπαιδαγωγοί**

Οι συνεντεύξεις των μουσειοπαιδαγωγών πραγματοποιήθηκαν μετά από την συνεννόηση των υπεύθυνων των εκπαιδευτικών προγραμμάτων του Ελληνικού Κόσμου, του Ευγενιδίου Ιδρύματος και του Θεάτρου Badminton για τις εκθέσεις «το Πολυμήχανο», «Επιστήμη και Τεχνολογία» και «Υπάρχει σε όλα λύση; Ταξίδι στον Κόσμο των Αρχαίων Ελληνικών Μαθηματικών».

Πιο συγκεκριμένα στο θέατρο Badminton πήρα συνέντευξη από δύο εμψυχωτές ή animator, όπως αποκαλούνταν μεταξύ τους, που εργάζονταν στην έκθεση «Πολυμήχανο» τις ημερομηνίες 5/5/2011 και 18/5/2011. Στον Ελληνικό Κόσμο πήρα συνέντευξη από τέσσερις μουσειοπαιδαγωγούς που εργάζονταν στην έκθεση «Υπάρχει σε όλα λύση; Ταξίδι στον κόσμο των αρχαίων ελληνικών μαθηματικών» τις ημερομηνίες 24/11/2011, 21/11/2011, 17/11/2011 και 17/11/2011. Στο Ευγενίδιο Ίδρυμα πήρα συνέντευξη από δύο μουσειοπαιδαγωγούς που εργάζονταν στην έκθεση «Επιστήμη και Τεχνολογία» την ημερομηνία 24/11/2011.

Οι μουσειοπαιδαγωγοί θεωρήθηκαν τα κατάλληλα άτομα για συνέντευξη διότι δουλεύουν στους χώρους που μελετήθηκαν και θα μπορούσαν να δώσουν επαρκείς πληροφορίες σε σχέση με τα εκπαιδευτικά πρόγραμμα και τις δραστηριότητες που πραγματοποιούνται στους εκθεσιακούς χώρους.

## **Οι επισκέπτες/επισκέπτριες των εκθέσεων**

Τις ημέρες που κανόνισα να επισκεφτώ τους χώρους πολιτισμικής αναφοράς που προαναφέρονται και να ασχοληθώ βιωματικά με τα εκθέματα των εκθέσεων που μελέτησα ήταν είτε μέρες που υπήρχαν μεμονωμένες επισκέψεις είτε μέρες που είχαν κανονιστεί επισκέψεις σχολείων.

Πιο συγκεκριμένα τις ημέρες που επισκέφτηκα την κινητή έκθεση «Πολυμήχανο» είχαν κανονιστεί επισκέψεις δημοτικών σχολείων και πιο συγκεκριμένα Δ', Ε' και Στ' τάξεων. Επίσης πριν κανονιστούν σχολικές επισκέψεις είχα επισκεφτεί την έκθεση «Πολυμήχανο» και ως επισκέπτριες ήταν δυο κορίτσια Δ' και Ε' δημοτικού. Την συγκεκριμένη ημέρα τράβηξα φωτογραφίες, έπαιξα με τα εκθέματα μαζί με τα δύο κορίτσια και ενήλικους επισκέπτες που ήταν εκεί και μίλησα με τις animator της έκθεσης όπως και με τα ίδια τα κορίτσια.

Τις ημέρες που επισκέφτηκα την έκθεση «Υπάρχει σε όλα λύση; Ταξίδι στον Κόσμο των Αρχαίων Ελληνικών Μαθηματικών» είχαν κανονιστεί μια σχολική επίσκεψή από Ε' δημοτικού και από ένα ξένο δημοτικό σχολείο. Επίσης στο συγκεκριμένο χώρο απαγορευόταν να βγάλω φωτογραφίες. Τις υπόλοιπες μέρες όπου επισκέφτηκα τον Ελληνικό Κόσμο υπήρχαν μεμονωμένες επισκέψεις παιδιών όπου οι ηλικίες του κυμαίνονταν από Γ' Δημοτικού έως Στ'.

Στο Ευγενίδιο Ίδρυμα οι σχολικές επισκέψεις για την έκθεση «Επιστήμη και Τεχνολογία» απευθύνονταν σε παιδιά γυμνασίου και λυκείου με αποτέλεσμα τις ημέρες όπου κανόνισα να επισκεφτώ το Ευγενίδιο ίδρυμα να υπάρχουν μόνο παιδιά από μεμονωμένες επισκέψεις. Οι ηλικίες των συγκεκριμένων παιδιών κυμαίνονταν από 8 ετών έως 12.

Το έντυπο υλικό που παρέλαβα από τις εκθέσεις που προαναφέρονται με βοήθησε και με κατατόπισε σημαντικά σε σχέση με την λειτουργία των εκθεμάτων και των εκπαιδευτικών δράσεων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΤΟ ΜΟΥΣΙΚΟ ΤΡΑΠΕΖΙ

#### 5.1 Εισαγωγή

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα μιλήσουμε για το έκθεμα «μουσικό τραπέζι» και θα εστιάσουμε στην έμμεση εμφάνιση των μαθηματικών, στην φυσική και την μουσική. Θα αναφερθούν τα μαθησιακά οφέλη που πιστεύω ότι είχαν τη δυνατότητα να αποκτήσουν οι χρήστες του εκθέματος καθώς είχαν βιωματική επαφή με την ψηφιακή εφαρμογή «το μουσικό τραπέζι» στην έκθεση Πολυμήχανο που στεγαζόταν στο Θέατρο Badminton.

Στην αρχή θα δοθούν συνοπτικά πληροφορίες για την έκθεση «Πολυμήχανο». Στην συνέχεια θα παρατεθούν πληροφορίες σε σχέση με το πώς «το μουσικό τραπέζι» μπορεί να βοηθήσει τους επισκέπτες της έκθεσης να κατανοήσουν τα μαθηματικά μέσα από την φυσική οδηγώντας τους στην αναπαραγωγή μουσικής και ήχων.

#### 5.2 Έκθεση

Η έκθεση «Πολυμήχανο» είναι ένα εργαστήριο υψηλών προδιαγραφών, γεμάτο παιχνίδια βασισμένα στη ρομποτική, την πληροφορική και ανοίγει στους επισκέπτες του την πόρτα σε ένα μαγευτικό διαδραστικό κόσμο. Στην έκθεσή του συγκαταλέγονται ρομποτάκια που ξέφυγαν από ταινίες επιστημονικής φαντασίας, ήχοι όπου οι ίδιοι μαθητές φτιάχνουν, hockey όπου παίζουν οι επισκέπτες του με εικονικούς δίσκους, τεράστιες οθόνες όπου πρωταγωνιστούν τα ίδια τα παιδιά όπως και οι φίλοι τους

Οι εφαρμογές του Πολυμήχανου έχουν σχεδιαστεί από το Εργαστήριο Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας του τομέα Παιδαγωγικής της Φιλοσοφικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών, υπό την επίβλεψη του καθ. Χρόνη Κυνηγού και έχουν υλοποιηθεί από Ευρωπαϊκές εταιρίες και ερευνητικά ινστιτούτα, αλλά και από Ελληνικούς φορείς, όπως η Robotixlab και η Makebelieve. Η λειτουργία της συγκεκριμένης έκθεσης ξεκίνησε τρία με τέσσερα χρόνια πριν ενώ η έκθεση δεν στεγάζεται σε ένα συγκεκριμένο χώρο. Την περίοδο όπου επισκέφτηκα την έκθεση

«Πολυμήχανο» και ασχολήθηκα η ίδια βιωματικά με τα εκθέματα της έκθεσης στεγαζόταν στο θέατρο Badminton. Το Πολυμήχανο έχει τις πόρτες του ανοιχτές για οργανωμένες επισκέψεις σχολείων. Η επίσκεψη διαρκεί έως και δύο ώρες και το επίπεδο δυσκολίας των παιχνιδιών προσαρμόζεται στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κάθε ομάδας όπως η ηλικία, η εξοικείωση της ομάδας με τις νέες τεχνολογίες μετά από συνεννόηση με τους υπεύθυνους του Πολυμήχανου. Η σχεδίαση των εκθεμάτων-παιχνιδιών διασφαλίζει άνετη πρόσβαση και σε άτομα με ειδικές δεξιότητες, ΑΜΕΑ, που μπορούν όχι μόνο να παρακολουθούν αλλά και να παίζουν ισότιμα. Ακόμα και στα παιχνίδια στα οποία πρέπει ο μαθητής να κινείται γρήγορα και με έντονες κινήσεις, υπάρχει εκδοχή προσαρμοσμένη στις δυνατότητές τους.

Η συγκεκριμένη έκθεση απευθύνεται από παιδιά μέχρι ενήλικες με σκοπό να ανακαλύψουν νέα πράγματα και να αναζητήσουν ότι πιο καινοτόμο και καινούργιο κυκλοφορεί. Πραγματοποιείται άμεση επαφή του επισκέπτη της έκθεσης «Πολυμήχανο» με βασικές έννοιες των μαθηματικών, της φυσικής, του προγραμματισμού, της γλωσσικής επικοινωνίας, της γεωγραφίας. Οι σχολικές επισκέψεις στην έκθεση «Πολυμήχανο» απευθύνονταν σε μαθητές έως Γ' Λυκείου και οι ψηφιακές εφαρμογές που περιλάμβανε η συγκεκριμένη έκθεση ήταν η ανατομία, οι μετεωρίτες, το μετρό, το χόκεϋ, η τραμπάλα, το Laser και Ήχος η αλλιώς μουσικό τραπέζι, τα μήλα, η βοσκή, το κόσκινο και η σκοποβολή.

Σημαντικό ρόλο στην προβολή των συγκεκριμένων εκθεμάτων έπαιξε η μαιευτική μέθοδος ή αλλιώς κατευθυνόμενη συζήτηση. Σύμφωνα με την μέθοδο της κατευθυνόμενης συζήτησης σημαντική ήταν η κινητοποίηση και η εμπύχωση των παιδιών για παρατήρηση, στοχασμό, διατύπωση προσωπικών απόψεων, κρίσεων, ερμηνειών κατά την διάρκεια προβολής των εκθεμάτων από το μέρος των μουσειοπαιδαγωγών αξιοποιώντας έτσι τις παιδαγωγικές τους δυνατότητες.

Ακόμα σημαντική στο συγκεκριμένο πρόγραμμα ήταν και η εξερεύνηση του εκθεσιακού χώρου και υλικών από το μέρος των παιδιών. Σύμφωνα με όσα είπαν οι animator θεωρούσαν ότι η καθοδήγηση από μέρος τους έπαιξε σπουδαίο ρόλο ώστε να χρησιμοποιήσουν τα παιδιά σωστά τα εκθέματα. Πιο συγκεκριμένα στο παιχνίδι «τραμπάλα» οι animator έκαναν πολλές παρατηρήσεις στα παιδιά όπως «δεν πάμε να κάτσουμε κάπου και να χοροπηδάμε όλοι μαζί για να έρθει η μπάλα στην οθόνη προς το μέρος μας εφόσον είναι κυρίως παιχνίδι συνεργασίας και



πρέπει να καταλάβουν πως πρέπει να μιλάνε μεταξύ τους πώς πρέπει να καταστρώσουν το σχέδιο για να μπει η μπάλα στην τρύπα πως θα συνδυάσουν τα βάρη τους για να πάει η μπάλα εκεί που πρέπει. Επίσης κάθε παιδί είναι απαραίτητο να έχει μια συγκεκριμένη θέση στην πλατφόρμα όπως κανονίσει η ομάδα» για να καταφέρουν να μην χάσουν το πρώτο επίπεδο του παιχνιδιού.

*Ερευνήτρια: Τι πρέπει να καταλάβουν τα παιδιά σε σχέση με αυτό το παιχνίδι, την τραμπάλα;*

*X: : Τα παιδιά πρέπει να κατανοήσουν ότι δεν πάμε όλοι από τη μια μεριά και δεν πάμε να κάτσουμε κάπου και να χοροπηδάμε όλοι μαζί για να έρθει η μπάλα στην οθόνη προς το μέρος μας εφόσον είναι κυρίως παιχνίδι συνεργασίας και πρέπει να καταλάβουν πως πρέπει να μιλάνε μεταξύ τους πώς πρέπει να καταστρώσουν το σχέδιο για να μπει η μπάλα στην τρύπα πως θα συνδυάσουν τα βάρη τους για να πάει η μπάλα εκεί που πρέπει. Επίσης κάθε παιδί είναι απαραίτητο να έχει μια συγκεκριμένη θέση στην πλατφόρμα όπως κανονίσει η ομάδα.*

*Ερευνήτρια: Υπάρχει ισορροπία στην πλατφόρμα;*

*X: Δεν είναι τέλεια, (1) πλησιάζουν περίπου το μισό από ότι πρέπει. Τα παιδιά κινούνται απλά πέρα δώθε χωρίς να έχουν κάποιο στόχο μέχρι να τους πεις ότι παιδιά δεν κουνιόμαστε έτσι δεν πάει ο καθένας όπου θέλει πρέπει να συνεννοηθείτε που θα πάτε.*

*Ερευνήτρια: Πόση ώρα περνάει μέχρι να το κατανοήσουν;*

*X: Ότι το πρώτο επίπεδο χάνεται που είναι 1 λεπτό. Πολλές φορές όμως επειδή η μπάλα μπαίνει τυχαία καταφέρνουν να προχωρήσουν. Το ανώτερο επίπεδο που μπορούν να φτάσουν είναι το τρίτο εάν συνεργαστούν σωστά. (1)*

Ακόμα σύμφωνα με τους animator η ηλικία επηρέαζε τον τρόπο που πρόβαλαν τα εκθέματα.

*Ερευνήτρια: Θεωρείτε ότι η ηλικία επηρεάζει τον τρόπο κατανόησης των φυσικών εννοιών και των εννοιών τεχνολογίας που προβάλλει το κάθε παιχνίδι;*

*X: Ναι (3)*

*Ερευνήτρια: Μπορείτε να μου δώσετε ένα παράδειγμα*

*X: : Ας πούμε στο παιχνίδι τραμπάλα δεν μιλάμε για πολύπλοκες έννοιες όπως συνισταμένη δυνάμεων, κάθετη δύναμη από το κεκλιμένο επίπεδο, τριβή, κρούση τις οποίες τις αναλύουμε σε παιδιά γυμνασίου.*

Επίσης για να εξηγήσουν πως κινείται η μπάλα στην οθόνη λένε «ότι κάτω από το δάπεδο υπάρχουν κάποια όργανα που μετράνε το βάρος σου και όπου πας εσύ πάει και η μπάλα».

*Ερευνήτρια: Πως εξηγείς στα παιδιά ότι κινούν την μπάλα στην οθόνη;*

*Χ: : τους λες ότι κάτω από το δάπεδο υπάρχουν κάποια όργανα που μετράνε το βάρος σου και όπου πας εσύ πάει και η μπάλα. (3)*

Οι animator στις σχολικές επισκέψεις χώριζαν τα παιδιά ανά ομάδες και έδειχναν σε κάθε ομάδα ξεχωριστά τα εκθέματα

*Ερευνήτρια: Στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα πως παρουσιάζετε τα ψηφιακά παιχνίδια στα παιδιά;*

*Χ: : όταν μπουν μέσα οι τάξεις χωρίζουμε τα παιδιά σε ομάδες και κάθε ομάδα αναλαμβάνει ένας εκπαιδευτής ώστε να της δείξει και να της εξηγήσει με μια συγκεκριμένη σειρά τα παιχνίδια. (3)*

Επίσης μπορούσαν να δώσουν τη δυνατότητα να ασχοληθούν τα παιδιά με ορισμένα εκθέματα καθώς τους τα έδειχναν. Ακόμα, εάν το σχολείο είχε χρόνο στη διάθεση του, τα παιδιά θα μπορούσαν να εξερευνήσουν τα εκθέματα από μονά τους μετά την προβολή τους από τους animator. Η προσωπική εξερεύνηση των παιδιών στο χώρο μπορούσε να τους δώσει τη δυνατότητα άμεσης επαφής με τα εκθέματα.

Σύμφωνα με την προσωπική μου εμπειρία δεν υπήρχαν ταμπέλες και κείμενα στο χώρο που να επεξηγούν στα παιδιά πως μπορούσαν να ασχοληθούν βιωματικά με τα εκθέματα. Γι αυτό το λόγο πιστεύω ότι ήταν σημαντική η καθοδήγηση των animator ως προς ότι αφορά την ενασχόληση των παιδιών με τα εκθέματα.

Η βιωματική μάθηση ήταν εμφανής εφόσον πιστεύω ότι τα εκθέματα προσέφεραν τη δυνατότητα στον επισκέπτη της έκθεσης «Πολυμήχανο» να δράσει πάνω στα εκθέματα, να παίξει με τα παιχνίδια που προβάλανε και να γνωρίσει φυσικές έννοιες όπως την ταχύτητα στο παιχνίδι «μήλα». Επίσης σε παιχνίδια όπως το μουσικό τραπέζι απαραίτητα ήταν η χρήση συγκεκριμένων αντικειμένων και υλικών ώστε να αναπαραχθούν διαφορετικοί ήχοι με στόχο να οδηγηθεί ο επισκέπτης της έκθεσης όπως οδηγήθηκα και η ίδια στην προσωπική δημιουργία ήχων και μουσικών συνθέσεων.

Βασικό στοιχείο της έκθεσης ήταν το παιχνίδι και πιο συγκεκριμένα το ψηφιακό παιχνίδι. Η επικοινωνία των περισσότερων ψηφιακών παιχνιδιών με τους χρήστες μπορούσε να πραγματοποιηθεί ως επί των πλείστων με αισθητήρες ή με βιντεοκάμερα. Τα εκπαιδευτικά ψηφιακά παιχνίδια που υπήρχαν στην έκθεση «Πολυμήχανο» προσέφεραν τη δυνατότητα καλλιέργειας μιας θετικής στάσης του παιδιού απέναντι στο παιχνίδι ώστε να υλοποιηθούν ευκολότερα εκπαιδευτικοί στόχοι που είχαν τεθεί από τους υπεύθυνους διεξαγωγής της έκθεσης όπως να εξοικειωθούν με την ψηφιακή τεχνολογία, να γνωρίσουν φυσικές έννοιες, να αναπτύσσουν επικοινωνιακές δεξιότητες σε περίπτωση που ασχολιόντουσαν με τα εκθέματα ανά ομάδες, να αναπτύσσουν μουσικές συνθέσεις με την βοήθεια των νέων τεχνολογιών όπως στο έκθεμα «μουσικό τραπέζι». Επίσης οι στόχοι όπως « να εξοικειώνονται με τις νέες τεχνολογίες και σημαντικές φυσικές έννοιες και φυσικά μεγέθη όπως επιτάχυνση, ταχύτητα, χρόνος κίνησης αντικειμένου» ειπώθηκε από μια εμψυχώτρια ή αλλιώς animator.

*Ερευνήτρια: Τι δεξιότητες πρέπει να έχει ο παίχτης ώστε να αποφύγει το αντικείμενο στην οθόνη;*

*X: : Δεξιότητες απαραίτητες που θεωρώ για την επίτευξη της νίκης είναι ο καλός συγχρονισμός κίνησης του παιδιού με την σκιά του και τα γρήγορα αντανακλαστικά.*

*Τα παιδιά τα χωρίζουμε ανά τρία ώστε να ασχοληθούν στο συγκεκριμένο παιχνίδι*

*Ερευνήτρια: Ποιού παιδαγωγικούς στόχους καλύπτει το συγκεκριμένο ενσώματο παιχνίδι;*

*X: Τα παιδιά εξοικειώνονται με τις νέες τεχνολογίες και σημαντικές φυσικές έννοιες και φυσικά μεγέθη όπως επιτάχυνση, ταχύτητα, χρόνος κίνησης αντικειμένου. (1)*

Σημαντική προϋπόθεση για την λειτουργία ορισμένων εκπαιδευτικών ψηφιακών παιχνιδιών στην έκθεση «Πολυμήχανο» όπως η «τραμπάλα», τα «μήλα», οι «μετεωρίτες» ήταν η κίνηση του σώματος από την μεριά του χρήστη. Το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό τους έδινε τη δυνατότητα ενσώματης μορφής ώστε να μπορούν να ονομαστούν και ενσώματα εκπαιδευτικά ψηφιακά παιχνίδια. Το προαναφερθέν χαρακτηριστικό όπως επισήμανε μια animator έδινε κίνητρο περισσότερης ενασχόλησης από μέρος των παιδιών στο έκθεμα. Επίσης όπως είπε «τους έκανε εντύπωση ότι ήταν ενσώματα και ψηφιακής μορφής».

*Ερευνήτρια: Τι τους κάνει εντύπωση στα παιχνίδια της έκθεσης;*

*Υ: Ότι είναι ψηφιακής εφαρμογής και ενσώματα με αποτέλεσμα να τους δημιουργούνται κίνητρα για περαιτέρω ενασχόληση.*

Σημαντικό επίσης ήταν για το κοινό όπως και για εκπαιδευτές και παιδαγωγούς το εκπαιδευτικό υλικό για μαθητές όπως και το οπτικό ενημερωτικό υλικό για διάφορες ομάδες κοινού στο διαδίκτυο . Στην έκθεση «Πολυμήχανο» αφορούσε οπτικό ενημερωτικό υλικό στο site της έκθεσης και έντυπο εκπαιδευτικό υλικό που μου δόθηκε. Το εκπαιδευτικό υλικό αποτελούνταν από ένα κείμενο 67 δαχτυλογραφημένων σελίδων όπου ανέφερε τους μαθησιακούς στόχους που είχαν τεθεί για κάθε έκθεμα από τους υπευθύνους διεξαγωγής της έκθεσης, την περιγραφή της λειτουργίας των εκθεμάτων, χειρόγραφες δραστηριότητες για κάθε έκθεμα που μπορούσαν να διεκπεραιωθούν από το μέρος των παιδιών μετά την επίσκεψη τους στην έκθεση, αλλά και δραστηριότητες που μπορούσαν να πραγματοποιήσουν οι δάσκαλοι στην τάξη για να προετοιμάσουν τα παιδιά για την επίσκεψη στην έκθεση.

### **5.3 Έκθεμα**

#### **5.3.1 Μουσικό τραπέζι**

##### 5.3.1.1 Τρόπος αναπαράστασης της μουσικής

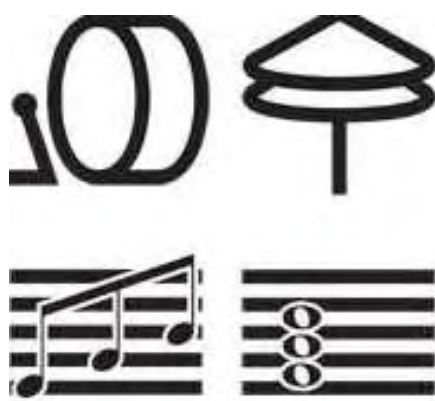
Στο παιχνίδι «εφαρμογή ακτινών λέιζερ» μια μικρή ομάδα παικτών μπορεί να εμπλακεί στη μουσική σύνθεση και εκτέλεση σε πραγματικό χρόνο, real time performance. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι οι χρήστες της ψηφιακής εφαρμογής να αξιοποιήσουν τη δυνατότητα που προσφέρει το ηλεκτρικό μουσικό όργανο reactable για πρόσβαση στις βασικές ιδιότητες των παραγόμενων ήχων.

Στο συγκεκριμένο ψηφιακό παιχνίδι μπορούν να πάρουν μέρος μια μικρή ομάδα μαθητών, 2 έως 4 άτομα. Ο animator δίνει στους μαθητές τουλάχιστον ένα αντικείμενο παραγωγής ήχου, sound generator. Σε περίπτωση που το θεωρεί εφικτό μπορεί να δώσει παραπάνω sound generator και οι μαθητές τα τοποθετούν στο μουσικό τραπέζι. Τα αντικείμενα συνδέονται αυτόματα ανάλογα με τις εισόδους και εξόδους που διαθέτουν, in και out και από την μεταξύ τους απόσταση.

Από την στιγμή που θα συνδεθούν δυο αντικείμενα οπτικοποιείται ο ήχος που ρέει ανάμεσα τους καθώς και από τις ηχητικές πηγές προς το κέντρο του τραπεζιού.

Η απόλυτη θέση του κάθε αντικειμένου δεν έχει τόσο μεγάλη σημασία όσο η σχέση του με τα υπόλοιπα αντικείμενα.

Ο πρώτος τρόπος με τον οποίο μπορεί κάποιο παιδί να παρέμβει στο παραγόμενο ήχο είναι περιστρέφοντας το αντικείμενο και ο δεύτερος ελέγχοντας με τον δάχτυλο του τον κύκλο που σχηματίζεται γύρω από αυτόν. Στην αρχή προτείνονται να δοθούν στους μαθητές sound generators που έχουν την λειτουργία sample players όπως για παράδειγμα μελωδικές φράσεις ή επαναλαμβανόμενα ρυθμικά σχήματα, drum drop. Έτσι από την πρώτη κιόλας στιγμή η μουσική σύνθεση των παιχτών έχει τη δυνατότητα απόκτησης νοήματος ώστε να λειτουργήσει ενισχυτικά στο να συνεχίσουν το παιχνίδι.



Εικόνα 7 Εικόνες από μελωδικές φράσεις ή ρυθμικά σχήματα των αντικειμένων



Εικόνα 8 Συνδυασμός αντικειμένων για μουσική σύνθεση

Στην συνέχεια δίνεται στους μαθητές το αντικείμενο sound generator που παράγει όμως απλό ημιτονοειδή ήχο.



Εικόνα 9 Αναπαραγωγή απλού ημιτονοειδή ήχου

Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα παρακολούθησης των κυματομορφών που δημιουργούνται, της σύγκρισης και της ανάλυσης τους ενώ καλούνται να επεξεργαστούν τον ήχο που παράγεται. Αφού οι μαθητές πειραματιστούν με τους ήχους με απλή κυματομορφή καλούνται να κάνουν το ίδιο με ήχους με τριγωνική κυματομορφή, τετραγωνική κυματομορφή δηλαδή με ήχους που ανήκουν στην κατηγορία λευκών θορύβων, ήχους σύνθετους και μη περιοδικούς.



Εικόνα 10 Αναπαραγωγή ήχων με τριγωνική κυματομορφή



Εικόνα 11 Αναπαραγωγή ήχων με τετραγωνική κυματομορφή

Το επόμενο βήμα είναι οι μαθητές να εισάγουν στην μουσική τους δραστηριότητα τα προκαθορισμένα μουσικά όργανα μέσω των ανάλογων αντικειμένων.



Εικόνα 12 Εικόνες από μουσικά όργανα στα αντικείμενα



Εικόνα 13 Μουσική σύνθεση

Σκοπός είναι τόσο η μουσική διαφοροποίηση και η δυνατότητα αισθητικής έκφρασης των μαθητών όσο και η αντίληψη των μαθητών από την πλευρά τους των συγκεκριμένων κυματομορφών μέσω της οπτικοποίησής τους στο τραπέζι reactable. Με την χρήση του αντικειμένου Decimator effect οι μαθητές μπορούν να πειραματιστούν με το φλιτάρισμα του ήχου. Το συγκεκριμένο αντικείμενο αυξομειώνει το βαθμό δειγματοληψίας, sample rate, ψηφιακού ήχου. Με τη συγκεκριμένη εφαρμογή οι μαθητές θα έχουν την ευκαιρία να ακούσουν και να δουν τον τρόπο που ο ίδιος ήχος γίνεται από σύνθετος απλός και το αντίστροφο.



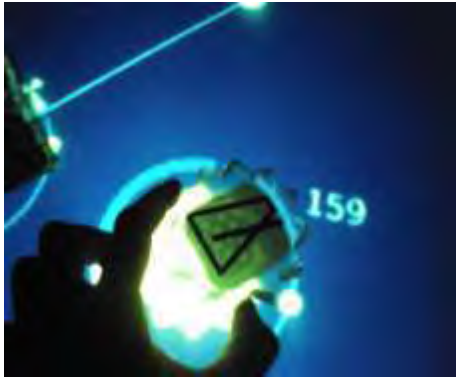
Εικόνα 14 Μετατροπή απλού ήχου σε σύνθετου



Εικόνα 15 Εικόνα από χειροπιαστό αντικείμενο

Ακόμα οι μαθητές χρησιμοποιώντας τα αντικείμενα Harmonizer και Metronome μπορούν να ελέγξουν τονικά ή ρυθμικά οτιδήποτε ακούγεται εκείνη την στιγμή από το reactable, το μουσικό τραπέζι



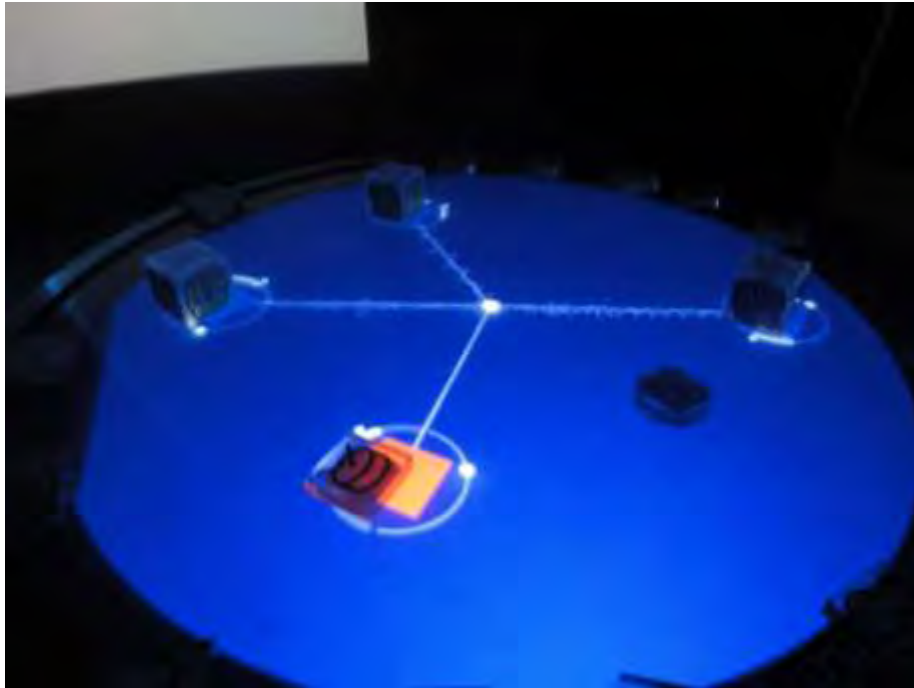


Εικόνα 16 Χειροπιαστό αντικείμενο Εικόνα 17 Εικόνα στο χειροπιαστό αντικείμενο



Εικόνα 18 Χρησιμοποιώντας τα αντικείμενα στο μουσικό τραπέζι

Η παραπάνω δραστηριότητα διαμορφώνεται ανάλογα με το γνωστικό επίπεδο και το ενδιαφέρον των μαθητών σε μια σχολική επίσκεψη. Πάνω στην επιφάνεια ενός φωτεινού και λείου τραπεζιού, μουσικού τραπεζιού, οι παίχτες μπορούν να μετακινήσουν και να περιστρέφουν ειδικά σχεδιασμένα αντικείμενα, να παράγουν ήχους, να δημιουργούν νέους ηχητικούς συνδυασμούς τους οποίους τροποποιούν όποτε θέλουν.



Εικόνα 19 Μουσικό τραπέζι

Η οπτική ανατροφοδότηση μέσω ακτινών λέιζερ συμβάλει στην κατανόηση των σχέσεων που αναπτύσσονται ανάμεσα στα αντικείμενα καθιστώντας καταυτόν τον τρόπο το μουσικό όργανο φιλικό τόσο σε ειδικούς μουσικούς όσο και σε απλούς χρήστες χωρίς ιδιαίτερες μουσικές γνώσεις.

Η μουσική αναπαριστάται στο συγκεκριμένο έκθεμα μέσα από τους ήχους και μουσικές συνθέσεις που μπορεί να αναπαράγει ο χρήστης του εκθέματος με την βοήθεια της ψηφιακής τεχνολογίας. Επίσης η μουσική μπορεί να αναπαρασταθεί μέσα από τις μελωδικές φράσεις που μπορούν να αναπαραχθούν τοποθετώντας ο χρήστης συγκεκριμένα αντικείμενα στο τραπέζι, τους παλμούς των ήχων που παράγονται οι οποίοι μπορεί να είναι απλοί οι σύνθετοι με βάση τις κυματομορφές των συγκεκριμένων ήχων αλλά και τα μουσικά όργανα που μπορούν να καθορίσουν το ηχόχρωμα των παραγόμενων ήχων. Επίσης άλλα αντικείμενα που μπορούν να συμβάλουν θετικά στην μουσική σύνθεση του χρήστη είναι το Harmonizer και το Metronome που ελέγχουν τονικά και ρυθμικά ότι ακούγεται.

#### 5.3.1.2 Συσχέτιση μαθηματικών και μουσικής

Σύμφωνα με την προσωπική μου εμπειρία κατά την προσπάθεια σύνθεσης και εκτέλεσης της δικής μου μουσικής κατέστη συνετό να καταλάβω βασικές ιδιότητες

του ήχου από τη σκοπιά της Φυσικής. Πιο συγκεκριμένα κατανόησα τη διαφορετική ένταση των ήχων ως αποτέλεσμα της διαφοράς του μήκους και του πλάτους των ηχητικών κυμάτων, το μουσικό ύψος σε σχέση με την συχνότητα και την χροιά αναφορικά με την κυματομορφή του ήχου που κάθε φορά παραγόταν. Η συχνότητα εκφράζει την ταχύτητα ταλάντωσης και μετράται σε κύκλους ανά δευτερόλεπτο (Hertz, Hz). Γρηγορότερες ταλαντώσεις επιφέρουν υψηλότερους - οξύτερους - ήχους, ενώ βραδύτερες ταλαντώσεις επιφέρουν χαμηλότερους - βαρύτερους - ήχους. Ο μουσικά εξειδικευμένος όρος 'ύψος' δηλώνει πόσο υψηλός ή χαμηλός είναι ένας ήχος, χαρακτηριστικό που εξαρτάται από την έντονη παρουσία περιοδικών ταλαντώσεων. Ταυτόχρονα μέσω της οπτικής ανατροφοδότησης κατανόησα τις ακτίνες λέιζερ που βλέπουν οι χρήστες. Οι ακτίνες αυτές είναι ένα σύνθετο μονοχρωματικό φώς δηλαδή φώς με συγκεκριμένο μήκος κύματος το οποίο διαδίδεται προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση. Οι αισθητήρες πάνω στα αντικείμενα ώστε να τα αναγνωρίσει το μουσικό τραπέζι όπως και το ηλεκτρονικό του σύστημα αλλά και η συσκευή παραγωγής ακτινών laser που συντονίζεται με τους παραγόμενους ήχους και υλοποιεί συγκεκριμένα προγράμματα δίνουν τη δυνατότητα αναπαράστασης των ηχητικών κυμάτων και συνεπώς τη μετάδοση φυσικών εννοιών. Έτσι η μουσική και οι ήχοι που αναπαράγονται μέσα από την βοήθεια της ψηφιακής τεχνολογίας εμφανίζονται μέσα από την αναπαράσταση των ηχητικών κυμάτων.

Μαθηματικές έννοιες όπως μορφή κυματομορφής, ένταση ήχου ή μουσικού ύψος σχετίζονται με την φυσική και με φυσικές έννοιες και συνεπώς συνδέονται έμμεσα με την μουσική. Εγώ, ως χρήστης, πειραματιζόμουν στο να τοποθετήσω στο τραπέζι αντικείμενα παραγωγής ήχου με αποτέλεσμα κάθε φορά να τροποποιώ το ηχητικό αποτέλεσμα ως προς μια από τις ιδιότητες που αναφέρθηκαν παραπάνω όπως μουσικό ύψος, ένταση και χροιά. Το γεγονός ότι έβλεπα την κυματομορφή που δημιουργούνταν λειτουργούσε ενισχυτικά και διευκόλυνε την περαιτέρω ενασχόληση μου με τον πειραματισμό.

Για αυτό το παιχνίδι απαραίτητη είναι η συνεργασία δύο έως τεσσάρων ατόμων. Η φιλοσοφία του μουσικού οργάνου είναι τέτοια που δεν θέτει κανέναν σε θέση ισχύος καθώς το τραπέζι είναι στρογγυλό και όλοι μπορούν να παρέμβουν στην μουσική σύνθεση με την ίδια βαρύτητα. Έτσι το έκθεμα έδινε τη δυνατότητα

καλλιέργειας περισσότερο σχέσεων συνεργασίας και εμπιστοσύνης μεταξύ των παιχτών και όχι σχέσεων ανταγωνισμού.

Επίσης θα πρέπει να σημειωθεί ότι καθώς πρόκειται για συνεργατική μουσική σύνθεση οι παίκτες κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας αναμένεται να ανταλλάσουν σκέψεις και απόψεις γεγονός που λειτουργεί θετικά ως προς την παιδαγωγική καθώς εφαρμόζονται οι αρχές της συνεργατικής μάθησης. Ακόμα σε ορισμένες περιπτώσεις ήταν εφικτό να δοθεί ανατροφοδότηση μέσα από την καθοδήγηση των παιδιών από τους μουσειοπαιδαγωγούς.

Βασικός σκοπός του συγκεκριμένου παιχνιδιού είναι η συνεργατική μουσική σύνθεση και εκτέλεση σε πραγματικό χρόνο. Δόθηκε η δυνατότητα στους χρήστες μέσα από την συνεργασία τους με άλλα άτομα που ήταν παρόντα στην έκθεση, όπως συνέβη και σε μένα, και μέσα από την εμπλοκή τους στην συγκεκριμένη δραστηριότητα να πειραματιστούν και να ανακαλύψουν βασικά στοιχεία παραγωγής και μετάδοσης του ήχου καθώς και κάποιες από τις βασικές ιδιότητες του.

Επιπλέον η δραστηριότητα εκ των πραγμάτων μπορεί να ενταχθεί στο χώρο της διαθεματικότητας καθώς εξωτερικεύεται μια συνεχής αλληλεπίδραση ανάμεσα στη Μουσική, τη Φυσική και τα Μαθηματικά. Θέτοντας δηλαδή η ενασχόληση με το έκθεμα μουσικούς στόχους όπως η δημιουργία μουσικών συνθέσεων εξυπηρετεί παράλληλα στόχους που άπτονται των άλλων δυο γνωστικών τομέων, Μαθηματικά και Φυσικής, όπως είναι το μήκος, το πλάτος, η ένταση, η μορφή του ηχητικού κύματος .

#### 5.3.1.3 Διάδραση μεταξύ χρήστη και εκθέματος

Η πρόσθετη παιδαγωγική αξία όμως αυτής της δραστηριότητας είναι το γεγονός ότι οι έννοιες που επιλέγονται για να εξεταστούν δεν προσεγγίζονται μόνο σε θεωρητικό επίπεδο. Ο πειραματισμός που πραγματοποιείται στο μουσικό τραπέζι αφορά την τοποθέτηση αντικείμενων, περιφερειακών συσκευών της ψηφιακής εφαρμογής, πάνω στο τραπέζι ώστε να παραχθούν διάφοροι ήχοι. Έτσι είναι εφικτό να πραγματοποιηθεί ένας ενεργητικός ρόλος του παιδιού καθ' όλη τη διάρκεια της δραστηριότητας.

Το έκθεμα μετά το τέλος της δραστηριότητας προσέφερε την ευκαιρία στον χρήστη του εκθέματος, όπως και σε μένα, να περιγράψει τον τρόπο παραγωγής του ήχου, να είναι ικανός να παρατηρήσει βασικές ιδιότητες του ήχου όπως αυτές παρουσιάζονται στην επιστήμη της Φυσικής, μήκος κύματος, πλάτος ηχητικού κύματος και μορφή ηχητικού κύματος, να συγκρίνει διάφορα είδη κυματομορφών, να αναλύσει τις μουσικές διαφορές δοσμένων ηχητικών μοντέλων, να κατανοήσει την λειτουργία των φίλτρων ώστε να μπορέσει να τα χρησιμοποιήσει κατά τις μουσικές τους δημιουργίες τοποθετώντας τα πάνω στο μουσικό τραπέζι, να καλλιεργήσει δεξιότητες ενεργητικής ακρόασης και δεξιότητες χρήσης του *reactable*.

Η διαδραστικότητα μεταξύ χρηστών και ψηφιακής εφαρμογής μπορούσε να καλλιεργηθεί, όπως συνέβη και σε μένα, αφού μπορούσα να δράσω στα χειραπτικά αντικείμενα, να τροποποιήσω τους ήχους που δημιουργούσα και να οδηγηθώ σε μια ποικιλία αποκρίσεων. Η διαδραστικότητα που πραγματοποιείται μεταξύ χρηστών και της συγκεκριμένης ψηφιακής εφαρμογής δίνει τη δυνατότητα στους παίχτες ενός περιορισμένου ή και ευρέος πεδίου επιλογών χωρίς να επιτρέπει την παθητικότητα τους. Η μηχανή αντιδρά στις παρεμβάσεις του χρήστη μέσω διάφορων περιφερειακών συσκευών όπως τα φίλτρα που μπορεί να χρησιμοποιεί ο παίχτης για την παραγωγή ήχων. Στα πλαίσια αυτά η αλληλεπιδραστικότητα τοποθετείται στα πλαίσια ανάμεσα στην αυτοματοποίηση και στην αυτονομία που επιτρέπει η μηχανή (Κόμης, 2004).

Η διάδραση είναι θεμελιώδης όρος στο πλαίσιο των εκπαιδευτικών τεχνολογιών. Το μουσικό τραπέζι συμπεριλαμβανόμενο στα σύγχρονα διαδραστικά υπολογιστικά συστήματα μπορεί να ανοίξει νέους δρόμους στους χρήστες προπαντός στους αρχάριους οι οποίοι μπορούν να αποκτήσουν με την ενασχόληση τους με το έκθεμα καινούργιες δυνατότητες, να γίνουν ενεργοί ως προς την σχέση με την πληροφορία που από γραμμική και ακολουθιακή μετατρέπεται σε δυναμική καθώς και περισσότερο προσβάσιμη

Σύμφωνα με τον Πολίτη (1994) στα αλληλεπιδραστικά υπολογιστικά και ψηφιακά συστήματα όπου μπορεί να θεωρηθεί και το μουσικό τραπέζι σημαντική είναι η δυνατότητα της ανάκτησης, της επεξεργασίας και της εμφάνισης της πληροφορίας από τη μεριά του χρήστη. Στην περίπτωση αυτή η ροή της πληροφορίας ανάμεσα

στον χρήστη και το πληροφοριακό σύστημα μπορεί να πραγματοποιηθεί αμφίδρομα σχηματίζοντας την έννοια του διαλόγου. Το ουσιαστικό στοιχείο που χαρακτηρίζει τα αλληλεπιδραστικά συστήματα είναι το γεγονός της αποστολής στο χρήστη κάποιας ανάδρασης προερχόμενης από τη διαδικασία επεξεργασίας που πραγματοποίησε ο χρήστης στο αμέσως προηγούμενο στάδιο.

Στο μουσικό τραπέζι μπορούσα να παρεμβαίνω στη ροή της εφαρμογής καθορίζοντας στο πότε θα δω ή θα ακούσω κάτι όπως και στο τι θα δω και θα ακούσω. Επίσης ανάλογα με τα σήματα που λάμβανα καθόριζα και την συνέχεια της συμπεριφοράς μου απέναντι στο σύστημα.

#### 5.3.1.4. Βιωματική προσέγγιση της γνώσης

Η συγκεκριμένη ψηφιακή εφαρμογή καλλιεργεί την βιωματική ενασχόληση μέσα από την τοποθέτηση των αντικείμενων στο μουσικό τραπέζι. Στην αρχή της ενασχόλησης από το μέρος του χρήστη με το μουσικό τραπέζι ήταν δύσκολο να δημιουργηθούν ήχοι που να έχουν ένα συγκεκριμένο ρυθμό, όπως συνέβη και σε μένα. Απαραίτητη προϋπόθεση για να δημιουργηθούν ήχοι που να είναι πιο συγκροτημένοι μελωδικά ήταν οι πολλοί πειραματισμοί.

Σημαντική ήταν και καθοδήγηση των animator που όταν έβλεπαν κάποιο χρήστη του εκθέματος να δυσκολεύεται πρότειναν ποια κουτάκια μπορεί να τοποθετήσει στο μουσικό τραπέζι ώστε να αναπαραχθούν ήχοι πιο μελωδικοί, όπως πρότειναν και σε μένα. Οι αυτοσχεδιασμοί στην αναπαραγωγή ήχων στο μουσικό τραπέζι δεν περιοριζόταν στην τοποθέτηση συγκεκριμένων αντικειμένων πάνω σε αυτό αλλά και στην σύνθεση τους. Ακόμα τα αντικείμενα που τοποθετούσα έπρεπε να τα συνδυάσω με άλλα που υπήρχαν, προϋπήρχαν στο τραπέζι. Η επικοινωνία στο μουσικό τραπέζι με τον χρήστη δηλαδή ανθρώπου και ψηφιακής εφαρμογής πραγματοποιούνταν μέσα από χειρονομίες και κινήσεις του παίχτη.

Το μουσικό τραπέζι είχε κατασκευαστεί λαμβάνοντας υπόψη την τεχνική του εποικοδομητισμού. Η συγκεκριμένη τεχνική δίνει την ευκαιρία μεγιστοποίησης των οφελών στο διδασκόμενο αν εφαρμοστεί σε δυσκολοκατανόητες έννοιες και γνώσεις πολλαπλά συνδεδεμένες μεταξύ τους, όπως το ηχητικό κύμα και τα χαρακτηριστικά του, στην συγκεκριμένη ψηφιακή εφαρμογή.

Το μουσικό τραπέζι προσέφερε τη δυνατότητα δημιουργίας συγκεκριμένων διδακτικών περιβαλλόντων που μπορούν να απαρτίζουν μια ορισμένη μαθηματική κοινότητα ή μια ομάδα παιδιών.



Εικόνα 20 Δημιουργία μαθητικής κοινότητας



Εικόνα 21 Μαθητική κοινότητα από σχολική επίσκεψη

Επίσης η επικοινωνία μεταξύ των παιδιών στο μουσικό τραπέζι θα μπορούσε να είναι με την μορφή λεκτικών συνομιλιών, όπως συνέβη και σε μένα καθώς συνεργαζόμουν με άλλα άτομα που ήταν παρόντα καθώς χειριζόμουν την

ψηφιακή εφαρμογή. Επιπρόσθετα τα παιδιά θα μπορούσαν να επικοινωνούν μη λεκτικά μεταξύ τους μέσα από χειρονομίες καθώς θα έδειχναν ο ένας στον άλλον που πρέπει να τοποθετήσουν τα κουτιά πάνω στο τραπέζι ώστε να δημιουργήσουν μια ομαδική σύνθεση με τους ήχους που αναπαράγονταν

Ακόμα μέσα από την προσωπική μου ενασχόληση με το έκθεμα παρατήρησα ότι τη δικιά μου σύνθεση μπορούσε και κάποιος άλλος να την τροποποιήσει τοποθετώντας κουτιά πάνω στο μουσικό τραπέζι. Το μουσικό τραπέζι παρείχε την ευκαιρία λεκτικής επικοινωνίας μεταξύ των χρηστών, παρείχε τη δυνατότητα οπτικών ενεργειών και χειρονομιών για πιο αποτελεσματική συνεργασία η οποία μπορούσε να πραγματοποιηθεί και μέσα από την φυσική παρουσία τους. Επιπρόσθετα η διαχείριση κοινόχρηστων αντικειμένων αλλά και η πρόσωπο με πρόσωπο συνεργασία προσέφερε τη δυνατότητα συντονισμού αποτελεσματικά των ενεργειών τους για την παραγωγή κοινού έργου.

Επίσης η καλλιέργεια της νοημοσύνης μέσα από την χρήση του μουσικού τραπέζιού μου έδωσε τη δυνατότητα κατανόησης των γνωστικών εννοιών που αφορούσαν το ηχητικό κύμα, τη συσχέτιση της μορφής του ηχητικού κύματος με τον ήχο που παράγει, τον συσχετισμό των μουσικών οργάνων με τον ήχο που παράγουν, την αρμονική σύνθεση του ήχου για να δημιουργηθεί ένα ρυθμικό μουσικό κομμάτι. Σημαντικό είναι ότι η συγκεκριμένη ψηφιακή εφαρμογή προσέφερε την ευκαιρία κατεύθυνσης προς τα βασικά επίπεδα νοημοσύνης του Gardner (1993) μέσα από το συνδυασμό των μαθηματικών, της μουσικής, της τεχνολογίας, της φυσικής, της λεκτικής επικοινωνίας.

Ακόμα παράγοντες όπως η παθητικότητα του χρήστη, η χαμηλή αυτοεκτίμηση, οι χαμηλοί στόχοι μάθησης, οι δύσκολες δραστηριότητες μάθησης, η έλλειψη εμπειριών και η χαμηλή κατανόηση ήταν παράγοντες που πιστεύω ότι ήταν δύσκολο να επηρεάσουν τους επισκέπτες της έκθεσης «Πολυμήχανο» που χρησιμοποιούσαν το μουσικό τραπέζι ώστε να αποτρέψουν την εποικοδομητική μάθηση.

#### 5.3.1.5. Συσχέτιση γνώσεων με άμεση εμπειρία χρήστη

Η αναπαράσταση των ηχητικών κυμάτων και η αναπαραγωγή των ήχων που βγάζουν τα συγκεκριμένα ηχητικά κύματα έδωσε τη δυνατότητα σύνδεσης φυσικής



και μουσικής. Μέσα με την ενασχόληση μου με το έκθεμα προσέγγισα έννοιες φυσικής και μαθηματικών με ένα τρόπο ευχάριστο χρησιμοποιώντας την ψηφιακή τεχνολογία. Ακόμα πειραματίστηκα πολλές φορές με τα κουτιά για να οδηγηθώ σε ήχους που με ικανοποιούσαν. Επίσης μέσα από πολλούς πειραματισμούς κατάφερα να αναγνωρίσω μαθηματικές και φυσικές έννοιες παρατηρώντας την οπτικοποίηση του ηχητικού κύματος ώστε να οδηγηθώ στη συσχέτιση μαθηματικών και φυσικής. Μπόρεσα και συσχέτισα έμμεσα τα μαθηματικά με την μουσική καθώς πειραματιζόμουν με την αναπαραγωγή ήχων μέσα από την τοποθέτηση αντικειμένων στο μουσικό τραπέζι.

Συγκεκριμένα, μέσα από την βιωματική ενασχόληση μου με το μουσικό τραπέζι έμαθα να αναγνωρίζω με βάση την οπτική αναπαράσταση του ηχητικού κύματος τους απλούς ή σύνθετους ήχους και τους περιοδικούς ή μη περιοδικούς. Με βάση την κυματομορφή, οι ήχοι ταξινομούνται σε απλούς ή σύνθετους, και σε περιοδικούς ή μη περιοδικούς - το ημιτονοειδές κύμα είναι ένα παράδειγμα απλού και περιοδικού ηχητικού κύματος, ενώ ο λευκός θόρυβος είναι ήχος σύνθετος και μη περιοδικός. Από την κυματομορφή ενός ήχου πηγάζει το χαρακτηριστικό της χροιάς, το οποίο και εκφράζει την ποιότητα ενός ηχητικού κύματος - πρόκειται για το χαρακτηριστικό εκείνο που προσδιορίζει την ταυτότητα της ηχητικής πηγής και κάνει εφικτό τον διαχωρισμό μεταξύ δύο διαφορετικών ηχητικών πηγών (Seashore, 1967).

Το έκθεμα προσέφερε τη δυνατότητα της κατανόησης όλων των προαναφερθέντων φυσικών και μαθηματικών εννοιών μέσα από την τοποθέτηση των δοθέντων αντικειμένων στο μουσικό τραπέζι, την παρατήρηση της οπτικής αναπαράστασης του ηχητικού κύματος και των συμβόλων που υπάρχουν στα κουτιά με βάση τα οποία εμφανίζεται και η ανάλογη οπτική αναπαράσταση του ήχου. Η βιωματική μου ενασχόληση με το μουσικό τραπέζι μου έδωσε την δυνατότητα να εμβαθύνω σε φυσικές έννοιες με ένα τρόπο ευχάριστο και δημιουργικό. Παρ' όλα αυτά όσο αφορά την προσωπική μου ενασχόληση αντιμετώπισα κάποιες δυσκολίες ως προς ότι αφορά όχι τον χειρισμό της ψηφιακής εφαρμογής αλλά την κατανόηση εννοιών που αφορούσαν τους σύνθετους ήχους, τους μη περιοδικούς. Οι σύνθετοι ήχοι ή μη περιοδικοί δεν με μπέρδεψαν ώστε να τους αναγνωρίσω οπτικά εφόσον είχαν διαφορετική κυματομορφή από τους

απλούς αλλά να τους ξεχωρίσω ηχητικά από τους απλούς. Επιπρόσθετα τα αντικείμενα που με βοηθούσαν περισσότερο στην μουσική σύνθεση ήταν τα sample rates όπου είχαν ήδη έτοιμες μελωδικές εκφράσεις. Ακόμα σημαντικό για την κατανόηση των παραπάνω φυσικών και μαθηματικών εννοιών ήταν ο χρήστης να γνωρίζει κάποια πράγματα για το ηχητικό κύμα όπως να αναγνωρίζει τις διάφορες μορφές του. Θα μπορούσαν οι animator, για να μειώσουν τη δυσκολία δημιουργίας μουσικών συνθέσεων να άφηναν στο μουσικό τραπέζι λιγότερα αντικείμενα από αυτά που υπήρχαν ήδη από την αρχή. Επίσης θα μπορούσαν να υπάρχουν μόνο δυο κυματομορφές όπως η απλή και η τριγωνική ή να υπήρχαν μόνο απλοί ήχοι με λιγότερα αντικείμενα. Το μουσικό τραπέζι δεν απευθύνονταν σε έμπειρους χρήστες όσο αφορά τον χειρισμό απλά ήταν δύσκολο κάποιος να εξειδικευτεί και να προχωρήσει στην κατανόηση των σύνθετων ήχων εάν δεν γνώριζε τους απλούς. Τέλος η μάθηση που προσφέρει το μουσικό τραπέζι μπορούσε να οδηγήσει σε ενεργούς πειραματισμούς, δημιουργία εμπειριών και μουσικών συνθέσεων δίνοντας εφόρμηση και κίνητρο στους επισκέπτες να ασχοληθούν σε βάθος με τις ποικίλες αναπαραστάσεις του ηχητικού κύματος.

#### 5.3.1.6 Συμπεράσματα

Ως προς τον τρόπο αναπαράστασης της μουσικής

Ο τρόπος αναπαράστασης της μουσικής μέσω της ψηφιακής τεχνολογίας βοηθούσε σημαντικά τα παιδιά να κατανοήσουν βασικά στοιχεία του ηχητικού κύματος και να δημιουργήσουν με απλό τρόπο μουσικές συνθέσεις χωρίς να χρειάζεται η γνώση μουσικών οργάνων.

Ως προς την συσχέτιση μαθηματικών και μουσικής

Τα παιδιά μπορούσαν να κατανοήσουν την συσχέτιση της μουσικής με τα μαθηματικά και την φυσική παρατηρώντας την οπτική αναπαράσταση του ηχητικού κύματος στο μουσικό τραπέζι.

Ως προς την βιωματική προσέγγιση γνώσης

Το τραπέζι καλλιεργούσε την βιωματική προσέγγιση της γνώσης από το μέρος των παιδιών διότι τους έδινε τη δυνατότητα να δράσουν πάνω σε αντικείμενα και να δημιουργήσουν μουσικές συνθέσεις.

Ως προς τη διάδραση

Οι περιφερειακές συσκευές καλλιεργούσαν τη διάδραση μεταξύ χρήστη και εκθέματος με αποτέλεσμα να γίνεται πιο ανθρωποκεντρικό το έκθεμα ως προς τον χειρισμό του.

Ως προς την συσχέτιση γνώσεων με άμεση εμπειρία χρήστη

Το συγκεκριμένο έκθεμα είναι εύχρηστο σε σχέση με την λειτουργία του και ο τρόπος που προβάλλονται οι γνώσεις, οπτικά και ηχητικά, δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να τις εμπεδώσει. Η εμπέδωση πραγματοποιείται βιωματικά μέσα από την τοποθέτηση αντικειμένων πάνω στο μουσικό τραπέζι.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΜΟΥΣΙΚΗ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΥΘΑΓΟΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΘΕΣΗ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΚΟΣΜΟΥ

#### 6.1 Εισαγωγή

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα μιλήσουμε για τα στοιχεία που συλλέχτηκαν μέσα από την παρατήρηση και τις συνεντεύξεις που πραγματοποιήθηκαν στον χώρο του Ελληνικού Κόσμου και ποιο συγκεκριμένα για τη διαδραστική έκθεση «Υπάρχει σε όλα λύση; Ταξίδι στον Κόσμο των Αρχαίων Ελληνικών Μαθηματικών». Τα εκθέματα που μελετήθηκαν περισσότερο και συγκαταλέγονται στα εκθέματα της έκθεσης «Υπάρχει σε όλα λύση; Ταξίδι στον Κόσμο των Αρχαίων Ελληνικών Μαθηματικών» είναι εκείνα που συνδέουν τα μαθηματικά με την μουσική κλίμακα.

Στην αρχή θα δοθούν πληροφορίες σε σχέση με την έκθεση και τους στόχους που έχει θέσει η διαδραστική έκθεση «Υπάρχει σε όλα λύση; Ταξίδι στον Κόσμο των Αρχαίων Ελληνικών Μαθηματικών». Στη συνέχεια θα παρατεθούν στοιχεία σε σχέση με τη διάδραση των εκθεμάτων που μελετήθηκαν, το ρόλο που παίζουν τα μαθηματικά στα συγκεκριμένα εκθέματα, πως εμφανίζεται η μουσική μέσα από την ενασχόληση του επισκέπτη της διαδραστικής έκθεσης «Υπάρχει σε όλα λύση; Ταξίδι στον Κόσμο των Αρχαίων Ελληνικών Μαθηματικών» με αυτά, τη βιωματική ενασχόληση που καλλιεργείται μέσα από την χρήση των εκθεμάτων, τη διαδραστικότητα μεταξύ χρήστη και εκθέματος. Επίσης θα συσχετιστεί το είδος μάθησης που προβάλλεται στα εκθέματα σε σχέση με την εμπειρία του χρήστη των συγκεκριμένων εκθεμάτων.

#### 6.1 Έκθεση

Το ίδρυμα, ο Ελληνικός Κόσμος, βρίσκεται στην οδό Πειραιώς 254 και από το 1998 λειτουργεί ως ιδιωτικό Πολιτισμικό Πάρκο και Κέντρο. Στους χώρους του φιλοξενεί διαδραστικές εκθέσεις, περιηγήσεις εικονικής πραγματικότητας, συνέδρια και άλλα.

Στους εκθεσιακούς χώρους του «Ελληνικού Κόσμου» διοργανώνονται μόνιμες και περιοδικές εκθέσεις, που έχουν στόχο να παρουσιάσουν ποικίλες όψεις του ελληνικού πολιτισμού. Βασίζονται σε σύγχρονο μουσειολογικό σχεδιασμό,

αξιοποιούν την υψηλή τεχνολογία και αποβλέπουν στην ενεργό συμμετοχή των επισκεπτών. Όλες οι εκθέσεις συνοδεύονται από εκπαιδευτικά προγράμματα, τα οποία οργανώνουν και υλοποιούν οι μουσειοπαιδαγωγοί του Ιδρύματος. Ακόμη, πλαισιώνονται από εφαρμογές Εικονικής Πραγματικότητας και κόμβους Διαδικτύου που παρέχουν επιπλέον πληροφορίες, παιχνίδια για μαθητές και εκπαιδευτικούς, έντυπες και ηλεκτρονικές εκδόσεις για όλες τις ηλικίες.

Μια από τις διαδραστικές εκθέσεις που πραγματοποιεί ο Ελληνικός Κόσμος είναι και η έκθεση «Υπάρχει σε όλα λύση; Ταξίδι στον Κόσμο των Αρχαίων Ελληνικών Μαθηματικών».

Οι περιηγήσεις Εικονικής Πραγματικότητας αποτελούν έναν από τους πιο σημαντικούς πόλους έλξης του κοινού στον «Ελληνικό Κόσμο». Στα τρία πρωτοποριακά συστήματα τη «Θόλο», την «Κιβωτό» και τον «Εικονικό Κινηματογράφο» οι επισκέπτες, φορώντας στερεοσκοπικά γυαλιά και χρησιμοποιώντας μια μικρή συσκευή πλοήγησης, συμμετέχουν σε εικονικά ταξίδια.



Εικόνα 22 Δράση στη Κιβωτό

Επισκέπτονται πόλεις και μνημεία που δεν υπάρχουν πια και βιώνουν την ιστορία με τρόπο ξεχωριστό. Οι προβολές της εικονικής πραγματικότητας που πραγματοποιούνται στην Θόλο, στην Κιβωτό και στον Εικονικό Κινηματογράφο αφορούν θέματα όπως περιηγήσεις στην Αρχαία Αγορά, στην Αρχαία Μίλητο, στην Αρχαία Ολύμπια αλλά και στο ναό του Δία στην Ολύμπια. Επίσης αφορούν το έργο του Αρχιμήδη, την συναρμολόγηση αγγείων, την προστασία του περιβάλλοντος και τη διαδικασία παραγωγής ελαιόλαδου σε παλιό ελαιοτριβείο.

Οι παραπάνω διαδραστικές εκθέσεις που αναφέρονται και οι προβολές δεν δίνουν έμφαση μόνο στις θετικές επιστήμες αλλά και στις θεωρητικές όπως στην ιστορία μέσα από τις προβολές εικονικής πραγματικότητας που αφορούν τις περιηγήσεις στην Αρχαία Αγορά, την Αρχαία Μίλητο και την Αρχαία Ολυμπία όπως και στην περιβαλλοντική εκπαίδευση.

Τα εκθέματα που μελετώνται και συγκαταλέγονται στα εκθέματα της μόνιμης διαδραστικής έκθεσης «Υπάρχει σε όλα λύση; Ταξίδι στον Κόσμο των Αρχαίων Ελληνικών Μαθηματικών» έχουν σχεδιαστεί με βάση το ερευνητικό έργο του μαθηματικού και διδάκτορα μουσικών σπουδών Δημήτριου Λέκκα.

Τα παιδιά μέσα από την ενασχόληση τους με τη διαδραστική έκθεση «Υπάρχει σε όλα λύση; Ταξίδι στον κόσμο των Αρχαίων Ελληνικών Μαθηματικών» μαθαίνουν ποιοι λαοί ασχολήθηκαν πρώτοι με τους μαθηματικούς υπολογισμούς, ποιές είναι οι



ανακαλύψεις των αρχαίων Ελλήνων μαθηματικών, πώς διαδόθηκαν αυτές οι γνώσεις σε ολόκληρο τον κόσμο, πώς χρησιμοποιούσαν τα μαθηματικά οι Έλληνες στην αρχαιότητα μέσα από δραστηριότητες της καθημερινής ζωής. Μαθηματικά που προβάλλονται χωρίς χαρτί και μολύβι, μαθηματικά με τρόπο απλό και διασκεδαστικό.

Το εκπαιδευτικό πρόγραμμα της συγκεκριμένης διαδραστικής έκθεσης απευθύνεται σε μαθητές Δημοτικού, Γυμνασίου και Λυκείου καθώς και σε παιδιά Νηπιαγωγείου. Επίσης μπορεί να δεχτεί μέχρι εκατό μαθητές και μπορεί να συνδυαστεί με την εφαρμογή Εικονικής Πραγματικότητας «Εύρηκα! Ιστορίες από τον Αρχιμήδη».

Σκοπός του εκπαιδευτικού προγράμματος που συνοδεύει την έκθεση των Μαθηματικών είναι να υποβοηθήσει τους μαθητές μέσα από βιωματικές καταστάσεις να επεκτείνουν τις πρώτες του γνώσεις και δεξιότητες και να εφαρμόζουν οικίες μαθηματικές δομές σε νέες καταστάσεις. Επίσης τους μαθαίνει να επεξεργάζονται και να αξιοποιούν νέα δεδομένα, να συγκρίνουν και να μετασχηματίζουν απλές σχέσεις και διαδικασίες με τη δοκιμή και τον έλεγχο

Στόχοι που θέτει η διαδραστική έκθεση είναι να γνωρίσουν τα παιδιά το έργο σπουδαίων μαθηματικών όπως ο Πυθαγόρας, ο Ευκλείδης, ο Αρχιμήδης, ο Φιλόλαος και άλλοι, να μάθουν τα παιδιά να χρησιμοποιούν λέξεις που συνδέονται με τα μαθηματικά, να καλλιεργούν επικοινωνιακές δεξιότητες καθώς χρησιμοποιούν τα παιδιά ομαδικά τα εκθέματα, να αξιοποιούν τη σύγχρονη τεχνολογία μέσα από τις ψηφιακές εφαρμογές της έκθεσης, να μετρούν χρησιμοποιώντας τις αυθαίρετες ή συμβατικές μονάδες μέτρησης και να γνωρίσουν τη δημιουργία επίπεδων σχημάτων μέσα από την περιστροφή τρισδιάστατων.

Η έκθεση χωρίζεται σε σταθμούς και η προβολή των σταθμών όπως και οι πληροφορίες που παρουσιάζουν οι μουσειοπαιδαγωγοί από κάθε σταθμό εξαρτάται από την ηλικία των μαθητών.

Οι σταθμοί είναι συνολικά επτά και απαρτίζονται από τον σταθμό 1 που σχετίζεται με τα προελληνικά μαθηματικά, τον σταθμό 2 που σχετίζεται με την παρατήρηση και το στοχασμό πάνω στο έργο του Θαλή και του Πυθαγόρα, τον σταθμό 3 που σχετίζεται με το Πυθαγόρειο Θεώρημα, τον σταθμό 4 που αφορά μεθόδους και θεωρίες σε σχέση με την γεωμετρία επίπεδων και τρισδιάστατων σχημάτων αλλά και το έργο του Αρχιμήδη σε σχέση με την υδροστατική, τον σταθμό 5 που σχετίζεται με την αστρονομία, τον σταθμό 6 που σχετίζεται με τα μαθηματικά που χρησιμοποιούσαν οι Έλληνες στην αρχαιότητα και τον σταθμό 7 που αφορά τη διάσωση αρχαίων μαθηματικών κειμένων.

Στον εισαγωγικό χάρτη του πρώτου σταθμού της έκθεσης τα παιδιά εντοπίζουν τα σημαντικότερα κέντρα στην ιστορία των μαθηματικών, ενώ έχουν τη δυνατότητα, μέσω εκπαιδευτικής προβολής, να παρακολουθήσουν πώς τα μαθηματικά βρίσκουν τη θέση τους στην ιστορία της μαθηματικής επιστήμης και του πολιτισμού.



Εικόνα 24 Εισαγωγικός χάρτης

Στην ενότητα για τους Αιγύπτιους, οι μαθητές απαντούν σε ερωτήματα όπως το πότε, γιατί και ποιοι χρησιμοποιούσαν τα μαθηματικά στην αρχαία Αίγυπτο, γνωρίζουν τον τρόπο αρίθμησης τους καθώς και τα μέσα γραφής των αρχαίων Αιγυπτίων, γράφουν, προσθέτουν και πολλαπλασιάζουν αριθμούς χρησιμοποιώντας

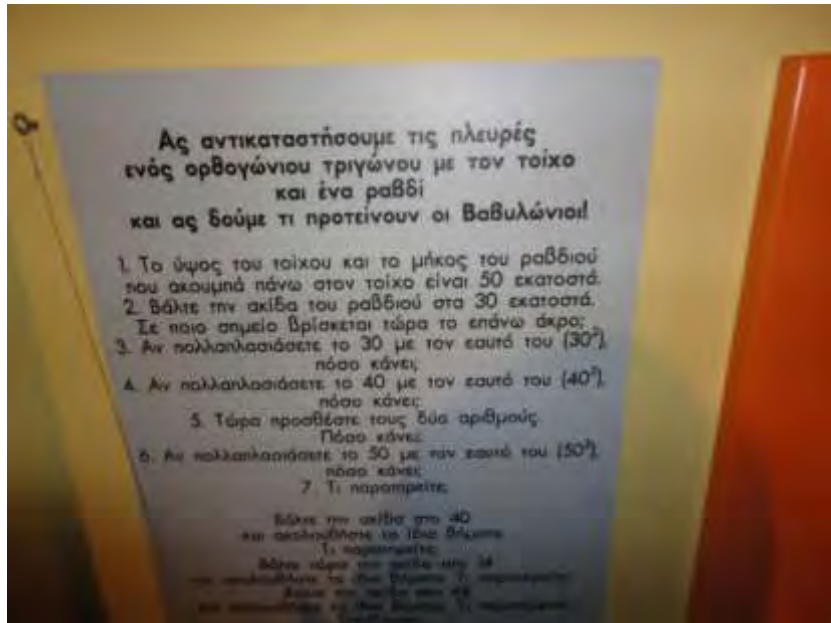
τα αιγυπτιακά σύμβολα και παρακολουθούν την αιγυπτιακή πρακτική εκτέλεση υπολογισμών με κλάσματα που ήταν τότε γνωστά στους Αιγύπτιους γραφείς.



Εικόνα 25 Έκθεμα από τον σταθμό Αίγυπτος

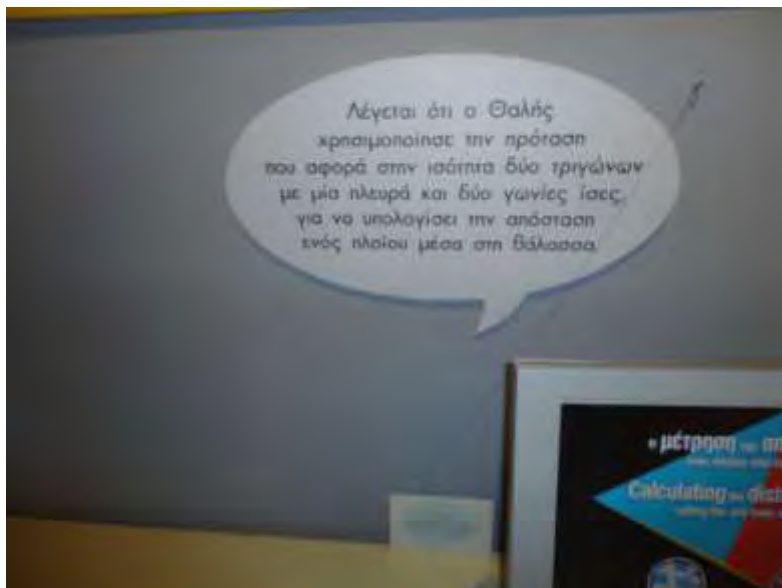
Στην ενότητα για τους Βαβυλώνιους, οι μαθητές απαντούν σε ερωτήματα όπως το πότε και ποιοί χρησιμοποιούσαν τα μαθηματικά στην αρχαία Βαβυλώνα, γνωρίζουν τον τρόπο αρίθμησης καθώς και τα μέσα γραφής των αρχαίων Βαβυλωνίων, γράφουν αριθμούς χρησιμοποιώντας τα βαβυλωνιακά σύμβολα και εφαρμόζουν το γνωστό σήμερα ως «πυθαγόρειο θεώρημα» όπως το εφάρμοζαν αρχικά οι Βαβυλώνιοι.





Εικόνα 26 Έκθεμα για τον τρόπο αρίθμησης των Βαβυλωνίων

Στην ενότητα του δεύτερου σταθμού που είναι αφιερωμένη στον Θαλή οι μαθητές λαμβάνουν πληροφορίες για τη ζωή του Θαλή, μέσω διαδραστικών κατασκευών ανακαλύπτουν χαρακτηριστικά γεωμετρικών σχημάτων, μέσω ψηφιακού εκθέματος παρατηρούν τον τρόπο εύρεσης της απόστασης ενός ανθρώπου που βρίσκεται στην ξηρά από ένα πλοίο που βρίσκεται στη θάλασσα και ανακαλύπτουν τον τρόπο που ο Θαλής μέτρησε το ύψος της πυραμίδας του Χέοπα.



Εικόνα 27 Έκθεμα για το έργο του Θαλή

Στην ενότητα του σταθμού που είναι αφιερωμένη στον Πυθαγόρα, οι μαθητές λαμβάνουν πληροφορίες για τη ζωή και το έργο του Πυθαγόρα. Επίσης μέσω ψηφιακού εκθέματος ανακαλύπτουν τους τρίγωνους και τετράγωνους αριθμούς αλλά και μέσω διαδραστικών κατασκευών παρατηρούν τη σχέση των μαθηματικών με την μουσική κλίμακα στην αρχαιότητα.

Στο τρίτο σταθμό μέσω διαδραστικών εκθεμάτων, μηχανικών και ψηφιακών, αλλά και κατασκευών οι μαθητές παίρνουν πληροφορίες για την ανάπτυξη της έννοιας της απόδειξης, ανακαλύπτουν πώς ο Σωκράτης καθοδήγησε ένα δούλο να κατανοήσει το διπλασιασμό του τετραγώνου, κατανοούν εμπειρικά το πυθαγόρειο θεώρημα μέσω μιας εφαρμογής του Ευκλείδη, γνωρίζουν και συλλέγουν πληροφορίες για τα πλατωνικά στερεά.

Στο τέταρτο σταθμό, μέσω διαδραστικών εκθεμάτων, μηχανικών και ψηφιακών, αλλά και κατασκευών οι μαθητές πειραματίζονται με την περιστροφή επίπεδων σχημάτων, ανακαλύπτοντας έτσι τα στερεά εκ περιστροφής, συλλέγουν πληροφορίες για τη ζωή και το έργο του Αρχιμήδη, αντιλαμβάνονται μέσω ενός πειράματος του Αρχιμήδη την αρχή της υδροστατικής, παρατηρούν τον τρόπο κατασκευής των κωνικών τομών, παρακολουθούν πώς ο Ερατοσθένης μέτρησε την περιφέρεια της Γης, πειραματίζονται με τους πρώτους αριθμούς και το κόσκινο του Ερατοσθένη.

Στον πέμπτο σταθμό, οι μαθητές ανακαλύπτουν πώς συνδέονται τα μαθηματικά με την αστρονομία, γνωρίζουν διάφορες θεωρίες που περιγράφουν την κίνηση των ουράνιων σωμάτων, συνειδητοποιούν τη συμβολή του Πτολεμαίου στη γεωγραφία και τη χαρτογραφία.

Στον έκτο σταθμό μέσω διαδραστικών εκθεμάτων, οι μαθητές γνωρίζουν τον τρόπο αρίθμησης των αρχαίων Ελλήνων καθώς και τα μέσα γραφής τους, προσθέτουν αριθμούς χρησιμοποιώντας τον «άβακα», βλέπουν παραστατικά τη χρήση της διόπτρας του Ήρωνα, συλλέγουν πληροφορίες σχετικά με τον Ευπαλίνο και το ευπαλίγειο όρυγμα, λύνουν ένα πρόβλημα του 15ου αι. μ.Χ.

Στο έβδομο σταθμό αναφέρεται, μέσα από αντιπροσωπευτικά παραδείγματα, η συμβολή των Βυζαντινών και των Αράβων στη διάσωση αρχαίων μαθηματικών κειμένων.

Στον Ελληνικό Κόσμο τα εκπαιδευτικά προγράμματα αλλά και οι δραστηριότητες για μεμονωμένες επισκέψεις σχεδιάζονται με βάση μορφές άμεσης και έμμεσης επικοινωνίας. Σημαντική ήταν και η αναφορά μιας από τις μουσειοπαιδαγωγούς σε σχέση με το ενημερωτικό υλικό που υπάρχει στο site τους.

*Ερευνήτρια: : λοιπόν ενημερωτικό υλικό είναι μόνο αυτό που υπάρχει στο site η υπάρχει και κάτι άλλο;*

*Z: Ενημερωτικό υλικό υπάρχει στο site ασφαλώς αλλά υπάρχουν και στα φυλλάδια μας που δίνουμε στα σχολεία με όλα τα εκπαιδευτικά προγράμματα γενικά με όλα τα προγράμματα*

*Ερευνήτρια: Κάποια μουσειοσυσκευή που δίνεται στα σχολεία*

*Z: Υπάρχει ωστόσο δεν είναι σε λειτουργία/εφαρμογή η συγκεκριμένη κάποια χρόνια : και αφορούσε την Μ. Ασία και τους πρόσφυγες αλλά ωστόσο νομίζω ότι δεν είναι πλέον σε λειτουργία δεν χρησιμοποιείται.*

Το εκπαιδευτικό υλικό, στο site, απευθύνεται σε δασκάλους και μαθητές όπου περιγράφει τους σταθμούς της έκθεσης, πως προσαρμόζεται η προβολή των σταθμών της έκθεσης από τους μουσειοπαιδαγωγούς ανάλογα με την ηλικία των παιδιών, που απευθύνεται το εκπαιδευτικό πρόγραμμα της έκθεσης και τους στόχους που έχει θέσει η διαδραστική έκθεση «Υπάρχει σε όλα λύση; Ταξίδι στον Κόσμο των Αρχαίων Ελληνικών Μαθηματικών». Επίσης αναφέρει τι μπορούν να κάνουν οι δάσκαλοι στην τάξη πριν επισκεφτούν τα παιδιά την έκθεση αλλά και τι μετά που να σχετίζεται με τι είδαν και παρατήρησαν τα παιδιά στην έκθεση.

Τα μέσα που χρησιμοποιούν οι μουσειοπαιδαγωγοί για να προβάλουν στα παιδιά τα εκθέματα της έκθεσης ποικίλουν ανάλογα με την ηλικία. Ένα από τα μέσα που χρησιμοποιούσαν ήταν η αφήγηση ιστοριών. Για παράδειγμα όσο αφορά την επεξήγηση του Πυθαγόρειου θεωρήματος σε μικρά παιδιά ηλικίας Β Δημοτικού έλεγαν την ιστορία ενός βασιλιά που ήθελε να μοιράσει τα κτήματα στις κόρες του και έπρεπε να υπολογιστεί το εμβαδόν τους αλλά και πως θα τα χωρίζε σε ίσα μέρη

*Ερευνήτρια: Μιλάμε για Β' Γ' Δημοτικού εκεί*

*Z: Β' Γ' Δημοτικού εκεί το Πυθαγόρειο Θεώρημα δεν το καταλαβαίνουν κιόλας τους το δείχνουμε με μια ιστοριούλα έτσι τους το λέμε*

Επίσης όταν παρουσιάζουν τις αρχές της υδροστατικής που ανακάλυψε ο Αρχιμήδης οι μουσειοπαιδαγωγοί αφηγόντουσαν στα παιδιά γεγονότα με βάση

ιστορικά στοιχεία που συνέβησαν όταν ζούσε ο Αρχιμήδης στην αρχαιότητα τα οποία τον οδήγησαν να ανακαλύψει τις αρχές της υδροστατικής. Σημαντική είναι και στην συγκεκριμένη έκθεση και η ανάδειξη πειραμάτων που τους προκαλούν εντύπωση στα εκθέματα.

*Ερευνήτρια: : τι τους προκαλεί εντύπωση στα εκθέματα;*

*Z: Τι τους προκαλεί εντύπωση στα εκθέματα : ουσιαστικά βλέπουν κάποια πειράματα στις ψηφιακές εφαρμογές, η τεχνολογία που συνοδεύει τα εκθέματα είναι κάτι που τους ιντριγκάρει*

Τα πειράματα έδιναν τη δυνατότητα καλύτερης κατανόησης φυσικών και μαθηματικών φαινομένων όπως την υδροστατική, τη δημιουργία στερεών σχημάτων όπως μιας σφαίρας μέσα από την περιστροφή επίπεδων σχημάτων και άλλων.

Επίσης σημαντική είναι και η μέθοδο της κατευθυνόμενης συζήτησης η μαιευτική κατά τη διάρκεια του εκπαιδευτικού προγράμματος σε μια σχολική επίσκεψη (Νικονάνου, 2009). Οι μουσειοπαιδαγωγοί μέσα από την μαιευτική μέθοδο αξιοποιούν τις παιδαγωγικές δυνατότητες του υλικού της έκθεσης στα πλαίσια της σχολικής επίσκεψης για να κινητοποιήσουν και να εμπυχώσουν τα παιδιά για παρατήρηση, στοχασμό, διατύπωση, προσωπικών ερμηνειών, κρίσεων ,απόψεων και συζήτηση. Ακόμα σύμφωνα με όσα είπε η Z. δεν έμενε πολύς χρόνος, τις περισσότερες φορές, στα παιδιά των σχολείων που επισκέπτονταν την έκθεση ώστε τα ίδια τα παιδιά να εξερευνήσουν και να ασχοληθούν με τα εκθέματα μόνα τους.

*Ερευνήτρια: : γενικά από το πρόγραμμα που γίνεται τώρα σε γενικές γραμμές τα παιδιά : έχουν χρόνο να το εξερευνήσουν μόνα τους μετά;*

*Z: Θα σας πω τι γίνεται Αυτό έχει σχέση το κάθε πρόγραμμα έχει σχέση με το χρόνο που μπορεί να διαθέσει κάθε σχολείο πολλές φορές έρχονται οι εκπαιδευτικοί και μας λένε ότι έχουμε 2 ώρες στη διάθεση τους εκ των πραγμάτων δεν προλαβαίνουν τα παιδιά να κάτσουν παραπάνω και άλλος ένας παράγοντας που παίζει ρόλο στο πρόγραμμα έχει συνδυαστεί με το πρόγραμμα εικονικής πραγματικότητας εάν συνδυαστεί με πρόγραμμα εικονικής πραγματικότητας η μια ομάδα πρέπει να δει την έκθεση των μαθηματικών και την Κιβωτό ή το Θόλο αυτά είναι καθορισμένες παραστάσεις εκ των πραγμάτων έχει καθορισμένο χρόνο δηλαδή ο συντονιστής τους δίνει 1 ώρα για να κάτσουν πάνω και μία ώρα για να δει την Κιβωτό αν ο χρόνος σου είναι αν ο εκπαιδευτικός το ζητήσει και πει αν ωραία με την Κιβωτό ή την Εικονική πραγματικότητα θέλω να συνεχίσω με τους μαθητές μου δεν υπάρχει κανένα πρόβλημα (3)*

Ακόμα για να δείξουν τους σταθμούς τα παιδιά στο πλαίσιο μια σχολικής επίσκεψης χωρίζουν τους μαθητές σε ομάδες ανάλογα με τον αριθμό των παιδιών και των τάξεων που επισκέπτονταν τον Ελληνικό Κόσμο και έδειχναν σε κάθε ομάδα τους σταθμούς ξεχωριστά.

Ένα στοιχείο που παρατήρησα ότι μπορούσε να βοηθήσει και μένα όπως και τα παιδιά να εξερευνήσουν τον χώρο της έκθεσης και να ασχοληθούν με τα εκθέματα είναι οι πινακίδες και τα κείμενα που συνόδευαν τα εκθέματα της έκθεσης. Οι συγκεκριμένες πινακίδες εξηγούν τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες που έπρεπε να επιτελέσουν τα παιδιά καθώς δρουν πάνω στα εκθέματα και τι μαθηματικές έννοιες κατανοούν τα παιδιά καθώς παρατηρούν τα εκθέματα. Οι μαθηματικές έννοιες που πρέπει να κατανοήσουν τα παιδιά σε σχέση με την ενασχόληση τους με τα εκθέματα μπορεί να εμφανίζονταν και σε άλλους γνωστικούς τομείς όπως την μουσική και πιο συγκεκριμένα την μουσική κλίμακα. Οι πινακίδες και τα κείμενα καθοδηγούν τα παιδιά στο πως θα ασχοληθούν με τα εκθέματα και συνεπώς πως θα εξερευνήσουν το χώρο γύρω τους. Το παιχνίδι δεν συμπεριλαμβάνεται τόσο στις δραστηριότητες που σχετίζονται με την ενασχόληση των παιδιών με τα εκθέματα της έκθεσης. Επίσης δεν ήταν εμφανές και σε εκπαιδευτικές δραστηριότητες που θα μπορούσαν να υπάρχουν στο site του μουσείου. Σύμφωνα με όσα ειπώθηκαν από τους μουσειοπαιδαγωγούς η έκθεση ταιριάζει περισσότερο στον τομέα μάθηση παρά στον τομέα ψυχαγωγία όπου παίζει σημαντικό ρόλο το παιχνίδι

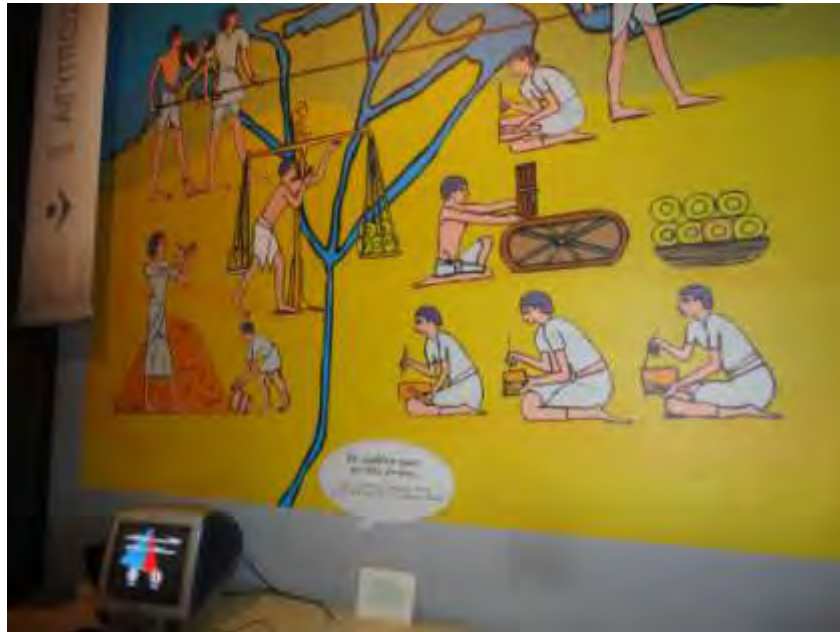
*Ερευνήτρια: Τα εκθέματα ταιριάζουν περισσότερο στον τομέα ψυχαγωγία/παιχνίδι ή στον τομέα μάθηση*

*Z: Μάθηση και η ψυχαγωγία δηλαδή ενθουσιάζονται τα παιδιά αλλά σκοπός είναι η μάθηση. Μέσα από τα ψηφιακά εκθέματα μαθαίνουν(3)*

Επίσης τα παιδιά πρέπει να χρησιμοποιούν διάφορα μέσα, υλικά, αντικείμενα όπως ένα πλαστικό ραβδί ώστε να γίνουν ορατοί και να ακουστούν οι διαφορετικοί ήχοι που βγάζουν τα χτυπήματα σε διαφορετικά σημεία ενός εκθέματος, της καμπάνας. Η παραπάνω διαδικασία μπορεί να οδηγήσει στην προσωπική δημιουργία ήχων με διαφορετικό ηχόχρωμα και ένταση.

Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο στην προβολή εκθεμάτων στο πλαίσιο μιας σχολικής επίσκεψης είναι οι μουσειακές εργασίες που μπορούσαν να πραγματοποιηθούν κατά τη διάρκεια του εκπαιδευτικού προγράμματος ή μετά. Οι μουσειακές εργασίες

για παράδειγμα αφορούν την λύση ενός προβλήματος όπως «πως οι Αρχαίοι Αιγύπτιοι θα μοίραζαν μεταξύ τους ένα συγκεκριμένο αριθμό καρβελιών». Σε αυτό το σημείο σημαντική ήταν η καθοδήγηση των μουσειοπαιδαγωγών.



Εικόνα 29 Εκπαιδευτική δραστηριότητα από τους Αιγύπτιους

Έτσι, σύμφωνα με τα προαναφερθέντα, επιστημονικά αντικείμενα και επιστημονικές γνώσεις προσεγγίζονται από τον επισκέπτη της διαδραστικής έκθεσης σε συνάρτηση με τις αντιλήψεις του, την ηλικία του, την καλλιέργεια του, την συναισθηματική του κατάσταση ώστε να οδηγηθεί στον προβληματισμό, στον αναστοχασμό και στην κατανόηση (Κολιόπουλος, 2004).

### 6.3 Εκθέματα

Τα εκθέματα που μελετήθηκαν βρίσκονταν στο σταθμό «Παρατήρηση και Στοχασμός» στην ενότητα που ήταν αφιερωμένη για τον Πυθαγόρα

Πιο συγκεκριμένα ήταν:

-μια ψηφιακή εφαρμογή με την ονομασία «και λίγη μουσική»,



Εικόνα 29 Έκθεμα «Και λίγη μουσική»

-το μονόχορδο του Πυθαγόρα,



Εικόνα 30 Έκθεμα «Το μονόχορδο του Πυθαγόρα»

- γλάστρες διαφορετικού μεγέθους που έπρεπε να χτυπήσουν οι μαθητές με ένα πλαστικό ραβδί για να παραχθεί μουσικός ήχος



Εικόνα 31 Έκθεμα «Γλάστρες»

-και αυλοί σε διάφορα μεγέθη.



Εικόνα 32 Έκθεμα «Αυλοί»

Παρακάτω θα εξεταστούν και θα αναλυθούν τα εκθέματα ως προς τον τρόπο αναπαράστασης της μουσικής, την σχέση μαθηματικών μουσικής, τη διαδραστικότητα που καλλιεργείται μεταξύ χρήστη του εκθέματος και το έκθεμα, την βιωματική προσέγγιση της γνώσης που προβάλλουνε, τις γνώσεις που κατανοεί ο χρήστης του εκθέματος με βάση την εμπειρία και τα βιώματα που αποκομίζει καθώς ασχολείται με το έκθεμα.



### **6.3. 1 «Και λίγη μουσική»**

#### 6.3.1.1 Τρόποι αναπαράστασης της μουσικής

Το συγκεκριμένο έκθεμα είναι ψηφιακής εφαρμογής και παραθέτει πληροφορίες σε σχέση με το έργο του Πυθαγόρα και των μαθητών του όσον αφορά τη δημιουργία φθόγγων και το χτίσιμο μουσικών κλιμάκων μέσα από την χρήση αρχαίων έγχορδων μουσικών οργάνων. Η συγκεκριμένη ψηφιακή εφαρμογή συνδυάζει εικόνα, ήχο και κείμενο και παρουσιάζει το έργο του Πυθαγόρα και των μαθητών του σε σχέση με την μουσική.

Τα δεδομένα του εκπαιδευτικού λογισμικού κατανέμονται σε κόμβους πληροφοριών οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους ώστε να παρουσιαστούν στο δέκτη. Οι σύνδεσμοί που παραπέμπουν από την μια πληροφορία στην άλλη μπορεί να είναι μια λέξη, μια φράση, ένα σύμβολο, μια εικόνα. Το εκπαιδευτικό λογισμικό προχωράει κάνοντας κλικ το παιδί με το ποντίκι του σε συγκεκριμένες λέξεις, φράσεις, εικόνες πάνω στην οθόνη.

Ο χρήστης της ψηφιακής εφαρμογής μπορεί να διαλέξει ποια έργα από τους μαθητές του Πυθαγόρα θα δει και μέχρι ποιο σημείο πατώντας με το ποντίκι την εικόνα του που τον αναπαριστά στο εκπαιδευτικό λογισμικό. Έτσι οι πληροφορίες για την ζωή και το έργο των μαθητών του Πυθαγόρα παρουσιάζονται μη γραμμικά

Η μουσική αναπαρίσταται στο συγκεκριμένο έκθεμα μέσα από τους φθόγγους και την μουσική κλίμακα που υπήρχε στην αρχαιότητα με την οποία εξοικειώνεται ο χρήστης της ψηφιακής εφαρμογής. Η μουσική κλίμακα αναπαριστάται στο συγκεκριμένο έκθεμα μέσα από τα μαθηματικά και επί των πλείστον τα κλάσματα. Οι νότες που μπορούν να εμφανιστούν χωρίζοντας την χορδή σε ανάλογα μέρη γίνονται εμφανείς μέσα από εικόνες.



Εικόνα 33 Σημείο του εκπαιδευτικού λογισμικού από το έκθεμα

Επίσης τα παιδιά μπορούν πατώντας τα όγδοα που βρίσκονται κάτω από τους φθόγγους με βάση τους οποίους χωρίζεται μια χορδή να ακούσουν τους ήχους που βγάζουν οι φθόγγοι. Τα μαθηματικά στο συγκεκριμένο έκθεμα εμφανίζονται μέσα από το διαχωρισμό της χορδής σε ανάλογα μέρη. Επίσης εμφανίζονται και μέσα από τους εναλλακτικούς τύπους συσχετισμών που διέπουν μια μουσική κλίμακα.

Ο όρος γένος αναφέρεται στην σύνθεση των διαστημάτων των φθόγγων ενός τετραχόρδου ή ενός μεγαλύτερου συστήματος. Ανάλογα με αυτήν την σύνθεση διακρίνονται τρία γένη. Το παλαιότερο είναι το διατονικό που το θεωρούσαν το πιο φυσικό και το πιο εύκολο να τραγουδηθεί από όλους. Το χρωματικό γένος που χρησιμοποιήθηκε αργότερα ήταν δυσκολότερο από το διατονικό και ήταν προσιτό μόνο σε ανθρώπους καλλιεργημένους μουσικά. Το χρωματικό γένος δεν χρησιμοποιήθηκε σχεδόν ποτέ στην τραγωδία αλλά ήταν σε ευρεία χρήση όσο αφορά την οργανική μουσική αλλά και τις μουσικές συνθέσεις αρχαίων έγχορδων οργάνων. Το εναρμόνιο γένος ήταν το τελευταίο που χρησιμοποιήθηκε και το θεωρούσαν εξαιρετικά δύσκολο. Ήταν δυσμελωδικώτατον, πολλής τριβής δεδομένον δηλαδή ήταν πάρα πολύ δύσκολο να αποδοθεί μελωδικά και χρειαζόταν πολύ άσκηση (Ferguson, 2009).

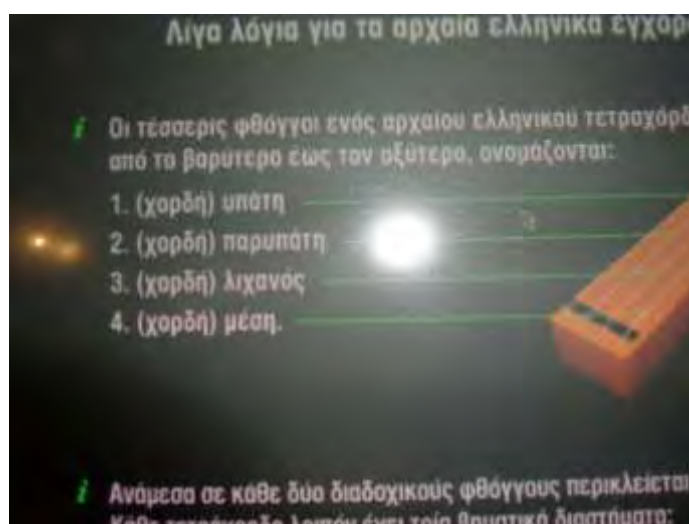
Ακόμα στην συγκεκριμένη ψηφιακή εφαρμογή πραγματοποιείται αναφορά και στα συστήματα και πιο συγκεκριμένα στο τετράχορδο. Το τετράχορδο θεωρείται μια μικρή κλίμακα με τέσσερις συνεχείς φθόγγους και μπορεί να διακριθεί σε διατονικό, σε χρωματικό και σε εναρμόνιο. Έτσι τα παιδιά, μέσα από την ενασχόληση τους με το συγκεκριμένο έκθεμα τους δίνεται η δυνατότητα να ανακαλύψουν πως τα

μαθηματικά εμφανίζονται άμεσα στην μουσική και καθορίζουν βασικά σημεία της όπως τις νότες.

Μπορεί οι νότες της ψηφιακής εφαρμογής να συσχετίζονται με αυτές που υπήρχαν την εποχή όπου ζούσε ο Πυθαγόρας αλλά ο διαχωρισμός της χορδής είναι σημαντικός ώστε να καθοριστεί αργότερα η οκτάβα στην χορδή. Ακόμα ο Πυθαγόρας ανακάλυψε ότι τεντώνοντας την χορδή με σοφά μετρημένα βάρη παράγονται όλες οι νότες της μουσικής κλίμακας (Ball, 2011). Έτσι στην οθόνη του υπολογιστή όταν εμφανίζεται η χορδή τεντωμένη με σοφά μετρημένα βάρη, στην άκρη της παρατίθεται ένα βαραάκι που απεικονίζει τα συγκεκριμένα βάρη.

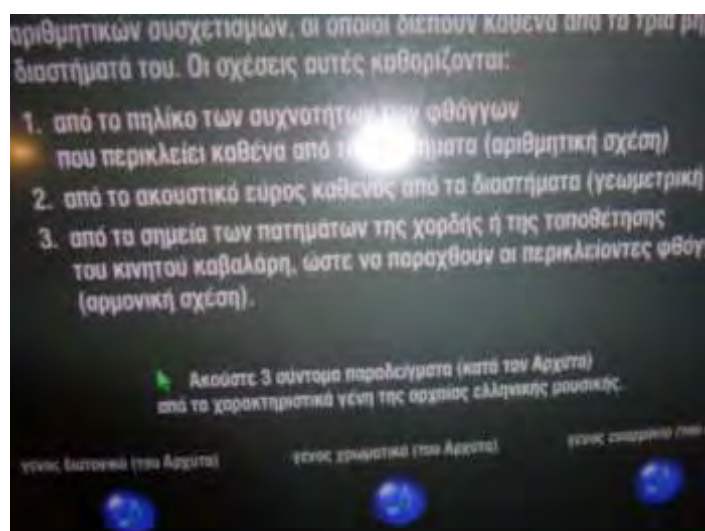
### 6.3.1.2 Συσχετισμός μαθηματικών μουσικής

Στην αρχή του εκπαιδευτικού λογισμικού παρατίθενται πληροφορίες σε σχέση με τους φθόγγους ενός τετράχορδου, μιας μουσικής κλίμακας. Οι φθόγγοι της συγκεκριμένης μουσικής κλίμακας μπορούν να εμφανιστούν και σε χορδές ενός αρχαίου μουσικού οργάνου.



Εικόνα 34 Στιγμιότυπο της οθόνης του εκπαιδευτικού λογισμικού από το έκθεμα Οι φθόγγοι που εμφανίζονται στην ψηφιακή εφαρμογή «και λίγη μουσική» είναι η υπάτη, η παρυπάτη, ο λύχανος και η μέση. Ανάμεσα στους φθόγγους δημιουργούνται βηματικά διαστήματα. Κάθε γένος, μουσική κλίμακα, καθοριζόταν από τρεις εναλλακτικούς τύπους συσχετισμών οι οποίοι διέπουν τα βηματικά διαστήματα.

Ο πρώτος τύπος εναλλακτικών συσχετισμών, η αριθμητική σχέση, καθορίζεται από το πηλίκο των συχνοτήτων των φθόγγων που περικλείει καθένα από τα βηματικά διαστήματα. Ο δεύτερος τύπος εναλλακτικών συσχετισμών, γεωμετρική σχέση, καθορίζεται από το ακουστικό εύρος καθενός από τα διαστήματα. Ο τρίτος τύπος εναλλακτικών συσχετισμών, η αρμονική σχέση, καθορίζεται από τα σημεία τοποθέτησης κινητού καβαλάρη ώστε να παραχθούν οι συγκεκριμένοι φθόγγοι.



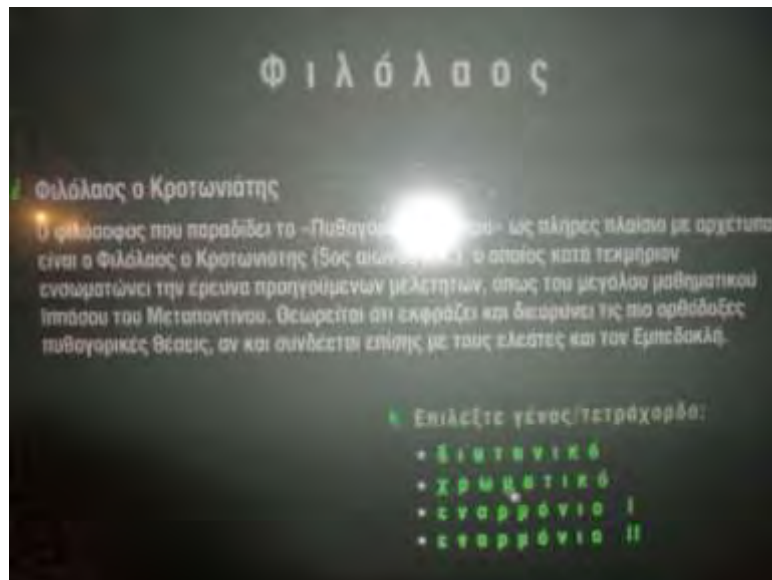
Εικόνα 35 Στιγμιότυπο της οθόνης του εκπαιδευτικού λογισμικού

Ύστερα εμφανίζονται στην οθόνη του υπολογιστή ο Φιλόλαος, ο Ερατοσθένης, ο Αρχύτας, ο Δίδυμος και ο Πτολεμαίος.



Εικόνα 36 Παρουσίαση μαθηματικών που επηρέασαν την αρχαία ελληνική μουσική

Εάν ο μαθητής πατήσει με το ποντίκι ξεχωριστά κάθε όνομα εμφανίζεται στην οθόνη λίγες πληροφορίες για την ζωή του και το έργο του όπως και τα γένη/τετράχορδα που έχει ανακαλύψει.



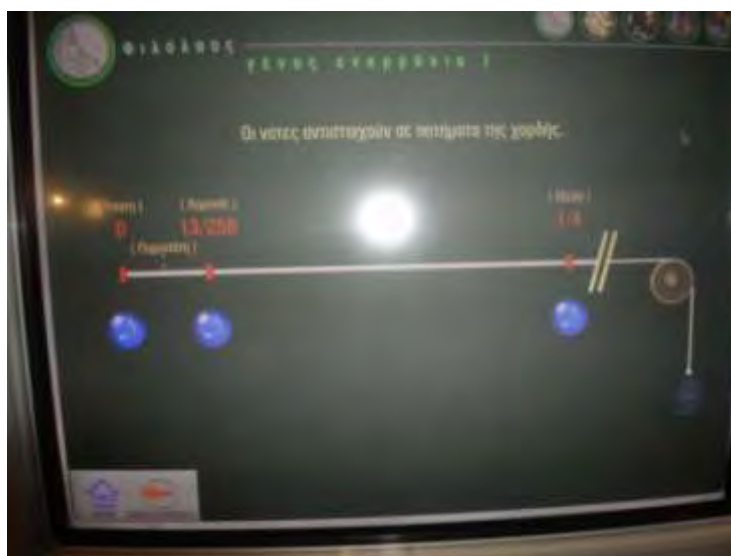
Εικόνα 37 Παρουσίαση Φιλόλαου

Ο μαθητής μπορεί να πατήσει κάθε γένος ξεχωριστά και να ανακαλύψει την αριθμητική σχέση, την γεωμετρική σχέση και του λόγους που επηρεάζουν τη δημιουργία διαστημάτων μεταξύ των φθόγγων



Εικόνα 38 Παρουσίαση του γένους του Φιλόλαου

Τα διαστήματα που δημιουργούνται μεταξύ των φθόγγων σε μια χορδή εξαρτώνται από κλάσματα, λόγους και πιο συγκεκριμένα τους βηματικούς λόγους (Μιχαηλίδης, 1981). Οι βηματικοί λόγοι εμφανίζονται στο γένος που έχει ανακαλύψει ο κάθε μαθητής ξεχωριστά. Για παράδειγμα στο Φιλόλαο στο γένος εναρμόνιο I οι βηματικοί λόγοι είναι 256/243, 256/243, 81/64, η αριθμητική σχέση είναι 13:13:68 και η γεωμετρική σχέση είναι 23:23:208. Εάν το παιδί πατήσει ένα μπλε κύκλο που λέει «πατήστε και ακούστε» θα εμφανιστούν οι νότες που αντιστοιχούν στα πατήματα της χορδής η ύπατη, η παρυπάτη, ο λίχανος και η μέση.



Εικόνα 39 Νότες πάνω στην χορδή

Κάτω από κάθε φθόγγο υπάρχει ένας λόγος και κάτω από κάθε λόγο ένα όγδοο. Επίσης κάτω από κάθε όγδοο που πλαισιώνεται με ένα κύκλο εάν το πατήσει ο μαθητής με το ποντίκι εμφανίζεται ένα κλάσμα. Επίσης με το πάτημα του συγκεκριμένου μπλε κύκλου ο μαθητής ακούει έναν ήχο.

Στο συγκεκριμένο εκπαιδευτικό λογισμικό η ίδια όπως και ο χρήστης ανακαλύπτει μαθηματικές σχέσεις και πειραματίζεται πατώντας πάνω στα όγδοα καθώς ακούει ήχους που σχετίζονται με κάποιο από τους φθόγγους που παρουσιάζονται. Τα μαθηματικά εμφανίζονται στο συγκεκριμένο έκθεμα μέσα από τα κλάσματα, τους λόγους, που καθορίζουν τα διαστήματα που δημιουργούνται μεταξύ των φθόγγων. Οι μαθηματικές έννοιες που είναι τα κλάσματα συσχετίζονται με βασικές γνώσεις της μουσικής που είναι φθόγγοι και η μουσική κλίμακα. Σε γενικές γραμμές μαθηματικές έννοιες όπως το μήκος καθορίζουν τη δημιουργία φθόγγων, τον έλεγχο των διαστημάτων και τελικά το χτίσιμο μιας μουσικής κλίμακας.



### 6.3.1.3 Διάδραση μεταξύ χρήστη και εκθέματος

Η συγκεκριμένη ψηφιακή εφαρμογή είναι σε θέση να ενημερώσει τους μαθητές για τις πληροφορίες που βρίσκονται σε εξέλιξη ώστε η διαδραστικότητα μεταξύ μηχανής και χρήστη να αποτελεί μια διμελής σχέση. Προχωρώντας επίπεδο η ουσιαστική διαδραστικότητα εμφανίζεται μόνο όταν ο μαθητής είναι σε θέση να μετασχηματίσει και να δράσει πάνω στις πληροφορίες που τίθεται στη διάθεση του (Κόμης, 2004).

Σύμφωνα με την εμπειρία που είχα με το συγκεκριμένο λογισμικό μπορούσα να δράσω πάνω στις πληροφορίες της ψηφιακής εφαρμογής αλλά μου ήταν δύσκολο να τις τροποποιήσω. Έτσι η ψηφιακή εφαρμογή μπορεί να περνούσε το δεύτερο επίπεδο της διαδραστικότητας μέσα από αλληλεπίδραση που δημιουργούνταν μεταξύ εκθέματος και χρήστη χωρίς όμως να δίνει τη δυνατότητα τροποποίησης των πληροφοριών του εκθέματος από το μέρος του χρήστη έχοντας ως απώτερο στόχο τον προβληματισμό και την κατανόηση.

Οι γνώσεις που προβάλλει το συγκεκριμένο έκθεμα σε σχέση με την μουσική είναι πολύ εξειδικευμένες. Έτσι για να μπορέσει ο χρήστης να προχωρήσει στο τελευταίο στάδιο του εκπαιδευτικού λογισμικού και να το κατανοήσει σε βάθος θα πρέπει να είναι αρκετά καταρτισμένος και ενημερωμένος σε σχέση με την αρχαία ελληνική μουσική.



Εικόνα 40 Σημείο από το εκπαιδευτικό λογισμικό του εκθέματος

Σημαντικό ρόλο στην κατανόηση από μέρους μου των ήχων που έβγαιναν από την αναπαραγωγή γενών έπαιζαν τα όγδοα τα οποία πατούσα με το ποντίκι που βρίσκονταν στην αρχική σελίδα. Τα συγκεκριμένα όγδοα καθώς τα πατούσα αναπαριστούσαν ήχους από παραδείγματα γενών ξεχωριστά



Εικόνα 41 Παρουσίαση των γενών ξεχωριστά ως παραδείγματα

Μια δραστηριότητα στο εκπαιδευτικό λογισμικό θα αποτελούσε η τοποθέτηση των νότων με τη σειρά πάνω στη χορδή σε κάθε γένος. Οι δραστηριότητες θα μπορούσαν να έδιναν τη δυνατότητα στα παιδιά να τροποποιήσουν τα δεδομένα του εκπαιδευτικού λογισμικού. Επίσης ενδιαφέρον θα ήταν η ηχητική αναπαράσταση που αφορά τα γένη που ανακάλυψε ο κάθε μαθητής του Πυθαγόρα ξεχωριστά να βρίσκονταν στο σημείο του εκπαιδευτικού λογισμικού που αναφέρει πληροφορίες για τη ζωή και το έργο τους. Παρολ' αυτά όμως εάν το παιδί προχωρήσει την ψηφιακή εφαρμογή μπορεί να ακούσει στο τέλος τους ήχους που βγάζουν οι φθόγγοι που δημιουργούν το γένος κάθε μαθηματικού ξεχωριστά.

Σύμφωνα με όσα ειπώθηκε από μια μουσειοπαιδαγωγό, «τη συγκεκριμένη ψηφιακή εφαρμογή δεν την επιλέγουν να τη δείξουν και ούτε προτιμάνε κιόλας να την δείξουν».

*Ερευνήτρια: Αυτήν την ψηφιακή εφαρμογή που είναι εκεί και λέει με τις νότες που πάνε και αντιστοιχούν σε Μαθηματικές έννοιες όπως κλάσματα που έχει νότες και Μαθηματικά τη δείχνετε;*

*Θ: Όχι είναι κάτι που δεν το επιλέγουμε που δεν το προτιμάμε κιόλας και σίγουρα δεν το επιλέγω σε αυτό το θέμα να πω πράγματα συνήθως*



Επίσης όπως είπε άλλη μουσειοπαιδαγωγός της έκθεσης σε σχέση με τη μουσική κλίμακα και τα κλάσματα στην συγκεκριμένη ψηφιακή εφαρμογή είναι δύσκολο στα παιδιά να κατανοήσουν την συγκεκριμένη σχέση.

*Ερευνήτρια: Την κλίμακα την κατανοούν;*

*Κ.: Ναι*

*Ερευνήτρια: Τη σύνδεση της μουσικής κλίμακας με τα μαθηματικά;*

*Κ.: Κοίταξε να δεις εκεί τους ρωτάμε συνήθως αν κάποιος πάνε μουσική πως γράφανε στο βιβλίο για την μουσική που έχουνε*

*Ερευνήτρια: Το πεντάγραμμο*

*Κ.: Το πεντάγραμμο, ακριβώς. Οι περισσότεροι Ε' και Στ' Δημοτικού δεν κατανοούν τη μουσική κλίμακα σε σχέση με τα μαθηματικά και πιο συγκεκριμένα τα κλάσματα μόνο κάποιος που έχουν επαφή με την μουσική. Αλλά και εγώ σας λέω όταν έχω Ε' Στ' δεν τους λέω τα κλάσματα για να τους μπερδέψω τους λέω με πιο απλά λόγια γενικότερα άλλες έννοιες τώρα που δεν κατανοούν τα μικρότερα παιδιά σου λέω αποφεύγουμε να τα πηγαίνουμε στα εκθέματα που δεν ξέρουμε εκ των πραγμάτων ότι δεν θα κατανοήσουν κάποιες έννοιες*

Επίσης είπαν ότι τα παιδιά μπορούν να κατανοήσουν γνώσεις από τη συγκεκριμένη θεματική ενότητα Μουσική και Μαθηματικά και να πάρουν μια βασική ιδέα για το περιεχόμενο της χωρίς το συγκεκριμένο έκθεμα εφόσον παρουσιάζουν πιο πολύ τις καμπάνες και το μονόχορδο. Έτσι στις ερωτήσεις «εάν υπάρχουν συμβάντα στην συγκεκριμένη θεματική ενότητα «Μουσική και Μαθηματικά» που τα παιδιά δεν μπορούν να χειριστούν αυτά που δείχνετε» και «Η να μην συνεργάζονται ή να μην κατανοούν κάποιες έννοιες από αυτά που τους λέτε» απάντησε μια από τους μουσειοπαιδαγωγούς «όχι».

*Ερευνήτρια: : δείχνετε πιο πολύ τις καμπάνες και το μονόχορδο. Υπάρχουν συμβάντα στην συγκεκριμένη θεματική ενότητα «Μουσική και Μαθηματικά» που τα παιδιά δεν μπορούν να χειριστούν αυτά που δείχνετε;*

*Ανθή: Όχι*

*Ερευνήτρια: Η να μην συνεργάζονται ή να μην κατανοούν κάποιες έννοιες από αυτά που τους λέτε;*

*Ανθή: Όχι*

*Ερευνήτρια: Δηλαδή δεν δυσκολεύονται κάπου;*

*Ανθή: :*

Επίσης οι έννοιες που δυσκολεύονται τα παιδιά να κατανοήσουν στην θεματική ενότητα είναι, σύμφωνα με μια μουσειοπαιδαγωγό, οι ακόλουθες: χρόνος, αξίες, τέταρτα γενικά τη μουσική κλίμακα και την αρμονία

*Ερευνήτρια: Υπάρχουν διαφορετικές δραστηριότητες στην ψηφιακή εφαρμογή για κάθε θεματική ενότητα;*

*Λ: Αναλυτική επεξήγηση με δραστηριότητες για κάθε θεματική ενότητα*

*Ερευνήτρια: Σε πιο σημείο τα παιδιά τις περισσότερες φορές καταφέρουν να προχωρήσουν;*

*Λ: Όχι, τόσο πολύ*

*Ερευνήτρια: Τι έννοιες συνήθως δεν κατανοούσαν στην θεματική ενότητα «Μουσική και Μαθηματικά»;*

*Λ: Δεν κατανοούν συνήθως τις έννοιες χρόνος, μοίρασμα, αξίες, τέταρτα γενικά την μουσική κλίμακα και την αρμονία*

Παρολ' αυτά όμως θα μπορούσαν οι μουσειοπαιδαγωγοί να κάνουν χρήση του συγκεκριμένου εκθέματος μέσα από την παρουσίαση ορισμένων σημείων του εκπαιδευτικού λογισμικού όπως το σημείο που αναφέρει τους φθόγγους που υπήρχαν στην αρχαιότητα, στο σημείο που δείχνει τις εικόνες των μαθητών του Πυθαγόρα, και στο σημείο που λέει για την ζωή του κάθε μαθητή του Πυθαγόρα και τα γένη που ανακάλυψε. Ο παραλληλισμός και η συσχέτιση των φθόγγων που υπήρχαν στην αρχαιότητα με αυτούς που υπάρχουν σήμερα θα βοηθούσε στην καλύτερη κατανόηση τους

Επίσης η ψηφιακή εφαρμογή ανέφερε στοιχεία της μουσικής όπως νότες, μουσική κλίμακα που είναι οικίες περισσότερο σε παιδιά της Δ' Δημοτικού ή μεγαλύτερα λόγω των σχολικών εγχειριδίων όπως και σε παιδιά που είναι εξοικειωμένα σε σχέση με βασικές έννοιες της μουσικής μέσα από την εξωσχολική ενασχόληση τους με αυτήν.

#### 6.3.1.4 Βιωματική προσέγγιση της γνώσης

Η βιωματική προσέγγιση της γνώσης που μπορεί ορισμένες φορές να οδηγήσει στην μάθηση περιλαμβάνει πολλούς από τους προσανατολισμούς και τις απόψεις που ενυπάρχουν και στην συνεργατική μάθηση. Η συνεργασία των παιδιών στο συγκεκριμένο έκθεμα θα μπορούσε να περιοριστεί όχι μόνο στην λεκτική επικοινωνία αλλά και στην μη λεκτική. Στην μη λεκτική επικοινωνία περιλαμβάνονται και τύποι χειρονομιών εξαρτώμενοι από το μέγεθος μιας κατάστασης αλλά περιλαμβάνεται και η στάση του σώματος, τα προσωδιακά στοιχεία της φωνής, οι εκφράσεις του προσώπου και άλλες εντάσεις που το σώμα εκδηλώνει στα διάφορα τμήματα του (Πολεμικός & Κοντάκος, 2002).

Η βιωματική ενασχόληση μου στο συγκεκριμένο έκθεμα περιοριζόταν στην ακοή των ήχων διαφορετικών φθόγγων και γενών που είχα τη δυνατότητα να ακούσω από την ψηφιακή εφαρμογή. Ακόμα η ακοή των ήχων που βγάζουν οι νότες σε μια χορδή μέσα από το πάτημα των ογδών με το ποντίκι βοηθά στην καλύτερη κατανόηση των φθόγγων.



Εικόνα 42 Οθόνη η οποία αναφέρεται στο εκπαιδευτικό λογισμικό του εκθέματος

Επίσης σημαντικό ήταν και ότι μπορούσα να επιλέξω αλλά και να ελέγξω την σειρά που θα μου εμφανίζονταν οι πληροφορίες στο έκθεμα. Μπορούσα να επιλέξω ποιού έργο του Πυθαγόρα θα γνωρίσω και μέχρι ποιο σημείο Έτσι η μάθηση ήταν αυτοκαθοδηγούμενη αφού η πορεία στην πλοήγηση των πληροφοριών που έπαιρνα από την ψηφιακή εφαρμογή καθοριζόταν από μένα.

### 6.3.1.5 Συσχέτιση γνώσεων με άμεση εμπειρία χρήστη

Στο συγκεκριμένο έκθεμα ήρθα σε επαφή με έννοιες και γνώσεις της μουσικής μέσα από τις εμπειρίες που απόκτησα καθώς ασχολιόμουνα με το έκθεμα. Επίσης μου δόθηκε η δυνατότητα να γνωρίσω το έργο σημαντικών ανθρώπων και την συμβολή τους στη δημιουργία μουσική κλίμακας και φθόγγων στην αρχαιότητα. Σε γενικές γραμμές το εκπαιδευτικό λογισμικό μπορούσε να βοηθήσει τα παιδιά να πάρουν γνώσεις σε σχέση με την αρχαιότητα όπως τις νότες που ήταν γνωστές τότε οι οποίες είναι δύσκολο να βρουν σε σχολικά εγχειρίδια

Στο συγκεκριμένο έκθεμα διαπίστωνα ότι είναι εφικτή και η συνεργασία δύο ατόμων. Ακόμα σύμφωνα με όσα ανέφερε μια από τους μουσειοπαιδαγωγούς της έκθεσης απαντώντας στην ερώτηση «Μέχρι πόσα άτομα πιστεύεις ότι μπορούν να ασχοληθούν στα εκθέματα της συγκεκριμένης θεματικής ενότητας;» είπε ότι πιστεύω ότι μπορούν να ασχοληθούν «:δύο παιδιά για τον χειρισμό του Η/Υ και 10 με ξεναγό»

*Ερευνήτρια: Μέχρι πόσα άτομα πιστεύεις ότι μπορούν να ασχοληθούν στα εκθέματα της συγκεκριμένης θεματικής ενότητας;*

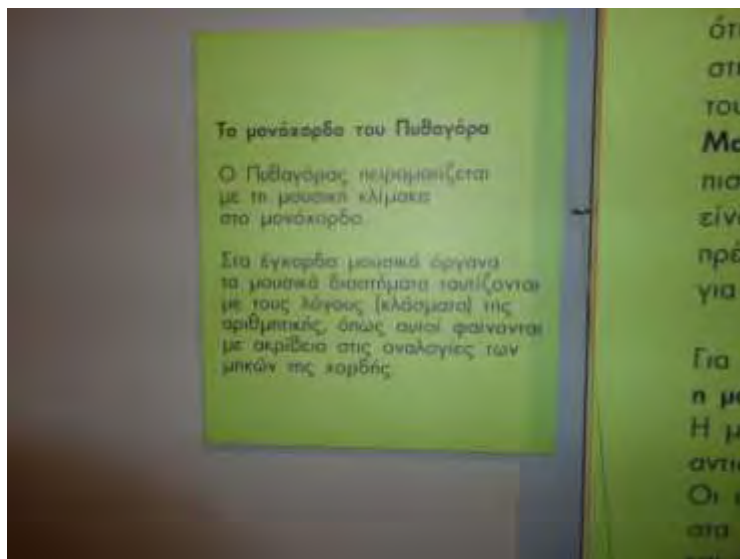
*Λ: :δύο παιδιά για τον χειρισμό του Η/Υ και 10 με ξεναγό*

Το εκπαιδευτικό λογισμικό που ήταν περισσότερο γνωστικού χαρακτήρα περιόριζε την βιωματική προσέγγιση της γνώσης από την μεριά του χρήστη στις κινήσεις που μπορούσε να πραγματοποιήσει με το ποντίκι. Οι δυσκολίες ως προς ότι αφορά την κατανόηση άρχισαν να εμφανίζονται σε μένα από την στιγμή που εμφανίστηκε στην οθόνη η αριθμητική και γεωμετρική σχέση κάθε γένους ξεχωριστά. Εν ολίγοις δυσκολεύτηκα να κατανοήσω τον τρόπο εύρεσης τους και εάν επηρεάζουν την αρμονική σχέση του κάθε γένους ξεχωριστά. Επιπρόσθετα ένας άλλος λόγος που με δυσκόλεψε ήταν ότι δεν υπήρχαν δραστηριότητες να επιτελέσει ο χρήστης κατά τη διάρκεια ενασχόλησης με το έκθεμα, όπως αναφέρω πιο πάνω. Παρολ' αυτά μου έδωσε τη δυνατότητα να εμβαθύνω τις γνώσεις μου σε ένα θέμα που δεν το είχα διερευνήσει.

### 6.3.2 Μονόχορδο του Πυθαγόρα

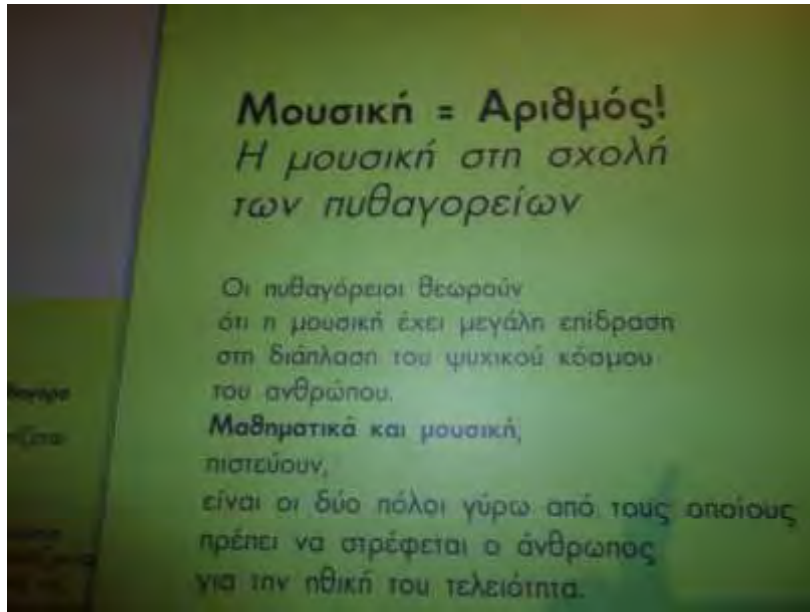
#### 6.3.2.1 Τρόποι αναπαράστασης της μουσικής

Το συγκεκριμένο έκθεμα αποτελείται από μια χορδή και ένα κινητό καβαλάρη τα οποία ήταν τοποθετημένα πάνω σε ένα ξύλινο κουτί. Οι μαθητές έπρεπε να ταλαντώσουν την χορδή αφού πρώτα είχαν μετακινήσει τον καβαλάρη. Τον καβαλάρη έπρεπε να τον μετακινήσουν σε συγκεκριμένα σημεία που ήταν σημαδεμένα στο ξύλινο κουτί.



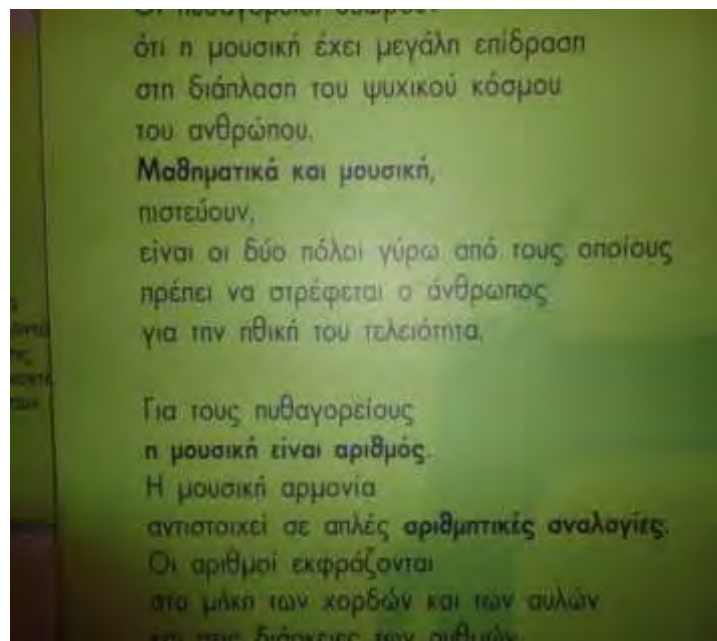
Εικόνα 43 Πινακίδα επεξήγησης πάνω από το έκθεμα

Πάνω από το συγκεκριμένο έκθεμα υπήρχε ένα κείμενο που εξηγούσε ότι το μονόχορδο βοήθησε στον καθορισμό των φθόγγων από τον Πυθαγόρα όπως και των διαστημάτων μεταξύ τους. Επίσης ένα άλλο κείμενο που βρισκόταν δίπλα του ανέφερε ότι οι αριθμοί καθόριζαν τα μήκη των χορδών που ήταν βασικά για την δημιουργία συγκεκριμένων μουσικών κλιμάκων και συνεπώς ρυθμών.

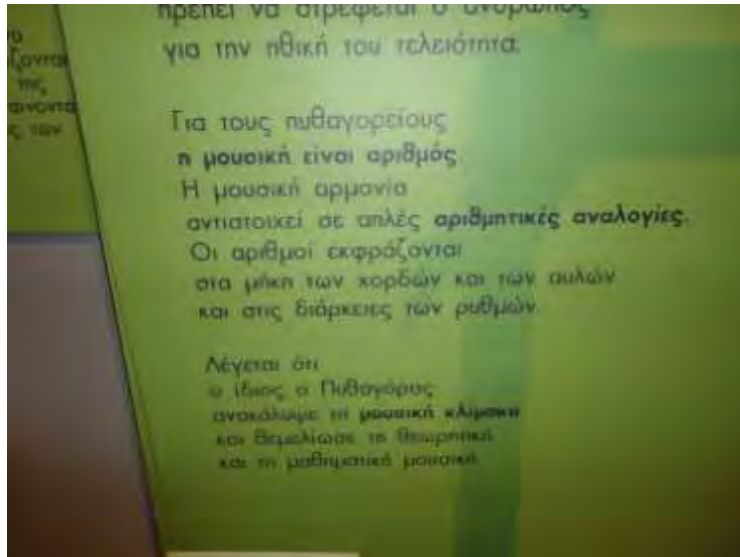


Εικόνα 44 Επισήμανση επεξήγησης πάνω από το μονόχορδο του Πυθαγόρα

Η μουσική αναπαριστάται στο συγκεκριμένο έκθεμα μέσα από τη δημιουργία φθόγγων και των διαστημάτων μεταξύ τους. Οι φθόγγοι ήταν σημαντικοί για την δημιουργία μιας μουσικής κλίμακας.



Εικόνα 45 Επισήμανση επεξήγησης πληροφοριών πάνω από το έκθεμα



Εικόνα 46 *Επισήμανση επεξήγησης πληροφοριών*

Επίσης η μουσική στο συγκεκριμένο έκθεμα εμφανίζεται και μέσα από την ταλάντωση της χορδής από τα παιδιά καθώς δημιουργούν τα διαστήματα μεταξύ των φθόγγων κινώντας τον καβαλάρη. Το μονόχορδο ονομάζεται και "Πυθαγόρειος κανών" γιατί απέδιδαν την εφεύρεσή του στον Πυθαγόρα.

Το μονόχορδο χρησιμοποιήθηκε στην αρχαιότητα για τον καθορισμό των μαθηματικών σχέσεων των μουσικών ήχων και φθόγγων. Ο μαθηματικός με τα πειράματά του, διαπίστωσε ότι αν διέκοπτε την παλμική κίνηση της χορδής σε διάφορα σημεία τότε η χορδή απέδιδε όλους τους φθόγγους-νότες (Παπαπαοικονόμου- Κηπουρού, 2007). Με τη χορδή «ανοιχτή» δηλαδή σε θέση να μπορεί να ταλαντώνεται όλο το μήκος της ο Πυθαγόρας έκρουσε και άκουσε ένα μουσικό τόνο. Για παράδειγμα, έπρεπε να χωρίσουν ακριβώς στη μέση τη χορδή, και όχι περίπου στη μέση, ώστε να έχουν το ευχάριστο ψυχικό συναίσθημα που απορρέει από έναν αρμονικό ήχο. Αν μειωθεί λοιπόν το μήκος μιας χορδής ακριβώς στο μισό, τότε ο ήχος που παράγεται είναι ακριβώς μία οκτάβα υψηλότερος. Αν μειωθεί το μήκος της χορδής κατά  $1/3$ , τότε τα  $2/3$  της χορδής που απομένουν δίνουν τη διαφορά της πέμπτης, δηλαδή από το ντο στο σολ. Κι αν μειωθεί το μήκος κατά  $1/4$ , τότε τα  $3/4$  που απομένουν δίνουν τη διαφορά της τετάρτης, δηλαδή από το ντο στο φα. Επίσης αφαιρώντας την τετάρτη από την πέμπτη βρήκαν τον τόνο  $8/9$  και αφαιρώντας το δίτονο από την τετάρτη  $3/4$  βρήκαν το πυθαγόρειο κόμμα ή

λήμμα. Ο Πυθαγόρας όταν μιλούσε για τη διαφορά τετάρτης και πέμπτης εννοούσε την μαθηματική πράξη της διαίρεσης μεταξύ  $2/3$  και  $3/4$  (Ferguson, 2009).

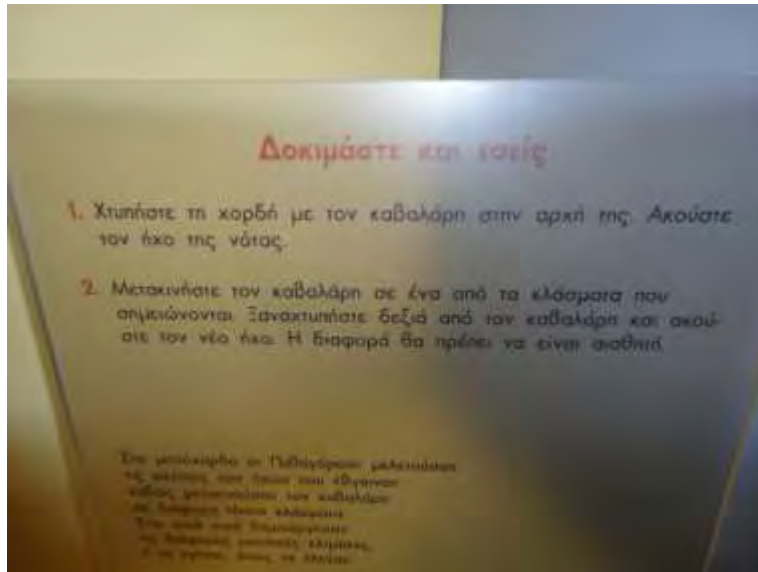
Τα μαθηματικά, λοιπόν, καθόριζαν το μήκος της χορδής σε κάθε διάστημα ώστε να παραχθούν οι φθόγγοι που έχουν συγκεκριμένες σχέσεις μεταξύ τους. Είναι ξεκάθαρο, λοιπόν, σ' αυτό το επίπεδο της παρατήρησης ότι μαθηματικές έννοιες παίζουν σημαντικό ρόλο στην δημιουργία μουσικής κλίμακας και φθόγγων. Έτσι το παραπάνω έκθεμα συνδέεται με τη μουσική όπως και με τις νότες που εμφανίζονταν στα αρχαία έγχορδα μουσικά όργανα ενώ ο καθορισμός των φθόγγων σε μια χορδή είναι σημαντικός από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα.

#### 6.3.2.2 Συσχετισμός μουσικής και μαθηματικών

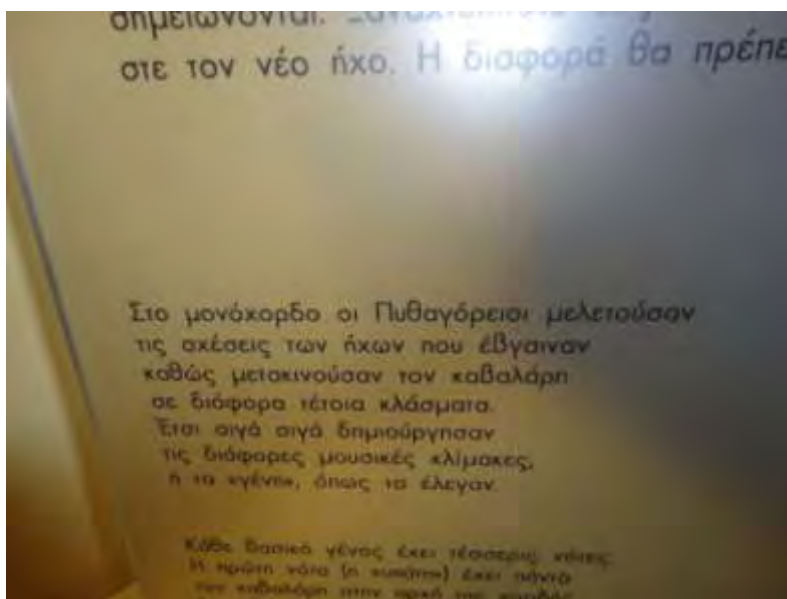
Η μουσική συνδεόταν με τα μαθηματικά άμεσα αφού οι αριθμοί και πιο συγκεκριμένα τα κλάσματα καθόριζαν τα μήκη χορδών που θα εμφανίζονταν σε μια μουσική αρμονία. Έτσι μέσα από την υποδιαίρεση της χορδής σε ανάλογα μέρη δημιουργούνται νότες που είναι βασικές στην μουσική κλίμακα. Τα μαθηματικά έπαιζαν σπουδαίο ρόλο και πιο συγκεκριμένα τα κλάσματα με βάση τα οποία τα παιδιά αποφάσιζαν να χωρίσουν τη χορδή. Επίσης κάθε διάστημα έβγαζε και διαφορετικό ήχο.

Σύμφωνα με οδηγίες που δίνονταν στα παιδιά έπρεπε να ταλαντώσουν την χορδή χωρίς να μετακινήσουν τον καβαλάρη και να ακούσουν τον ήχο. Ύστερα μετακινούσαν τον καβαλάρη σε συγκεκριμένα σημεία της χορδής όπου ήταν σημειωμένα δίπλα τους κλάσματα. Μετά έπρεπε να ακούσουν τον διαφορετικό ήχο που θα έβγαине από την ταλάντωση της χορδής στο δεξιό μέρος του καβαλάρη μέσα από τη δημιουργία του νέου διαστήματος. Έτσι τα μαθηματικά και τα κλάσματα κάνουν εμφανή την παρουσία τους στο πως θα χώριζαν τη χορδή οι μαθητές, τι ήχους θα άκουγαν και πως μέσα από συγκεκριμένες μαθηματικές αναλογίες θα έχτιζαν συγκεκριμένες μουσικές κλίμακες.

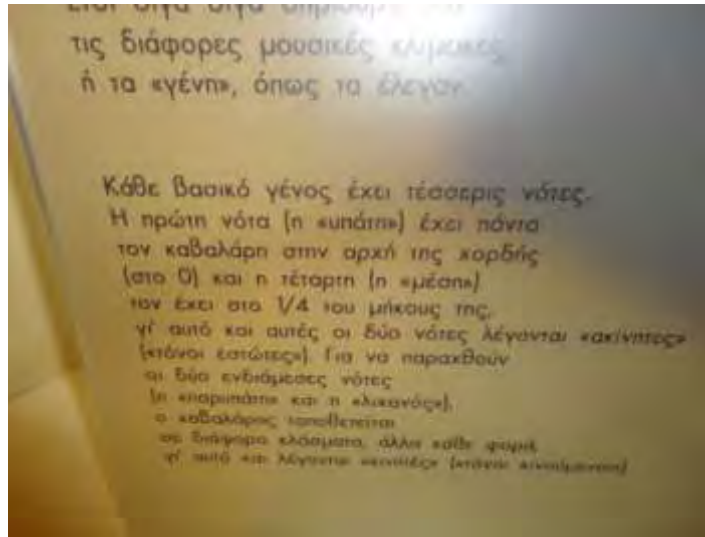




Εικόνα 47 Επισήμανση επεξήγησης δραστηριοτήτων στο έκθεμα



Εικόνα 48 Επισήμανση επεξήγησης δραστηριοτήτων



Εικόνα 49 Επισήμανση επεξήγησης δραστηριοτήτων

### 6.3.2.3 Διάδραση μεταξύ χρήστη και έκθεμα

Στο συγκεκριμένο έκθεμα ο χρήστης μπορούσε να δράσει πάνω στο έκθεμα αλλά και να τροποποιήσει τους ήχους που έβγαζε ταλαντώνοντας την χορδή καθώς κινούσε τον καθαλήρι ώστε να οδηγηθεί σε συμπεράσματα.



Εικόνα 50 Το μονόχορδο του Πυθαγόρα

Η απεικόνιση των κλασμάτων πάνω στο μονόχορδο του Πυθαγόρα και η κίνηση του καβαλάρη τους στην χορδή με διευκόλυνε ώστε να κατανοήσω πιο εύκολα την σχέση της μουσικής κλίμακας με τα κλάσματα. Επιπρόσθετα οι πειραματισμοί μέσα από την ταλάντωση της χορδής μου έδινε τη δυνατότητα να κατανοήσω τους διαφορετικούς ήχους που έβγαζαν τα διαφορετικά μήκη χορδής παρατηρώντας και τα κλάσματα που ήταν σημαδεμένα στο ξύλινο κουτί. Ακόμα εφικτή ήταν και η ποικιλία αποκρίσεων αφού ο κάθε χρήστης μπορούσε να βγάλει διαφορετικούς ήχους από την χορδή. Επίσης μέσα από την ενασχόληση μου με το έκθεμα μπορούσα να αναπτύξω την ικανότητα να ασκηθώ σε λεπτούς και αδρούς χειρισμούς, να αναπτύξω και να εξάγω συμπεράσματα μέσα από την σύγκριση των διαφορετικών ήχων που μπορεί να βγάζουν τα διαφορετικά μήκη χορδών και να μάθω για το έργο του Πυθαγόρα στην αρχαία ελληνική μουσική.

#### 6.3.2.4 Βιωματική προσέγγιση της γνώσης

Σύμφωνα με την ενασχόληση μου με το έκθεμα ο πειραματισμός που μπορούσα να πραγματοποιήσω αφορούσε την κίνηση του καβαλάρη σε διάφορα σημεία και την ταλάντωση της χορδής στα διαστήματα που δημιουργούνταν μεταξύ των σημείων. Η παραπάνω διαδικασία με οδήγησε να συγκρίνω τους διαφορετικούς ήχους που έβγαιναν από την ταλάντωση της χορδής και να οδηγηθώ σε συμπεράσματα. Η βιωματική μάθηση, λοιπόν, σχετιζόταν με τους πειραματισμούς που πραγματοποιούσε ο χρήστης στην χορδή του εκθέματος. Προλ' αυτά θα μπορούσε να επεκταθεί εάν οι επισκέπτες δημιουργούσαν ένα παραπλήσιο όργανο παρόμοιο με το μονόχορδο του Πυθαγόρα, σε εργαστήρια.

Όσο αφορά την συνεργατική μάθηση, μέσα από την ενασχόληση μου με το συγκεκριμένο έκθεμα, θα μπορούσε να μου δοθεί η δυνατότητα συνεργασίας από το μέρος μου με άλλο χρήστη. Ο ένας χρήστης θα μπορούσε να δείχνει στον άλλο που να μετακινήσει το καβαλάρη και ύστερα ένας από τους δύο χρήστες του εκθέματος θα μπορούσε να ταλαντώσει την χορδή ώστε να καλλιεργηθεί η μη λεκτική επικοινωνία μεταξύ τους.

Το μονόχορδο του Πυθαγόρα μπορεί να έχει τις ρίζες του στην αρχαιότητα αλλά μπορεί να συσχετιστεί και με τα πατήματα που πραγματοποιεί ο κιθαρίστας στα

τάστα της κιθάρας του για να βγούνε οι νότες. Μέσα από την ταλάντωση της χορδής ο χρήστης μπορούσε να οδηγηθεί στην κατανόηση βασικών εννοιών σε σχέση με την μουσική και είχε τη δυνατότητα να συνειδητοποιήσει την σημασία των μαθηματικών και πιο συγκεκριμένα της αριθμητικής στην δημιουργία μιας μουσικής κλίμακας που αποτελείται από φθόγγους. Η συγκεκριμένη διαίρεση της χορδής σε ανάλογα μέρη για τη δημιουργία φθόγγων αποτελούσε βασικό κομμάτι της οργανικής μουσικής τόσο στην αρχαιότητα όσο και σήμερα.

#### 6.3.2.5 Συσχέτιση γνώσεων με άμεση εμπειρία του χρήστη

Σύμφωνα με την εμπειρία μου στο έκθεμα εξερεύνησα το περιβάλλον μέσα από τον πειραματισμό στο μονόχορδο του Πυθαγόρα και τους συσχετισμούς που πραγματοποιούσα μεταξύ των πληροφοριών που εκλάμβαναν από τα κείμενα και των ενεργειών από μέρος μου που γινόντουσαν στο μονόχορδο. Άκουγα τους διαφορετικούς ήχους από τα διαστήματα που δημιουργούσα, παρατηρούσα τα μήκη της χορδής καθώς μετακινούσα τον καβαλάρη, αλλά σημεία όπου θα μπορούσα να σταματήσω, ίσως θα έπρεπε να ήταν πιο έντονα σημειωμένα πάνω στο ξύλινο κουτί ώστε να οδηγηθώ σε συμπεράσματα.

Ακόμα το έκθεμα έδινε τη δυνατότητα συσχέτισης από το μέρος των χρηστών της μουσική κλίμακας και των αριθμών ενώ μπορούσαν οι χρήστες να κατανοήσουν πόσο σημαντικά είναι τα μαθηματικά όχι μόνο στις θετικές επιστήμες και στις καλές τέχνες.

Επιπρόσθετα ο χρήστης του εκθέματος μπορούσε να συνειδητοποιήσει μέσα από την παρατήρηση των κειμένων που συνόδευαν το έκθεμα ότι στην αρχαιότητα η μουσική έπαιζε σημαντικό ρόλο στην καθημερινότητα και συνδέονταν άμεσα με τα μαθηματικά και την φιλοσοφία. Ακόμα όπως αναφέρεται και στο κείμενο πάνω από το έκθεμα η μουσική και τα μαθηματικά είναι δύο πολλοί που επηρεάζουν την ηθική τελειότητα του ανθρώπου εφόσον η μουσική επιδρά και στον ψυχικό κόσμο του ανθρώπου. Έτσι σημαντική είναι η Πυθαγόρεια ανακάλυψη «πώς όλα τα γνωστά πράγματα έχουν αριθμό διότι χωρίς αυτόν τίποτα δεν μπορεί να γίνει αντικείμενο στοχασμού και γνώσης» (Ferguson, 2009: 109).

Συμπερασματικά ο χρήστης του εκθέματος μπορούσε να εξοικειωθεί με τους φθόγγους που υπήρχαν στην αρχαιότητα, τα διαστήματα, το ρόλο που παίζουν κλάσματα στη δημιουργία διαστημάτων μεταξύ των φθόγγων, τα γένη, τον κινητό καβαλάρη και να γνωρίσουν το έργο του Πυθαγόρα στη μουσική.

### **6.3.3. Γλάστρες**

#### 6.3.3.1 Τρόποι αναπαράστασης της μουσικής

Το επόμενο έκθεμα ήταν τρεις γλάστρες διαφορετικού μεγέθους που έπρεπε να χτυπήσουν τα παιδιά με ένα πλαστικό ραβδί. Τα πλαστικά ραβδιά ήταν τοποθετημένα κάτω από τις γλάστρες μέσα σε ένα μικρό πλαστικό δοχείο. Τα παιδιά έπρεπε να χτυπήσουν τις γλάστρες, καμπάνες, ξεχωριστά σε διάφορα σημεία ώστε να ακούσουν τους διαφορετικούς ήχους που έβγαζαν καθώς τις χτυπούσαν.



Εικόνα 51 Πλαστικά ραβδιά δίπλα από τις γλάστρες



Εικόνα 52 Μια από τις γλάστρες



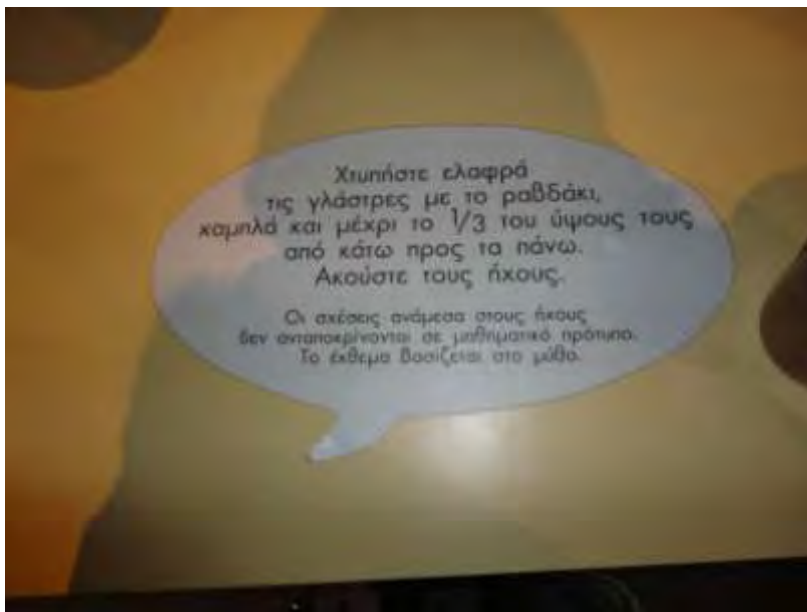
Εικόνα 53 Το έκθεμα «οι γλάστρες»

Επίσης τα παιδιά με βάση την παραπάνω διαδικασία είχαν τη δυνατότητα να βγάλουν διάφορους ήχους εάν συνδύαζαν τα χτυπήματα σε μια καμπάνα μεταξύ τους αλλά και τα χτυπήματα από δυο καμπάνες μεταξύ τους με αργό ή γρήγορο ρυθμό.

Η μουσική στο συγκεκριμένο έκθεμα αναπαριστάται μέσα από τους ήχους που μπορεί να βγάλει ο χρήστης του εκθέματος χτυπώντας την γλάστρα σε διάφορα σημεία με το πλαστικό ραβδί.

### 6.3.3.2 Συσχέτιση μαθηματικών και μουσικής

Τα μαθηματικά γίνονται εμφανή μέσα από τα κλάσματα και πιο συγκεκριμένα το  $\frac{1}{3}$  ενώ το χτύπημα από το μέρος των παιδιών σε διάφορα σημεία της καμπάνας άρα και σε διαφορετικά ύψη οδηγεί και σε διαφορετικούς ήχους.



Εικόνα 54 Γραπτή αναφορά επεξήγησης δραστηριοτήτων

Σημαντικός παράγοντας που καθορίζει τη διαφορά των ήχων που ακούγονται όταν το παιδί χτυπάει σημεία της καμπάνας είναι ο αέρας που βρίσκεται μέσα στην γλάστρα. Σύμφωνα με τις πληροφορίες που παρατίθενται στο έκθεμα η κατανομή του αέρα ανάμεσα στα σημεία της γλάστρας που χτυπά το παιδί ώστε να ακουστούν οι ήχοι δεν ανταποκρίνονται σε ένα συγκεκριμένο μαθηματικό πρότυπο.

Επίσης το μέγεθος της γλάστρας είναι ένα άλλο φυσικό μέγεθος που επηρεάζει τους ήχους που βγάζουν τα παιδιά καθώς χτυπούν τις γλάστρες. Οι καμπάνες που έπρεπε να χτυπήσουν τα παιδιά είχαν διαφορετικό μέγεθος αρχίζοντας από τη μεγαλύτερη και καταλήγοντας στη μικρότερη.

Τα μαθηματικά και πιο συγκεκριμένα τα κλάσματα επηρεάζουν του ήχους που ακούγονται από την καμπάνα. Επίσης το μέγεθος της καμπάνας συσχετίζεται με τη μουσική και πιο συγκεκριμένα τους ήχους καθώς αναπαράγονται από τα χτυπήματα του χρήστη του εκθέματος στη γλάστρα με το πλαστικό ραβδί.

### 6.3.3.3 Διάδραση μεταξύ εκθέματος και χρήστη

Σύμφωνα με την ενασχόληση μου με το έκθεμα δεν υπήρχε κάποια καθοδήγηση στην επιλογή των σημείων με βάση τα οποία ο χρήστης του εκθέματος θα χτυπήσει την γλάστρα. Έτσι το πιο πιθανόν ήταν ότι η επιλογή των σημείων από το μέρος του χρήστη με βάση τα οποία θα χτυπήσει την γλάστρα να ήταν τυχαία.



*Εικόνα 55 Γλάστρα από το έκθεμα*

Σημαντικός παράγοντας στην κατανόηση των διαφορετικών ήχων θα μπορούσε να παίξει το βίωμα του χρήστη και η διάδραση που πραγματοποιούνταν μεταξύ του εκθέματος και του χρήστη όπως συνέβη και στη δική μου περίπτωση. Το έκθεμα προσέφερε τη δυνατότητα ανακάλυψης πληροφοριών και γνώσεων μέσα από τον πειραματισμό, τη δράση πάνω στις γλάστρες χτυπώντας τις σε διάφορα σημεία ώστε ο χρήστης να οδηγηθεί σε μια ποικιλία συμπερασμάτων και αποκρίσεων σε σχέση με τη δραστηριότητα που έπρεπε να διεκπεραιώσει. Έτσι η διαδραστικότητα προχωρούσε στο τρίτο επίπεδο, εφόσον ο χρήστης μπορούσε να οδηγηθεί όχι μόνο στην δημιουργία ήχων αλλά και στην τροποποίηση τους.

### 6.3.3.4 Βιωματική προσέγγιση της γνώσης

Σύμφωνα με την ενασχόληση μου με τις γλάστρες πραγματοποιήθηκε βιωματική προσέγγιση της γνώσης και συνεπώς μάθηση εφόσον έμαθα και κατανόησα τις γνώσεις που αναφέρονταν στο κείμενο που βρίσκονταν κοντά στο έκθεμα μέσα από τον πειραματισμό καθώς τις χτυπούσα. Το έκθεμα προσέφερε τη



δυνατότητα βιωματικής προσέγγισης της γνώσης σε κάθε χρήστη του εκθέματος όπως συνέβη και σε μένα.

Ένας τρόπος σύμφωνα με όσα είπε η Ζ. που παρουσίαζε τις γλάστρες στα μικρά παιδιά ήταν «τώρα στα μικρά που με ρωτάς εσύ τους λέμε κλείστε τα μάτια σας τι παρατηρείται είναι διαφορετικός ο ήχος που βγαίνει από την μικρότερη καμπάνα και την μεγαλύτερη γιατί αλλάζει το μέγεθος κάπως έτσι τους λέμε»

*Ερευνήτρια: Τώρα μιλάμε για την ενότητα Μουσική και Μαθηματικά*

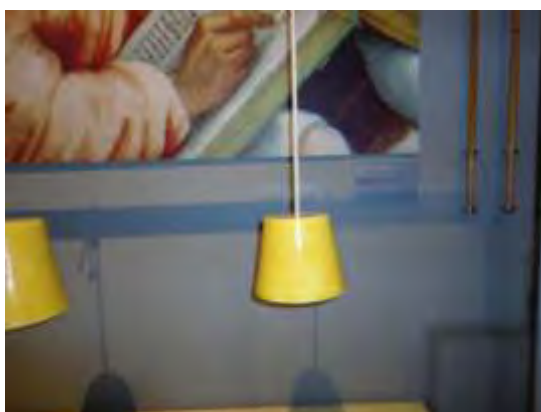
*Ζ: : (1) για την Μουσική και Μαθηματικά συγγνώμη Μουσική και Μαθηματικά κάτι που δεν καταλαβαίνουν Τις καμπάνες εγώ τους πάω συγκεκριμένα το καταλαβαίνουν Ουσιαστικά δεν τους πηγαίνω τόσο να εμβαθύνουνε κλάσματα κατάλαβες είναι ο τρόπος είναι ο τρόπος που το δείχνεις σε αυτές τις ηλικίες απλά χτυπάμε την καμπάνα και βλέπουμε ότι υπάρχει διαφορετικός ήχος ανάλογα με το μέγεθος*

*Ερευνήτρια: Δεν τους εξηγείς κλάσματα και αυτά;*

*Ζ: Όχι κλάσματα σε πιο μεγάλες ηλικίες*

*Ερευνήτρια: Ε' Στ*

*Ζ: Ναι Ε' Στ' Δηλαδή τώρα στα μικρά που με ρωτάς εσύ τους λέμε κλείστε τα μάτια σας τι παρατηρείται είναι διαφορετικός ο ήχος που βγαίνει από την μικρότερη καμπάνα και την μεγαλύτερη γιατί αλλάζει το μέγεθος κάπως έτσι τους λέμε*



Εικόνα 56 Μια από τις καμπάνες του εκθέματος

Οι γνώσεις που είχα τη δυνατότητα να αποκτήσω μέσα από τον πειραματισμό μπορούσαν να συνδεθούν με προηγούμενες παρόμοιες έννοιες ή εμπειρίες όπου στην προκειμένη περίπτωση είναι η ακοή του ήχου από μια καμπάνα ή οι διαφορετικοί ήχοι που μπορεί να βγάλει ένα ποτήρι όταν το χτυπάω σε διάφορα σημεία. Μέσα από τους πειραματισμούς μου με τους χτύπους σε διαφορετικά

σημεία της καμπάνας είχα την δυνατότητα παρατήρησης ότι όσο πιο δυνατός ή χαμηλός θα είναι ο ήχος εξαρτάται από το μέγεθος της γλάστρας και από το σημείο που θα την χτυπήσω.

Ο πειραματισμός με διάφορα αντικείμενα μπορεί να δώσει την ευκαιρία ανακάλυψης σχέσεων σε σχέση με τους διαφορετικούς ήχους που ακούγονται χτυπώντας τα σε διαφορετικά σημεία. Επίσης σε ερωτήσεις «τι τους προκαλεί εντύπωση στα εκθέματα ως πούμε τι βλέπετε ότι τους ελκύει περισσότερο στα εκθέματα» απάντησε μια μουσειοπαιδαγωγός «Και μόνο που είναι μουσικά όργανα και βλέπουν ότι είναι τόσο απλά φτιαγμένα και δεν είναι κάτι σαν αυτά που έχουν συνηθίσει πιάνο, κιθάρα και τέτοια : αυτό και μόνο τους εντυπωσιάζει» και «ότι μόνο με 5 δοχεία κάτι τόσο απλό που μπορούν να πάρουν από το σπίτι τους ή οτιδήποτε μπορούν να βγάλουν μουσική και ο τρόπος με τον οποίο αυτός συνδέεται με τα Μαθηματικά είναι κάτι που πολλά παιδιά δε το έχουν σκεφτεί ποτέ».

*Ερευνήτρια:: και τι τους προκαλεί εντύπωση στα εκθέματα; Ας πούμε τι βλέπετε ότι τους ελκύει περισσότερο στα εκθέματα;*

*Λ: Για τα συγκεκριμένα*

*Ερευνήτρια: Ναι*

*Λ: Και μόνο που είναι μουσικά όργανα και βλέπουν ότι είναι τόσο απλά φτιαγμένα και δεν είναι κάτι σαν αυτά που έχουν συνηθίσει πιάνο, κιθάρα και τέτοια : αυτό και μόνο τους εντυπωσιάζει*

*Ερευνήτρια: Ότι είναι κάτι απλό*

*Λ: Ότι μόνο με 5 δοχεία κάτι τόσο απλό που μπορούν να πάρουν από το σπίτι τους ή οτιδήποτε μπορούν να βγάλουν μουσική και ο τρόπος με τον οποίο αυτός συνδέεται με τα Μαθηματικά είναι κάτι που πολλά παιδιά δε το έχουν σκεφτεί ποτέ*

Επίσης στόχοι που μπορούν να επιτευχθούν στην συγκεκριμένη θεματική ενότητα Μουσική και Μαθηματικά στην οποία συμπεριλαμβάνονται οι καμπάνες είναι «να κατανοήσουν ότι τα μαθηματικά είναι παντού ακόμα και στην μουσική, πως χωράνε στην Μουσική, πως θα κατασκευάσεις ένα όργανο από απλά υλικά και πως θα παίξεις το συγκεκριμένο αυτοσχέδιο μουσικό όργανο»

*Ερευνήτρια: Ποιοι γνωστικοί τομείς συνδέονται με την ψηφιακή εφαρμογή που αφορά μουσική και μαθηματικά κλάσματα και νότες στην θεματική ενότητα Μουσική και Μαθηματικά;*

*Λ.: Με την συγκεκριμένη ψηφιακή εφαρμογή δεν ασχολούμαστε τόσο αλλά μπορώ να σου πω για την θεματική ενότητα Μουσικά και Μαθηματικά αν θες.*

*Ερευνήτρια: Ναι*

*Λ.: :λοιπόν είναι να κατανοήσουν ότι τα μαθηματικά είναι παντού ακόμα και στη μουσική, πως χωράνε στην Μουσική, πως θα κατασκευάσεις ένα όργανο από απλά υλικά και πως θα παίξεις το συγκεκριμένο αυτοσχέδιο μουσικό όργανο*

*Ερευνήτρια: Ποιους μαθησιακούς στόχους καλύπτει η συγκεκριμένη θεματική ενότητα;*

*Λ: Να δουν ότι τα μαθηματικά είναι παντού σε σχέση με τη μουσική*

*Ερευνήτρια: Όσο αφορά την έκθεση*

*Λ: Να δουν ότι τα μαθηματικά είναι παντού στην καθημερινή ζωή, πως χρησιμοποιούνται στην καθημερινή ζωή*

Επίσης τα παιδιά κατανόησαν εύκολα τις σχέσεις ήχου με μέγεθος καμπάνας όπως και μήκος χορδής με ήχο σύμφωνα με μια μουσειοπαιδαγωγό

*Ερευνήτρια: Έννοιες που πιστεύετε ότι κατανόησαν;*

*Λ.: : κατανόησαν σχέση ήχου με μέγεθος καμπάνας και με το μονόχορδο όπως και σχέση μεταξύ μεγέθους καμπάνας και μήκους χορδής με διαφορετικό ήχο*

#### 6.3.3.5 Συσχέτιση γνώσεων με άμεση εμπειρία χρήση

Σύμφωνα με την ενασχόληση μου με το έκθεμα πειραματίστηκα, σύγκρινα τους ήχους που αναπαρήγαγα χτυπώντας τις γλάστρες σε διάφορα σημεία και κατανόησαν όσα έγραφε το κείμενο πάνω στο τραπέζι και τις πληροφορίες που παρατίθενται.

Ακόμα οι γλάστρες έδιναν τη δυνατότητα στα παιδιά, όπως και σε μένα, να κατανοήσουν το διαφορετικό ηχόχρωμα των ήχων που βγαίνουν καθώς μπορούσαν να τις χτυπήσουν σε διαφορετικά σημεία. Επίσης μου έδωσε τη δυνατότητα να συσχετίσω το μέγεθος της καμπάνας με τον ήχο που θα μπορούσε να βγει από το χτύπημα.

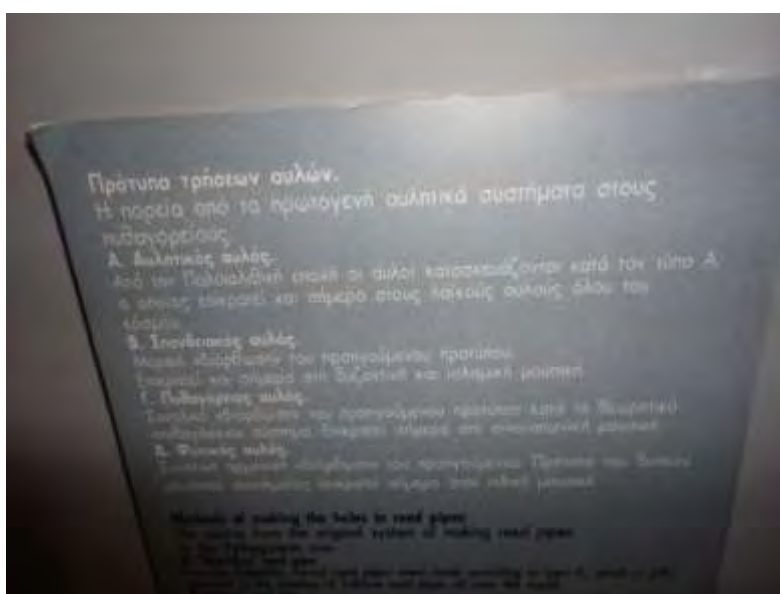
Το συγκεκριμένο έκθεμα προσέφερε τη δυνατότητα συνεργασίας μέσα από λεκτική επικοινωνία καθώς οι χρήστες του εκθέματος θα μπορούσαν να σχολιάσουν τους διαφορετικούς ήχους που θα ήταν εφικτό να αναπαράγουν από τα χτυπήματα στις καμπάνες σε σχέση με την ένταση τους και το ηχόχρωμα τους. Επίσης η μη λεκτική επικοινωνία θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί μέσα από το συνδυασμό των διαφορετικών ήχων που θα αναπαράγονταν από δύο άτομα όπως συνέβη και σε μένα με άλλο επισκέπτη της έκθεσης.

Επίσης η βιωματική ενασχόληση στην σύγκριση ήχων διαφορετικής έντασης και ηχοχρώματος χρησιμοποιώντας καθημερινά αντικείμενα όπως στις γλάστρες είναι εποικοδομητική και αναγκαία. Η βιωματική ενασχόληση μου έδωσε τη δυνατότητα σύγκρισης σχέσεων και κατηγοριοποίησης των συγκεκριμένων σχέσεων από μένα, όπως η κατηγοριοποίηση των σημείων στις γλάστρες που βγαίνουν χαμηλότεροι ήχοι σε σχέση με αυτά τα σημεία όπου βγαίνουν δυνατώτεροι ήχοι.

### 6.3.4 Αυλοί

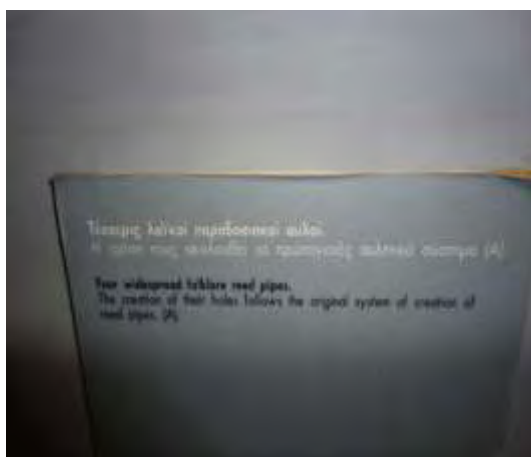
#### 6.3.4.1 Τρόποι αναπαράστασης της μουσικής

Το συγκεκριμένο έκθεμα παρουσίαζε οχτώ αυλούς διαφορετικού μήκους. Το κείμενο που υπήρχε δίπλα στο έκθεμα κατηγοριοποιούσε τους αυλούς σε τέσσερις κατηγορίες ανάλογα με την ιστορική εξέλιξη τους και τον τόπο προέλευσης της μουσικής που επικρατούνε.



Εικόνα 57 Γραπτή αναφορά παράθεσης πληροφοριών για τους αυλούς

Χώριζε τους αυλούς σε αυλητικούς, σπονδειακούς, πυθαγόρειους και φυσικούς.



Εικόνα 58 Γραπτή αναφορά παράθεσης πληροφοριών

Η μουσική αναπαριστάται στο συγκεκριμένο έκθεμα μέσα από την παρουσίαση μουσικών οργάνων και πιο συγκεκριμένα των αυλών. Βασικά στοιχεία της μουσικής όπως οι φθόγγοι μπορούν να συσχετιστούν με την παρουσίαση των αυλών καθώς το έκθεμα προσφέρει τη δυνατότητα παρατήρησης του μήκους κάθε αυλού σε σχέση με του φθόγγους που μπορεί να παράγει.

#### 6.3.4.2 Συσχέτιση μαθηματικών και μουσικής

Τα διαφορετικά μήκη αυλών επιτρέπουν την παραγωγή φθόγγων με διαφορετικό τονικό ύψος επηρεάζοντας ταυτόχρονα την ένταση και το ηχόχρωμα. Όταν ο οργανοπαίχτης κλείνει συγκεκριμένες τρύπες οδηγείται στη δημιουργία ενός φθόγου. Η αλλαγή των τρυπών που θα κλείσει ο οργανοπαίχτης οδηγεί στη παραγωγή φθόγγων της μουσικής κλίμακας. Τα μαθηματικά και η μουσική κάνουν άμεση την παρουσία τους στο συγκεκριμένο έκθεμα και σχετίζονται μεταξύ τους με την εμφάνιση σχέσεων μήκους αυλού και διαφορετικών ήχων, φθόγγων. Στο συγκεκριμένο έκθεμα η σχέση μαθηματικών και μουσικής είναι έκδηλη καθώς υπάρχει άμεση σχέση ανάμεσα στο μήκος του αυλού, στα σημεία διάνοιξης των οπών και στην παραγωγή φθόγγων με διαφορετικό τονικό ύψος. Οι αυλοί ήταν τοποθετημένοι σε σημείο όπου τα παιδιά ήταν δύσκολο να τους αγγίξουν και να ασχοληθούν βιωματικά με αυτούς. Παρόλα αυτά υπήρχε κείμενο κάτω από τους αυλούς όπου τα παιδιά μπορούσαν να το διαβάσουν, να το παρατηρήσουν και να γνωρίσουν σημαντικά στοιχεία σε σχέση με τους αυλούς.

Θα μπορούσε για να καλλιεργηθεί περισσότερο η διαδραστικότητα μεταξύ παιδιών και εκθεμάτων όπως και η βιωματική ενασχόληση τους εάν υπήρχε ένα εκπαιδευτικό λογισμικό που να παρουσίαζε πληροφορίες σε σχέση με τους φθόγγους των αυλών αλλά και τους ήχους που βγάζουν. Επιπρόσθετα θα μπορούσαν να υπάρχουν δραστηριότητες όπου τα παιδιά θα έπρεπε να συσχετίσουν τους φθόγγους των αυλών και τους ήχους που βγάζουν οι συγκεκριμένοι φθόγγοι μέσα από ένα λαβύρινθο. Ακόμα, θα μπορούσε μια δραστηριότητα του εκπαιδευτικού λογισμικού να τους οδηγήσει στο να κλείσουν συγκεκριμένες τρύπες ώστε να ακουστεί ένας φθόγγος. Ακόμα θα μπορούσαν να κατηγοριοποιούν τους αυλούς ανάλογα με τα μήκη τους ή να συσχετίσουν τα διαφορετικά μήκη αυλών με τους ήχους που βγάζουν οι αυλοί έχοντας κλειστές όλες τις τρύπες. Έτσι τα παιδιά ακούγοντας την ίδια νότα από τους δύο αυλούς διαφορετικού μήκους θα μπορούσαν να συσχετίσουν τα μήκη με τον ήχο που βγάζουν οι αυλοί, χρησιμοποιώντας και απομιμήσεις αυλών.

#### 6.3.4.3 Διάδραση χρήστη με έκθεμα

Η διαδραστικότητα στα συγκεκριμένα εκθέματα δεν είναι εμφανής εφόσον τα παιδιά δεν είχαν τη δυνατότητα να δράσουν με τα χειροπιαστά αντικείμενα που προτίθενται. Τα παιδιά μπορούσαν να επεξεργαστούν τις πληροφορίες σε σχέση με τους αυλούς που παρουσιάζονταν στο κείμενο. Όμως δεν μπορούσαν να επεξεργαστούν τους ίδιους τους αυλούς αφού τους ήταν εφικτό στο σημείο που βρίσκονταν να τους παρατηρήσουν μόνο.

Επιπρόσθετα κατανόησα την σημασία των μαθηματικών και στη μουσική και παρατήρησα πως εμφανίζονται μέσα από αυτήν από την προσωπική μου εμπειρία. Έτσι ανακάλυψα σχέσεις μαθηματικών και μουσικής και συνειδητοποίησα την σημασία των μαθηματικών στην καθημερινή ζωή μέσα από την εμφάνιση της μουσικής στην καθημερινότητα των ανθρώπων. Επιπρόσθετα μέσα από το κείμενο είχαν τη δυνατότητα να συλλέξω στοιχεία, να τα συγκρίνω μεταξύ τους και να οδηγηθώ σε συμπεράσματα.

#### 6.3.4.4 Βιωματική προσέγγιση της γνώσης

Η βιωματική ενασχόληση των παιδιών στα συγκεκριμένα εκθέματα δεν ήταν τόσο εμφανής. Σημαντικό θα ήταν για να καλλιεργηθεί η βιωματική ενασχόληση, η απομίμηση των συγκεκριμένων αυλών ώστε τα παιδιά να μπορούν να ασχοληθούν με αυτούς και να πειραματιστούν με αυτούς.



Εικόνα 59 Το έκθεμα «οι αυλοί»

Επίσης θα μπορούσαν να κατασκευάσουν αυτοσχέδια μουσικά όργανα που μοιάζουν με αυλούς όπως η νουνούρα. Τα παιδιά θα έπαιρναν ένα έτοιμο κομμάτι από καλάμι όπου στη μέση του θα πρέπει να ανοίξουν μια τρύπα. Ύστερα θα έκλειναν το ένα μέρος του αυτοσχέδιου μουσικού οργάνου με ένα κομμάτι από πλαστική σακούλα. Θα μπορούσαν να πραγματοποιήσουν την παραπάνω δραστηριότητα με διαφορετικά μήκη καλάμιών ώστε να συγκρίνουν τους ήχους που αναπαράγανε. Οι αυλοί μπορούν να δημιουργήσουν ενδιαφέρον μέσα από την παρατήρηση τους αλλά η μη βιωματική ενασχόληση με αυτούς δεν δίνει τη δυνατότητα επέκτασης ενδιαφέροντος που θα μπορούσε να καλλιεργηθεί.

Παρολ' αυτά τα κείμενα μπορούσαν να δώσουν τη δυνατότητα λεκτική επικοινωνίας μεταξύ των ατόμων που παρατηρούσαν τους αυλούς. Σημαντική ήταν και η συσχέτιση του κειμένου που ανέφερε ότι οι αριθμοί εκφράζονται στα μήκη των αυλών με το έκθεμα. Μέσα από τον συγκεκριμένο συσχετισμό τα άτομα που

παρατηρούν το έκθεμα μπορούν να οδηγηθούν σε συμπεράσματα όπως ότι οι διαφορετικοί αυλοί και τα μήκη τους μπορούν να οδηγήσουν σε ήχους με διαφορετικό ηχόχρωμα, όπως συνέβη και σε μένα.

#### 6.3.4.5 Συσχέτιση γνώσεων με την άμεση εμπειρία του χρήστη

Η παρατήρηση των αυλών και των κειμένων που επεξηγούσαν συγκεκριμένα στοιχεία και πληροφορίες μου καλλιεργούσαν το ενδιαφέρον σε σχέση με τα αρχαία μουσικά όργανα, τα μήκη των αυλών που μπορούν επηρεάσουν την αναπαραγωγή ήχων με διαφορετικό ηχόχρωμα όπως και τη συσχέτιση των αριθμών με την μουσική. Όλα τα παραπάνω είχα τη δυνατότητα να τα ανακαλύψω εξερευνώντας το περιβάλλον γύρω μου μέσα από τα κείμενα, συζητώντας με άλλους μαζί με τους οποίους είχαν επισκεφτεί τον χώρο της έκθεσης «Υπάρχει σε όλα λύση; Ταξίδι στον Κόσμο των Αρχαίων Ελληνικών Μαθηματικών» και ανακαλώντας συγκεκριμένες εμπειρίες σε σχέση με την ενασχόληση μου με πνευστά μουσικά όργανα.

Σε γενικές γραμμές η παρατήρηση μπορεί να οδηγήσει στην γνώση κάποιων εννοιών που μέσα από την εμπειρία μπορούν να κατανοηθούν πιο εύκολα. Όμως το έκθεμα έδινε τη δυνατότητα κατανόησης των κειμένων και την συσχέτιση μεταξύ τους.

Παρολ' αυτά η βιωματική ενασχόληση θα βοηθούσε να εμπεδωθούν πιο εύκολα γνώσεις δίνοντας τη δυνατότητα εξοικείωσης περισσότερο με τις έννοιες που γίνονταν εμφανείς στα κείμενα. Ακόμα οι συγκεκριμένοι αυλοί μέσα από την παρατήρηση του κειμένου που συνόδευε το έκθεμα μπορούσαν να συσχετιστούν με την μουσική όχι μόνο στην αρχαία εποχή αλλά και στην βυζαντινή όπως μπορούσαν να συσχετιστούν και με την ισλαμική μουσική.

Επιπρόσθετα μέσα από τη συσχέτιση των μαθηματικών με την μουσική ανακάλυψα πόσο σημαντικά είναι τα μαθηματικά στην καθημερινή ζωή στην αρχαιότητα. Επίσης σύμφωνα με όσα είπε η Λ., μουσειοπαιδαγωγός της έκθεσης ένας στόχος που μπορεί να επιτευχτεί είναι «να δουν ότι τα μαθηματικά είναι παντού στην καθημερινή ζωή, πως χρησιμοποιούνται στην καθημερινή ζωή».



*Ερευνήτρια: Ποιους μαθησιακούς στόχους καλύπτει η συγκεκριμένη θεματική ενότητα;*

*Λ.: Να δουν ότι τα μαθηματικά είναι παντού σε σχέση με την μουσική*

*Ερευνήτρια: Όσο αφορά την έκθεση*

*Λ.: Να δουν ότι τα μαθηματικά είναι παντού στην καθημερινή ζωή, πως χρησιμοποιούνται στην καθημερινή ζωή*

Ακόμα η μουσική στην αρχαιότητα ήταν ένα βασικό κομμάτι της καθημερινότητας των ανθρώπων που ζούσαν τότε. Μέσα από την έκθεση δινόταν η δυνατότητα να ανακαλύψουν οι επισκέπτες πως τα μαθηματικά εμφανίζονταν στην μουσική και συνεπώς στην καθημερινότητα των ανθρώπων.

### **6.3.5 Συμπεράσματα**

#### **6.3.5.1 Αναπαράσταση μουσικής**

Η μουσική αναπαριστάται στα συγκεκριμένα εκθέματα και ειδικά στο πρώτο και στο δεύτερο μέσα από τους φθόγγους και την μουσική κλίμακα που ήταν γνωστή στην αρχαιότητα. Επίσης η παρουσίαση των αυλών μπορούσε να οδηγήσει στη συσχέτιση του μήκους με νότες που μπορούν να αναπαραχθούν από τους αυλούς, όπως οδήγησε και μένα. Οι νότες, η μουσική κλίμακα, τα μουσικά όργανα αποτελούν αναγκαία στοιχεία και γνώσεις στην μουσική. Τα παραπάνω στοιχεία είναι βασικά ώστε ο οργανοπαίκτης να φτιάξει μια μελωδία με ένα συγκεκριμένο μουσικό όργανο.

Παρολ' αυτά όπως παρατήρησα μέσα από την ενασχόληση μου με τα εκθέματα μου ήταν δύσκολο να φτιάξω μια συγκεκριμένη μελωδία, καθώς ασχολιόμουν με αυτά. Αυτό πιστεύω ότι συνέβαινε διότι στην ψηφιακή εφαρμογή «και λίγη μουσική» είχα τη δυνατότητα να ακούσω νότες που υπήρχαν στην αρχαιότητα πατώντας συγκεκριμένα σημεία και εικόνες του εκπαιδευτικού λογισμικού αλλά ο συνδυασμός μεταξύ τους ήταν δύσκολος εφόσον οι συγκεκριμένοι φθόγγοι υπήρχαν μόνο στην αρχαία ελληνική μουσική. Στο μονόχορδο του Πυθαγόρα μπορούσα να ταλαντώσω την χορδή σε διάφορα σημεία για να αναπαραχθούν κάποιες νότες αλλά και πάλι δυσκολευόμουν στο συνδυασμό των ήχων που

αναπαράγονταν για να βγάλω μια μελωδία εφόσον οι συγκεκριμένες νότες δεν μου είναι τόσο γνωστές σε πρακτική εξάσκηση.

Στις γλάστρες μπορούσα να κατανοήσω τη διαφορά των ήχων χτυπώντας τις σε διαφορετικά σημεία αλλά και πάλι δεν μπορούσα να συνειδητοποιήσω σε ποιο σημείο ακριβώς αναπαράγονταν μια νότα. Στους αυλούς δεν μπορούσα να αναπαράγω καθόλου ήχους αφού ο επισκέπτης της έκθεσης «Υπάρχει σε όλα λύση; Ταξίδι στον Κόσμο των Αρχαίων Ελληνικών Μαθηματικών» είχε τη δυνατότητα μόνο παρατήρησης.

#### 6.3.5.2 Μαθηματικά σε σχέση με την μουσική

Τα μαθηματικά στα συγκεκριμένα εκθέματα και ειδικά στο πρώτο και το δεύτερο κάνουν την εμφάνιση τους με κλάσματα και λόγους. Οι συγκεκριμένοι λόγοι σχετίζονταν με τη τεράκτυς που αποτελούνταν από το άθροισμα των τεσσάρων πρώτων αριθμών, 1,2,3,4, η οποία θεωρούνταν ιερή από του Πυθαγόρειους (Μιχαηλίδης, 1981). Λόγοι όπως  $8/9$  που συμβόλιζαν ένα τόνο,  $2/1$  που χώριζαν την χορδή στην μέση ώστε να παράγεται η οκτάβα,  $2/3$  που έδινε τη διαφορά της πέμπτης και  $3/4$  που έδινε τη διαφορά της τετάρτης σχετίζονταν με την τετράκτυς.

Επίσης οι λόγοι μπορεί να καθόριζαν τα διαστήματα τεσσάρων συνεχών φθόγγων οι οποίοι να αποτελούσαν μια μουσική κλίμακα. Σύμφωνα με τον Μιχαηλίδη (1981) το τετράχορδον ήταν το σύνολο τεσσάρων συνεχών χορδών η φθόγγων που σχημάτιζαν μια καθαρή τετάρτη. Υπήρχαν τρία γένη, τρεις διαφορετικές διατάξεις των διαστημάτων, μεταξύ των φθόγγων που ονομάζονταν διατονικό, χρωματικό και εναρμόνιο. Στην αρχαιότητα υπήρχαν μουσικά έγχορδα όργανα που αποτελούνταν από τέσσερις χορδές και πιο συγκεκριμένα η φορμιγξ, μια παραλλαγή αρχαϊκής λύρας. Ήταν πιθανώς το πιο αρχαίο έγχορδο όργανο στα χέρια των αοιδών και εμφανίζεται σε παραστάσεις αγγείων. Ο K. Sachs (Hist. 130) υποστηρίζει ότι η φόρμιγγα ήταν «αλάνθαστα μια κιθάρα» (Μιχαηλίδης, 1981).

Έτσι, σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν, τα μαθηματικά κάνουν εμφανής τη παρουσία τους στην δημιουργία μουσικών κλιμάκων που αποτελούνται από συγκεκριμένους φθόγγους και μήκη χορδών.

Τα μαθηματικά στα δύο τελευταία εκθέματα και ειδικά στις γλάστρες εμφανίζονται μέσω κλασμάτων όπως το  $\frac{1}{3}$  τα οποία καθορίζουν τα σημεία που θα χτυπήσει ο χρήστης του εκθέματος της γλάστρες για να κατανοήσει το διαφορετικό ηχόχρωμα των ήχων που παράγονται. Παρολ' αυτά η εμφάνιση τους δεν είναι τόσο εμφανής όπως στα εκθέματα «το μονόχορδο του Πυθαγόρα» και «λίγη μουσική» και δεν συνδέονται τόσο με τη δημιουργία μουσικής κλίμακας όπως στα δυο παραπάνω εκθέματα. Μάλιστα όπως αναφέρει ένα κείμενο κοντά στο έκθεμα τα σημεία που θα χτυπήσει ο χρήστης στην γλάστρα δεν καθορίζονται από ένα συγκεκριμένο μαθηματικό πρότυπο.

Τα μαθηματικά στους αυλούς εμφανίζονται μέσα από τα διαφορετικά μήκη τους τα οποία καθορίζουν την κατανομή του αέρα μέσα στους αυλούς και το ηχόχρωμα των νότων που θα δημιουργηθούν καθώς ο μουσικός κλείνει συγκεκριμένες τρύπες για να τις αναπαράγει. Επίσης διαφορετικά μήκη αυλών μπορούν να αναπαραγάγουν νότες με διαφορετικό ηχόχρωμα.

#### 6.3.5.3 Διάδραση

Η διάδραση όπως παρατήρησα μέσα από την ενασχόληση μου με τα εκθέματα ήταν περισσότερο εμφανής στα τρία πρώτα εκθέματα παρά στο τέταρτο που υπήρχε μόνο η δυνατότητα παρατήρησης. Στο πρώτο έκθεμα «και λίγη μουσική» η διάδραση σχετιζόταν με τις ενέργειες που μπορούσα να πραγματοποιήσω στην οθόνη του υπολογιστή χρησιμοποιώντας το ποντίκι της ψηφιακής εφαρμογής. Μπορούσα να πατήσω τις εικόνες των μαθητών που Πυθαγόρα ώστε να δω το έργο τους, τα όγδοα που ήταν σε μπλε κύκλο ώστε να ακούσω του ήχους που βγάζουν οι φθόγγοι όπου ο συνδυασμός τους μπορούσε να δημιουργήσει συγκεκριμένες κλίμακες. Επίσης καθώς προχωρούσε το εκπαιδευτικό λογισμικό μπορούσα να παρατηρήσω και να επεξεργαστώ τα κείμενα και τις εικόνες που έβλεπα αλλά και τους ήχους που άκουγα ώστε να οδηγηθώ σε συμπεράσματα.

Στο μονόχορδο του Πυθαγόρα η διάδραση προχωρούσε σε μεγάλο βαθμό σε σχέση με το προηγούμενο έκθεμα διότι αφορούσε επιπλέον την τροποποίηση των δεδομένων και των πληροφοριών που δεχόμουν καθώς ασχολιόμουν με το «μονόχορδο του Πυθαγόρα». Μπορούσα να οδηγηθώ σε μια ποικιλία αποκρίσεων

καθώς ταλάντωννα την χορδή σε διαφορετικά σημεία στα διαστήματα που δημιουργούνταν με την κίνηση του καβαλάρη. Τα διαστήματα δημιουργούνταν ανάμεσα σε διαφορετικούς φθόγγους ώστε διαφορετικά μήκη χορδών να αναπαριστούν και διαφορετικού φθόγγους.

Η τροποποίηση των δεδομένων και των πληροφοριών που έπαιρνα από ένα έκθεμα μπορούσε να πραγματοποιηθεί και στο έκθεμα με τις γλάστρες. Τα χτυπήματα με πλαστικό ραβδί σε διαφορετικά σημεία της γλάστρας μπορούσε να οδηγήσει σε ήχους διαφορετικού ηχοχρώματος και στην σύγκριση μεταξύ τους. Επίσης εφικτή ήταν και η σύνδεση μεταξύ του σημείου της καμπάνας που χτυπούσε ο χρήστης του εκθέματος με το πλαστικό ραβδί και του ήχου που ακούστηκε. Ακόμα σημαντική ήταν και η συσχέτιση του μεγέθους της καμπάνας με τους ήχους που αναπαρήγαγε.

Οι αυλοί, το τελευταίο έκθεμα, δεν καλλιεργούσαν τόσο τη διαδραστικότητα αφού παρείχε μόνο τη δυνατότητα παρατήρησης από το μέρος μου και όχι της ενασχόλησης με αυτό.

#### 6.3.5.4 Βιωματική προσέγγιση της γνώσης

Η βιωματική προσέγγιση της γνώσης, σύμφωνα με την ενασχόληση μου με τα εκθέματα, ήταν περισσότερο εμφανής στα τρία πρώτα από αυτά. Τα χειροπιαστά αντικείμενα έδιναν τη δυνατότητα βιωματικής προσέγγιση της γνώσης καθώς μπορούσα να δράσω πάνω σε αυτά και να αναπαράγω ήχους διαφορετικού ηχοχρώματος ταλαντώνοντας την χορδή στο μονόχορδο του Πυθαγόρα και χτυπώντας με πλαστικό ραβδί διαφορετικά σημεία των γλαστρών διαφορετικού μεγέθους, στο έκθεμα με τις γλάστρες. Οι παραπάνω ενέργειες που οδηγούσαν σε συγκεκριμένα βιώματα μου έδιναν τη δυνατότητα σύγκρισης των ήχων που αναπαράγονταν στο μονόχορδο του Πυθαγόρα και στις γλάστρες, του τρίτου εκθέματος από αυτά που μελετήθηκαν. Επίσης εφικτή ήταν η συσχέτιση των διαστημάτων ανάμεσα στου φθόγγους με το ηχώχρωμα των ήχων που αναπαράγονταν στο μονόχορδο του Πυθαγόρα και η συσχέτιση των σημείων της γλάστρας που έπρεπε να χτυπηθούν από μένα με το ηχώχρωμα του ήχου που παραγόταν.

Η βιωματική ενασχόληση στο έκθεμα «και λίγη μουσική» περιοριζόνταν στις ενέργειες που έπρεπε να πραγματοποιήσει ο χρήστης για να προχωρήσει το εκπαιδευτικό λογισμικό της ψηφιακής εφαρμογής. Επίσης περιοριζόνταν στις εικόνες και στις λέξεις που έπρεπε να πατήσει για να δει το περιεχόμενο τους, ώστε να μπορέσει να οδηγηθεί στην παρατήρηση και την επεξεργασία εικόνων που θα δει όπως και των ήχων που θα ακούσει. Σύμφωνα με την βιωματική ενασχόληση μου με το έκθεμα ένα σημείο της ψηφιακής εφαρμογής «και λίγη μουσική» που δυσκολεύτηκα να κατανοήσω ήταν το σημείο όπου το εκπαιδευτικό λογισμικό ανέφερε για τους βηματικούς λόγους, την αριθμητική σχέση, την γεωμετρική σχέση κάθε γένος που ανακάλυψαν οι μαθητές του Πυθαγόρα ξεχωριστά.

Στο τελευταίο έκθεμα δεν ήταν τόσο εμφανής η βιωματική ενασχόληση και μάθηση αφού δινόταν μόνο η δυνατότητα παρατήρησης. Η βιωματική μάθηση θα μπορούσε να καλλιεργηθεί εάν υπήρχαν απομιμήσεις αυλών με τις οποίες τα παιδιά θα είχαν τη δυνατότητα να παίξουν και να αναπαράγουν ήχους. Στο συγκεκριμένο σημείο θα μπορούσαν να βοηθήσουν και οι νέες τεχνολογίες προτείνοντας εκπαιδευτικές δραστηριότητες.

#### 6.3.5.5. Συσχέτιση γνώσεων με άμεση εμπειρία του χρήστη

Επίσης η εμπειρία που απέκτησα καθώς ασχολιόμουν με την ψηφιακή εφαρμογή «και λίγη μουσική» μου έδωσε τη δυνατότητα να κατανοήσω γνώσεις που σχετίζονταν με τη δημιουργία μουσικής κλίμακας μεταξύ συγκεκριμένων φθόγγων που υπήρχαν στην αρχαιότητα. Συγκεκριμένα μπόρεσα να συνδέσω τους φθόγγους με συγκεκριμένα μήκη χορδών και να γνωρίσω πως οι μαθητές του Πυθαγόρα χώριζαν μια χορδή για να δημιουργήσουν συγκεκριμένα διαστήματα μεταξύ των φθόγγων.

Ακόμα ο πειραματισμοί που πραγματοποίησα στο μονόχορδο του Πυθαγόρα ταλαντώνοντας την χορδή και μετακινώντας το καβαλάρη μου έδωσαν τη δυνατότητα να συνειδητοποιήσω πως ο μαθηματικός χώριζε την χορδή ώστε να εμφανιστούν συγκεκριμένοι φθόγγοι που ήταν γνωστοί στην αρχαία ελληνική μουσική.

Επιπρόσθετα οι ήχοι διαφορετικού ηχοχρώματος που δημιουργούνταν καθώς χτυπούσα τις γλάστρες σε διαφορετικά σημεία μου έδωσαν την δυνατότητα να συσχετίσω τους ήχους που έβγαζα με τα σημεία της. Επίσης συσχετίσα τους ήχους που αναπαράγαγε η κάθε γλάστρα ξεχωριστά με το μέγεθος της.

Στους αυλούς απουσίαζε η εμπειρία που μπορούσε να πραγματοποιηθεί από το μέρος μου. Οι γνώσεις που κατανόησα σε σχέση με τα μήκη των αυλών που μπορεί να επηρεάσουν την δημιουργία ήχων με διαφορετικά ηχοχρώμα όπως και οι γνώσεις σε σχέση με την ιστορική εξέλιξη τους και τον τρόπο προέλευσης της μουσικής που μπορούν να εμφανιστούν τις κατανόησα μέσα από την παρατήρηση των αυλών που εκτίθονταν και την επεξεργασία κείμενων που σχετίζονταν με αυτούς.

Έτσι, σύμφωνα με τα προαναφερθέντα, η δημιουργία εμπειριών από τη μεριά μου ήταν περισσότερο εμφανής στα εκθέματα «και λίγη μουσική», «στο μονόχορδο του Πυθαγόρα» και στις «γλάστρες». Οι συγκεκριμένες εμπειρίες με βοήθησαν να κατανοήσω γνώσεις σε σχέση με την αρχαία ελληνική μουσική καθώς μπόρεσα να βασιστώ σε πληροφορίες και έννοιες που κατείχα ήδη. Το είδος μάθησης που ταιριάζει περισσότερο στα εκθέματα σχετίζεται με τη βιωματική μάθηση στα χειραπτικά αντικείμενα και στην παρουσίαση και επεξήγηση θεωρητικών γνώσεων στο εκπαιδευτικό λογισμικό.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### Η ΜΟΥΣΙΚΗ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΑΙΣΘΗΣΕΙΣ: Η ΕΚΘΕΣΗ «ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ» ΣΤΟ ΕΥΓΕΝΙΔΙΟ ΙΔΡΥΜΑ

#### 7.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται ανάλυση δεδομένων έτσι όπως συγκεντρώθηκαν από τις συνεντεύξεις με μουσειοπαιδαγωγούς και την βιωματική μου ενασχόληση με τα εκθέματα μέσα από τις επισκέψεις μου στο Ευγενίδιο Ίδρυμα. Στην αρχή παρατίθενται πληροφορίες σε σχέση με τη διαδραστική έκθεση που στεγάζεται στο Ευγενίδιο Ίδρυμα «Επιστήμη και Τεχνολογία» και στην συνέχεια περιγράφω στοιχεία σε σχέση με τα εκθέματα της θεματικής ενότητας «Επικοινωνία: Ήχος και Εικόνα» από τα οποία ορισμένα μελετήθηκαν. Η θεματική ενότητα «Επικοινωνία: Ήχος και Εικόνα» αποτελείται από 22 εκθέματα εκ των οποίων μελετήθηκαν μόνο τα 4 τα οποία σχετίζονταν άμεσα με τον ήχο.

Στο κομμάτι όπου αναφέρονται στοιχεία με όσα μελετήθηκαν στα εκθέματα παρατίθεται δεδομένα σε σχέση με το πως η μουσική εμφανίζεται σε κάθε έκθεμα, πως συσχετίζονται τα μαθηματικά με την μουσική, πως καλλιεργείται η διαδραστικότητα μεταξύ εκθέματος και χρήστη όπως και η βιωματική προσέγγιση της γνώσης ώστε να γίνουν περισσότερο κατανοητές οι έννοιες που προβάλλονται στα εκθέματα από τη μεριά του χρήστη.

## 7.2 Έκθεση

Στο Ίδρυμα Ευγενίδιο, ιδιωτικός χώρος, φιλοξενείται η μόνιμη διαδραστική έκθεση «Επιστήμη και Τεχνολογία», στο δρόμο των Συλλογών Πειραμάτων φυσικής και των Αίθουσών Τεχνικών Εκθεμάτων. Οι Συλλογές Πειραμάτων Φυσικής και οι Αίθουσες Τεχνικών Εκθεμάτων του Ιδρύματος Ευγενιδίου δημιουργήθηκαν το 1966 και λειτούργησαν στις εγκαταστάσεις του Ιδρύματος Ευγενιδίου, στη Λεωφόρο Συγγρού μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1990. Στόχος τους ήταν να καλύψουν τις ελλείψεις σε πειραματικό εξοπλισμό των ιδρυμάτων τεχνικής εκπαίδευσης της μεταπολεμικής Ελλάδας, προκειμένου να επιτελέσουν με επάρκεια το αναγκαίο εκπαιδευτικό έργο στο τεχνικό και επιστημονικό πεδίο.

Τα πειράματα αποτελούσαν ακριβή αναπαραγωγή αντίστοιχων εκθεμάτων του Deutsches Museum του Μονάχου, το οποίο χορήγησε αδάπανα στο Ίδρυμα Ευγενιδίου την άδεια αναπαραγωγής των συλλογών του και συνδράμαμε στο σχεδιασμό της εγκαταστάσεως των εκθεμάτων. Τη μελέτη, επίβλεψη και παρακολούθηση των συλλογών είχε στην ευθύνη του ο Τεχνικός Σύμβουλος του Ιδρύματος, Χρυσός Καβουνίδης.

Βασικό στοιχείο της φιλοσοφίας που διέπνεε τη λειτουργία των εκθέσεων ήταν να εμπνεύσουν την αγάπη για τη διδασκαλία, αλλά και τη μάθηση τεχνικών και επιστημονικών θεμάτων, με ελεύθερο και ευχάριστο τρόπο. Το 1999 το Ίδρυμα αποφάσισε την ανακαίνιση του κτιρίου και τη δημιουργία χώρου για μια διαδραστική έκθεση.

Το Σεπτέμβριο του 2003 ολοκληρώθηκαν δύο νέες πτέρυγες του Ιδρύματος, εκ των οποίων η μία φιλοξενεί το Νέο Ψηφιακό Πλανητάριο και η δεύτερη, σε τμήμα του κτιρίου συμμετρικό ως προς το Πλανητάριο, στεγάζει έναν πρότυπο εκθεσιακό χώρο, την Αίθουσα Διαδραστικών Εκθεμάτων Επιστήμης και Τεχνολογίας «Μαριάνθη Σίμου». Στο χώρο αυτό, φιλοξενήθηκε το Νοέμβριο του 2003, η πρώτη περιοδική έκθεση με τίτλο "Η Επιστήμη των Αθλημάτων", που διοργάνωσε η Γενική Γραμματεία Ολυμπιακών Αγώνων σε συνεργασία με το Ίδρυμα Ευγενιδίου ενόψει των Ολυμπιακών Αγώνων 2004. Στη νέα αυτή εκθεσιακή πτέρυγα, λειτουργεί, από το Δεκέμβριο του 2006, η μόνιμη



Διαδραστική Έκθεση Επιστήμης και Τεχνολογίας. Η λειτουργία της συγκεκριμένης έκθεσης με βάση τη σημερινής της μορφής όπως είπαν και οι μουσειοπαιδαγωγοί, που πήρα συνέντευξη το 2011, πραγματοποιείται εδώ και μια πενταετία

*Ερευνήτρια: Πότε άρχισε περίπου η συγκεκριμένη έκθεση;*

*Δ.: Μια πενταετία περίπου.*

Επίσης σύμφωνα με τον Δ., μουσειοπαιδαγωγό της έκθεσης, τα εκθέματα ήρθαν από ένα αντίστοιχο ίδρυμα από το εξωτερικό και οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες που προβάλλονται μέσα από την ενασχόληση των παιδιών με τα εκθέματα είναι συνεργασία φυσικών, βιολόγων, ιστορία επιστήμης, επικοινωνία επιστήμης και είδος συντονισμού.

*Ερευνήτρια: Τώρα ξέρετε για την διεπιστημονική συνεργασία που υπήρχε για το πρόγραμμα αυτό;*

*Δ.: Ποίο πρόγραμμα;*

*Ερευνήτρια: Για την έκθεση.*

*Δ.: Για να οργανωθεί η έκθεση ή να κυλίσει;*

*Ερευνήτρια: Για να οργανωθεί.*

*Δ.: Για να οργανωθεί όχι γιατί τα εκθέματα ήρθαν από ένα αντίστοιχο ίδρυμα στην Γαλλία. Αυτοί όμως που είχαν την ευθύνη ήταν από διάφορα γνωστικά αντικείμενα. Δεν ξέρω αν θες να στα πω.*

*Ερευνήτρια: Ναι λογικά θα ήταν από μουσική, μαθηματικά, βιολογία, αυτό έχω καταλάβει.*

*Δ.: Τα εκθέματα δεν ξέρω πως έχουν φτιαχτεί γιατί είναι του ιδρύματος. Οι δραστηριότητες τώρα είναι συνεργασία φυσικών, βιολόγων, ιστορία επιστήμης, επικοινωνία επιστήμης και είδος συντονισμού. (3)*

Η ανάπτυξη των Διαδραστικών Εκθεμάτων που φιλοξενούνται στην Διαδραστική Έκθεση Επιστήμης και Τεχνολογίας έγινε σε συνεργασία με την Cité des Sciences et de l' Industrie, ενός από τα μεγαλύτερα και πλέον πρωτοπόρα ιδρύματα στο χώρο της επιστημονικής μουσειολογίας

Η Διαδραστική Έκθεση Επιστήμης και Τεχνολογίας εκτείνεται σε τρεις ορόφους, συνολικής επιφάνειας 1200 τ.μ. και αποτελείται από συνολικά 65

μόνιμα διαδραστικά εκθέματα.

Η Έκθεση διαρθρώνεται σε τρεις θεματικές ενότητες που είναι Ύλη και Υλικά, Επικοινωνία: Ήχος και Εικόνα και Βιοτεχνολογία. Σε κάθε θεματική ενότητα αφιερώνεται ένας όροφος στον οποίο είναι εγκαταστημένη η αντίστοιχη έκθεση, η μόνιμη συλλογή εκθεμάτων οργανωμένη σε υποενότητες

Η Διαδραστική Έκθεση Επιστήμης και Τεχνολογίας επιδιώκει να φέρει το ευρύ κοινό λίγο πιο κοντά στον κόσμο της επιστήμης και της τεχνολογίας. Έναν κόσμο που για το ευρύ κοινό μοιάζει μερικές φορές μυστήριος και απόμακρος. Μέσα στην Έκθεση προβάλλονται σύγχρονα επιστημονικά και τεχνολογικά επιτεύγματα και προσεγγίζονται βασικές πτυχές διαφόρων φαινομένων. Νέα σύνθετα υλικά, τεχνολογικά προηγμένες συσκευές, προσομοιώσεις, μοντέλα και ειδικά σχεδιασμένες δραστηριότητες είναι στη διάθεση του επισκέπτη για εξερεύνηση, πειραματισμό, ψυχαγωγία και μάθηση. Η έκθεση καλύπτει στα οργανωμένα εκπαιδευτικά προγράμματα γυμνάσιο λύκειο και στις ελεύθερες επισκέψεις παιδιά από 8 ετών και άνω.

Πιο συγκεκριμένα μελετήθηκε η θεματική ενότητα «Επικοινωνία: Ήχος και Εικόνα» και κυρίως ορισμένα από τα εκθέματα της θεματικής ενότητας με τα οποία ασχολήθηκα βιωματικά για να δω κατά πόσο καλλιεργούν τη διαδραστικότητα μεταξύ χρήστη και εκθέματος όπως και την βιωματική προσέγγιση της γνώσης. Στόχος της συγκεκριμένης ενότητας ήταν να παρατηρήσουν τα παιδιά τη δημιουργία ηχητικών και ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, μέσα από την ενασχόληση τους με τις νέες τεχνολογίες, όπως είπε και ένας από τους μουσειοπαιδαγωγούς που πήρα συνέντευξη

*Ερευνήτρια: Και ποιους μαθησιακούς στόχους καλύπτει η συγκεκριμένη θεματική ενότητα;*

*Δ.:;, η θεματική ενότητα, όχι το έκθεμα.*

*Ερευνήτρια: Ότι θες άμα σε βολεύει πες για το έκθεμα.*

*Δ.: Για το έκθεμα ακριβώς δεν έχω καταλάβει. Η θεματική ενότητα φως, κύματα και διάφορες πτυχές της τεχνολογίας, ψηφιακή επεξεργασία.*

Οι σύγχρονοι τρόποι επικοινωνίας σε μεγάλο βαθμό περιλαμβάνουν τη χρήση ηλεκτρονικών μέσων. Η ανάγκη για κωδικοποίηση των ανταλλασσόμενων

πληροφοριών μεταξύ ανθρώπων αλλά και ηλεκτρονικών συσκευών έχει εισάγει εδώ και καιρό την επιστήμη της πληροφορικής και τις εφαρμογές της στην καθημερινότητα, κυρίως μέσα από τις εφαρμογές της στον τομέα των τηλεπικοινωνιών.

Ο πρώτος όροφος της Διαδραστικής Έκθεσης Επιστήμης και Τεχνολογίας είναι αφιερωμένος στη θεματική ενότητα «Επικοινωνία: Ήχος και εικόνα». Στην ενότητα αυτή περιλαμβάνονται συνολικά 22 εκθέματα. Η συλλογή διαδραστικών εκθεμάτων της ενότητας αυτής σχετίζεται με τη διάδοση του ήχου και του φωτός, τη μετάδοση εικόνας αλλά και την καλύτερη κατανόηση φαινομένων και εφαρμογών που συναντά κανείς στην καθημερινότητά, όπως, για παράδειγμα, την ασφαλή και ταχύτερη μεταφορά δεδομένων.

Τα εκθέματα του ορόφου είναι οργανωμένα σε τρεις υποενότητες οι οποίες είναι τα κύματα της επικοινωνίας, ακούω και βλέπω, νέες τεχνολογίες και εικόνα.

Στην πρώτη υποενότητα, τα κύματα της επικοινωνίας, ερωτήσεις που απαντώνται μέσω της ενασχόλησης του επισκέπτη της έκθεσης «Επιστήμη και Τεχνολογία» με τα εκθέματα της συγκεκριμένης ενότητας είναι τι ήχους μπορεί να διακρίνει το ανθρώπινο αυτί, πώς επηρεάζει το τι ακούει κάποιος το περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται, πόσο μακριά μπορεί να ακουστεί κάποιος ψιθυρίζοντας, τι είναι τα μικροκύματα και οι ακτίνες γ, πως μπορεί να συνθέσει κάποιος και να αναλύσει το λευκό φως. Ο ήχος και το φως διαδίδονται με τη μορφή κυμάτων, με διαφορετικά μεταξύ τους φυσικά χαρακτηριστικά. Όπως όλα τα κύματα, έτσι και τα ηλεκτρομαγνητικά, μεταφέρουν ενέργεια χωρίς να μεταφέρουν μάζα. Οι τίτλοι των σχετικών εκθεμάτων είναι επικοινωνία εξ αποστάσεως, που βρίσκομαι, ηχητικά κύματα, ηχητικό φάσμα, ηλεκτρομαγνητικό φάσμα, παίξε με το φως

Στην δεύτερη υποενότητα, ακούω και βλέπω, ερωτήσεις που απαντώνται μέσω της ενασχόλησης του επισκέπτη της έκθεσης «Επιστήμη και Τεχνολογία» με τα εκθέματα της συγκεκριμένης ενότητας είναι πώς φτιάχνονται οι ταινίες κινουμένων σχεδίων, γιατί κάθε σκηνοθέτης θέλει ένα καλό διευθυντή

φωτογραφίας δίπλα του, πώς μπορεί να ξεγελάσει κάποιον το μάτι του, πώς λειτουργούν το αυτί και το μάτι, πόσο καλά ακούει κάποιος. Η αντίληψη των οπτικών και ακουστικών ερεθισμάτων μέσω των αισθητηρίων οργάνων διαφοροποιείται από άτομο σε άτομο και σχετίζεται, μεταξύ άλλων, με την ηλικία και το άμεσο περιβάλλον. Η εκπομπή και λήψη κωδικοποιημένων πληροφοριών και ο τρόπος ερμηνείας του αισθητηριακού ερεθίσματος από τον εγκέφαλο του ανθρώπου-αποδέκτη, αποτελούν βασικά στάδια της διαδικασίας της επικοινωνίας. Οι τίτλοι των σχετικών εκθεμάτων είναι ο διευθυντής φωτογραφίας, κινούμενες εικόνες, δύο πουλιά και ένα κλουβί, η αντίληψη των χρωμάτων, εξερευνώντας το μάτι, εξερευνώντας το αυτί, πιο σιγά, πιο δυνατά, πιο χαμηλά, πιο ψηλά και η καθυστέρηση του ήχου

Στην τρίτη υποενότητα, νέες τεχνολογίες ήχου και εικόνας, ερωτήσεις που απαντώνται μέσω της ενασχόλησης του επισκέπτη της έκθεσης «Επιστήμη και Τεχνολογία» με τα εκθέματα της συγκεκριμένης ενότητας είναι μπορεί να παίξει κάποιος τύμπανα χωρίς... τύμπανα, τι είναι η ψηφιακή επεξεργασία ήχου και εικόνας, τί μπορεί να κάνει κάποιος με μια φωτογραφία του, πώς φτιάχνονται οι ταινίες με 3D-animation. Η πληροφορία, υπό τη μορφή ήχου, εικόνας ή κειμένου, προκειμένου να αποθηκευτεί, να μεταφερθεί ή να μετασχηματιστεί, μετατρέπεται σε ψηφιακά κωδικοποιημένα σήματα. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να διακινούνται μέσα σε γιγάντια διεθνή δίκτυα επικοινωνίας. Οι τίτλοι σχετικών εκθεμάτων είναι ηχογράφησε τη φύση, η μετατροπή του ήχου, η αντιγραφή του ήχου, εικονικά κρουστά, μορφοποιία, ψηφιακές εικόνες και οι νέες περιπέτειες του Τζεπέτο

Από τα εκθέματα που προαναφέρονται μελετήθηκαν μόνο 4 από αυτά που είναι «που βρίσκομαι», «ηχητικά κύματα», «αντιγραφή του ήχου», «εικονικά κρουστά» και σχετίζονται με τον ήχο και τα ηχητικά κύματα, τις νέες τεχνολογίες και τις ακουστικές ιδιότητες του ήχου που επηρεάζεται από το περιβάλλον που αναπαράγεται.



Εικόνα 60 Επεξήγηση παράθεσης υποενοτήτων

Στην αρχή τη θεματική ενότητας «Επικοινωνία: Ήχος και Εικόνα» υπάρχει μια πινακίδα όπου χωρίζει τα εκθέματα της θεματικής ενότητας σε τρία μέρη

- Τα κύματα της επικοινωνίας
- Βλέπω και ακούω
- Νέες Τεχνολογίες ήχου και εικόνας

Σημαντικό ρόλο στην συλλογή δεδομένων σε σχέση με τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες που πραγματοποιούνταν στο χώρο του μουσείου έπαιξαν οι συνεντεύξεις μουσειοπαιδαγωγών.

Σημαντική μέθοδος που χρησιμοποιούσαν κατά πολύ οι μουσειοπαιδαγωγοί κατά την διάρκεια των εκπαιδευτικών δράσεων ήταν η εξερεύνηση του εκθεσιακού χώρου και υλικών από μικρές ομάδες παιδιών που επισκέπτονταν την έκθεση «Επιστήμη και Τεχνολογία»

*Ερευνήτρια: Γενικά όταν τα παιδιά έρχονται εκπαιδευτική επίσκεψη με το σχολείο τους προλαβαίνουν να το εξερευνήσουν μόνα τους.*

*Δ.: Γενικά το σύνολο των εκθεμάτων όχι . Περνάνε από όλα τα εκθέματα μένοντας τουλάχιστον στα βασικά.*

*Ερευνήτρια: Γενικά υπάρχει κάποιος τρόπος αξιολόγησης των παιδιών*

*Δ.: Μόνο κατά την επιλογή του διδάσκοντα, όχι δικιά μας.*

*Ερευνήτρια: Γενικά είπες ότι τα παιδιά τα χωρίζετε σε ομάδες.*

*Δ.: Προτείνουμε στην αρχή, μιλάω για τις οργανωμένες επισκέψεις.*

*Ερευνήτρια: Ναι, ναι//*

*Δ.: να χωριστούν σε ομάδες των 3, 4 ατόμων ώστε να διευκολυνθεί η διάδραση στο χώρο....(3)*

Επίσης όπως είπαν οι μουσειοπαιδαγωγοί όταν έρχεται σχολείο στον εκθεσιακό χώρο τα παιδιά δεν προλαβαίνουν να το εξερευνήσουν μόνα τους μέσα από το εκπαιδευτικό πρόγραμμα της σχολικής επίσκεψης λόγω έλλειψης χρόνου.

Η βιωματική μάθηση μπορεί να προβληθεί στο Ευγενίδιο Ίδρυμα καθώς στο συγκεκριμένο χώρο ο επισκέπτης της έκθεσης «Επισκέπτης Τεχνολογίας», όπως και η ίδια, μπορούσε να πραγματοποιήσει βιωματικές εκπαιδευτικές δραστηριότητες. Σύμφωνα με όσα είπαν οι μουσειοπαιδαγωγοί τα παιδιά δεν είχαν κάποια δυσκολία να κατανοήσουν έννοιες που προβάλλονταν στα συγκεκριμένα εκθέματα απλά δυσκολεύονταν περισσότερο όσο αφορά τον χειρισμό και την λειτουργία τους γιατί δεν πρόσεχαν τις πινακίδες που ήταν δίπλα στα εκθέματα.

*Ερευνήτρια: Γενικά πιο έκθεμα σε σχέση με την θεματική ενότητα «Ήχος και Εικόνα» θεωρείς ότι τα παιδιά δυσκολεύονται πιο πολύ; Δεν μπορούν να το κατανοήσουν;*

*Δ.: Δεν μπορούν να κατανοήσουν το φαινόμενο ή την λειτουργία του εκθέματος;*

*Ερευνήτρια: Τη λειτουργία του εκθέματος δυσκολεύονται, να το χειριστούν. Δυσκολεύονται, δηλαδή, θέλουν περισσότερο εξήγηση.*

*Δ.: Όσο αφορά την λειτουργία ή το φαινόμενο.*

*Ερευνήτρια: Την λειτουργία.*

*Δ.: Συνήθως δεν διαβάζουν τις οδηγίες.*

Ακόμα σύμφωνα με την Κ., μια άλλη μουσειοπαιδαγωγός, ένα έκθεμα που δυσκολεύονται να κατανοήσουν από την θεματική ενότητα «Επικοινωνία: Ήχος και Εικόνα» είναι αυτό που σχετίζεται με τις ιδιότητες αναλογικού και ψηφιακού ήχου

*Ερευνήτρια: Ναι από όλα τα εκθέματα που υπάρχουν εκεί πέρα ποιο έκθεμα από την έκθεση γενικά και ποιο συγκεκριμένα στην ενότητα «Ήχος και Εικόνα» ποιο θεωρείτε ότι τα παιδιά δυσκολεύονται πιο πολύ;*

*Κ.: Δυσκολεύονται να το κατανοήσουν ή να εφαρμόσουν την εφαρμογή;*

*Ερευνήτρια: Να το κατανοήσουν.*

*Κ.: Μάλλον την μετατροπή του ήχου από αναλογικό σε ψηφιακό, νομίζω γιατί πλέον τα παιδιά δεν έχουν επαφή με αναλογικό ήχο οπότε δεν τους κάνει εντύπωση ξέρουν μόνο από ψηφιακό ήχο και δεν τους αφορά το θέμα.*

Ένα άλλο έκθεμα που δυσκολεύονται σύμφωνα με την Κ. είναι τα παραβολικά κάτοπτρα ενώ σύμφωνα με το Δ. είναι το έκθεμα «η ανάλυση του λευκού φωτός».

*Κ.: Που να δυσκολευτούν να καταλάβουν τι γίνεται;*

*Ερευνήτρια: Ναι, σε αυτήν την θεματική ενότητα.*

*Κ.: Ναι, έχει πλάκα το παιχνίδι συχνά που γίνεται με τα παραβολικά κάτοπτρα, απλά ψιθυρίζουν στο ένα.*

*Ερευνήτρια: Ναι*

*Κ.: Και καμιά φορά το άτομο προσπαθεί από την πίσω πλευρά αλλά μπερδεύονται αλλά μόλις το πιάσουν τους αρέσει πολύ (3)*

*Ερευνήτρια: Σε ποια ψηφιακή εφαρμογή βλέπεις να βαριούνται κάπως σε αυτή τη θεματική ενότητα, να δυσκολεύονται.*

*Δ.: Ίσως τους δυσκολεύει η ανάλυση λευκού φωτός, στο βαθμό που δεν τους την εξηγεί κάποιος.*

Ακόμα σύμφωνα με την επίσκεψη μου στο Ευγενίδιο ίδρυμα παρατήρησα ότι υπήρχαν πινακίδες στις οποίες αναγράφονταν πληροφορίες στο πώς να χειριστεί ο επισκέπτης τα εκθέματα ώστε να κατανοήσει έννοιες που προβάλλονταν. Οι παραπάνω πινακίδες με καθοδήγησαν σε σχέση με το πώς να χρησιμοποιήσω τα εκθέματα ώστε να κατανοήσω τις γνώσεις που προέβαλαν τα κείμενα δίπλα στα εκθέματα.

Σημαντικό ρόλο στην βιωματική μου ενασχόληση έπαιξε η χρήση υλικών και μέσων με στόχο να γίνει κάτι αντιληπτό μέσω της προσωπικής δημιουργίας. Έτσι στο έκθεμα «ηχητικό κύμα» έπρεπε να χρησιμοποιήσω υλικά όπως την

πλαστική μεμβράνη ενός τεράστιου κυλινδρικού δοχείου ώστε να αναπαράγω ήχο και συνεπώς ηχητικό κύμα.

Επίσης σύμφωνα με την Κ., μια από τους μουσειοπαιδαγωγούς που πήρα συνέντευξη, το ότι κάποια εκθέματα είναι ψηφιακές εφαρμογές εντριγκάρουν τα παιδιά που επισκέπτονται το εκθεσιακό χώρο. Πιο συγκεκριμένα αναφέρει για το έκθεμα «εικονικά κρουστά» επειδή είναι ενσώματης μορφής, δηλαδή απαιτεί όλη την κίνηση του σώματος από το μέρος του χρήστη για να λειτουργήσει, τους δίνει ένα παραπάνω κίνητρο για ενασχόληση.

*Ερευνήτρια: Και γενικά πιστεύετε ότι οι ψηφιακές εφαρμογές [είναι λειτουργικές]*

*Κ.: [Είναι λειτουργικές] και έχουν μεγάλο ενδιαφέρον για να χρησιμοποιηθούν για να μάθουν τα παιδιά καταρχάς τους εντριγκάρουν που είναι ψηφιακές εφαρμογές και κυρίως είναι εύκολο να τους ζητήσεις πράγματα μέσω αυτών*

*Ερευνήτρια: Το ότι η ψηφιακή εφαρμογή «εικονικά κρουστά» είναι ενσώματη είναι με το σώμα τους ελκύει περισσότερο νομίζετε;*

*Κ.: Το εξωπραγματικό νομίζω τους αρέσει*

*Ερευνήτρια: Το παρατηρούν, τους κάνει εντύπωση αυτό;*

*Κ.: Ναι νομίζω ότι τους αρέσει που κινούν το σώμα τους χωρίς να πατούν ένα κουμπί απλά μόνο με την κίνηση του σώματος τους έχουν κάποια αποτέλεσμα αυτό θυμίζει το εξωπραγματικό είναι αυτό που τους εντριγκάρει περισσότερο*

Το ίδιο επισημαίνει και ο Δ. λέγοντας ότι η αναπαραγωγή ήχων στο έκθεμα «εικονικά κρουστά» χωρίς παρεμβολή μουσικών οργάνων ήταν ένας άλλος λόγος που εντυπωσίαζε τα παιδιά το έκθεμα

*Ερευνήτρια: Και τι τους προκαλεί εντύπωση;*

*Δ.: Στο συγκεκριμένο έκθεμα;*

*Ερευνήτρια: Στο συγκεκριμένο έκθεμα, πες μου πρώτα για το συγκεκριμένο έκθεμα και μετά λέμε για τα άλλα.*

*Δ.: Στο συγκεκριμένο έκθεμα, η κίνηση χωρίς την μεσολάβηση άλλων οργάνων προκαλεί ήχο.*

*Ερευνήτρια: Ναι, ναι//*

Ο όρος παιχνίδι γίνεται εμφανής στα λόγια της Κ. ενώ στόχοι που μπορούν να επιτευχθούν με την ενασχόληση των παιδιών με τα συγκεκριμένα εκθέματα



αφορούν την εξοικείωση των παιδιών με φυσικά μεγέθη όπως το ηχητικό κύμα και τις ιδιότητες του.

*Ερευνήτρια: : κατάλαβα : ποιους μαθησιακούς στόχους καλύπτει;*

*Κ.: Για το συγκεκριμένο έκθεμα ;*

*Ερευνήτρια: Ναι*

*Κ.: :*

*Ερευνήτρια: Ότι μπορείτε πες τε μου*

*Κ.: Ουσιαστικά//*

*Ερευνήτρια: Αν δεν μπορείτε γι αυτό το έκθεμα πες τε γενικά για την θεματική ενότητα*

*Κ.: Ναι γιατί θεωρώ ότι το έκθεμα δεν καλύπτει τόσο φανερούς μαθησιακούς στόχους*

*Ερευνήτρια: Πες τε μου γενικά για την θεματική ενότητα*

*Κ.: Γενικά είναι πάρα πολύ σημαντική η συγκεκριμένη ενότητα γιατί μέσα από παιχνίδι και μέσα από ανάλαφρη ενασχόληση με τα εκθέματα μέσα από το παιχνίδι ουσιαστικό έχουν σκεφτεί τι είναι τι ηχητικό κύμα και με τον ήχο και καταλαβαίνουν έννοιες όπως η ένταση, το ηχόχρωμα, το ύψος, ανάλογα πόσο μπάσος και πόσο πρίμος είναι, είναι το κατώφλι κυστικότητα μέχρι που ακούει το ανθρώπινο αυτί : είναι : βάση των εκθεμάτων μπορούν να καταλάβουν πως ακούγεται ένας ήχος σε διαφορετικούς χώρους ε ταυτόχρονα υπάρχει εικόνα που έχουμε το φώς, τα χρώματα : πως μπορούν να φωτίσουν μια ταινία τι είναι η δυσχρωματοψία γιατί όταν κάποια χρώματα είναι δίπλα σε σκούρα ποιο ανοιχτόχρωμα ενώ στην πραγματικότητα είναι ίδια.*

*Ερευνήτρια: Γενικά καταλαβαίνουν ένταση, ήχος, ύψος και το ηχόχρωμα των μουσικών οργάνων*

*Κ.: Ναι και για το φώς έχουμε αντίστοιχα έννοιες όπως η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, χρώματα όπως και εφαρμογές όπως πως μπορεί να δώσει ατμόσφαιρά σε μια ταινία : πως κάποιοι άνθρωποι δεν μπορούν να αντιληφθούν ξεχωρίσουν το πράσινο από το κόκκινο*

Οι μουσειακές εργασίες είναι εργασίες των μουσείων που δεν είναι ιδιαίτερα γνωστές στο κοινό, αλλά συγκροτούν ένα σημαντικό δυναμικό για να προσελκύσουν και να αυξήσουν την θετική στάση των παιδιών, των επισκεπτών στο μουσειακό χώρο. Η παιδαγωγική αξιοποίηση αυτών των εργασιών με στόχο

την εξοικείωση των επισκεπτών με αυτές μπορεί να οδηγήσει σε μορφές αυτοκαθηδόμενης μάθησης μέσα από την εμπειρία όπως συνέβη και σε μένα καθώς ασχολιόμουν με τα εκθέματα της έκθεσης «Επιστήμη και Τεχνολογία». Η εμπειρία μου έδειξε ότι οι μουσειακές εργασίες εμφανίζονταν μέσα από την ενασχόληση μου με τα εκθέματα.

Στο Ευγενίδιο Ίδρυμα σημαντικό ρόλο στην ενημέρωση του κοινού και των εκπαιδευτικών έπαιξε το υλικό που υπήρχε στο site σε σχέση με την έκθεση. Επίσης σύμφωνα με μια από τους μουσειοπαιδαγωγούς που πήρα συνέντευξη υπήρχαν εκπαιδευτικές δραστηριότητες σε σχέση με την έκθεση Επιστήμης και Τεχνολογίας στο site.

*Ερευνήτρια: Υπάρχει για τα σχολεία κάποια Μουσειοσυσκευή που δίνετε για αυτήν την έκθεση;*

*Κ.: Όχι, για την ώρα.*

*Ερευνήτρια: : γενικά για τις ελεύθερες επισκέψεις υπάρχει κάποιο ενημερωτικό υλικό;*

*Κατερίνα: Υπάρχει ενημερωτικό υλικό, ναι έχουμε φυλλάδια, έχουμε το γενικό φυλλάδιο της έκθεσης που είναι μια γενική περιγραφή της έκθεσης και των εκθεμάτων : υπάρχουν Διαδρομές που το κάθε θέμα έχει μια θεματική Διαδρομή με 10 εκθέματα από όλους τους ορόφους που έχουν νοηματική σχέση με αυτό το θέμα ξέρω και εγώ και υπάρχει και το Μυστικό του Μάριο που είναι ένα κυνήγι θησαυρού σαν θεματική διαδρομή κυρίως που είναι για τους μαθητές μέχρι 25 άτομα που χωρίζονται σε 5 ομάδες για να βρουν ποιος απήγαγε το Μάριο*

*Ερευνήτρια: :, και πάνε σε διάφορα εκθέματα*

*Κ.: Σε κάθε έκθεμα υπάρχει και ένας γρίφος και πρέπει τα παιδιά να το λύσουν ώστε να κατανοήσουν ποιος απήγαγε τον Μάριο//*

*Ερευνήτρια: Οπότε... αυτό υπάρχει κάπου για να το δω;*

*Κ.: Ναι υπάρχει στο site μας και υπάρχουν και οι Διαδρομές και εκτός από αυτό είχαμε ένα σύνδεσμο που ήταν σαν περιοδικό αλλά αυτό το είχαμε πριν από χρόνια και ήταν οι Διαδρασεις Οι Διαδράσεις ήταν δύο κεντρικά άρθρα είχε κουίζ είχε σταυρόλεξο και σχετιζόταν με τα πειράματα κάθε μήνα, όπως φώς, χημεία, βιολογία : και άλλο βιολογία, ήχος και είχαμε τα εκθέματα που ήταν το κυρίως θέμα και είχαμε μικρά θέματα πληροφοριών παράξενων και είχαμε 1 κόμιξ στη τελευταία σελίδα και για μεγάλους και αυτά υπάρχουν στο Διαδίκτυο αλλά εμείς είχαμε από παιδιά γυμνασίου και πάνω*

*Ερευνήτρια: Οπότε... αυτό είναι στο site σας.*

*Κ.: Ναι όλο το υλικό είναι στο site μας.*

*Ερευνήτρια: Κάποιο υλικό που μπορώ έτσι να πάρω;*

*Κ.: Έντυπο; Βασικά μπορούμε να σας δώσουμε τις Διαδρομές και το γενικό φυλλάδιο της έκθεσης. Τα υπόλοιπα δεν τα εκτυπώνουμε θα τα βρείτε στο site. (3)*

Επίσης το διαδίκτυο το χρησιμοποιούσαν όπως είπε η Κ. για να ανεβάζουν βίντεο και να αναρτούν επιστημονικά νέα

*Κ.: Επίσης ψηφιακό υλικό για τη διαφήμιση προς τα έξω εμείς έχουμε φτιάξει κάτι βίντεο , κάτι αφίσες, αλλά και για διαφημιστικούς σκοπούς γιατί κυρίως το βίντεο είναι για την επιστήμη, αλλά και για το κοινό που ίσως είναι μακριά και δεν μπορεί να επισκεφτεί την έκθεση και με αυτό τον τρόπο χρησιμοποιούμε το διαδίκτυο και ανεβάζουμε και βίντεο και επιστημονικά νέα.*

Ακόμα κάποιο χρονικό διάστημα μοίραζαν και ερωτηματολόγια στις μεμονωμένες επισκέψεις της έκθεσης όπως ανέφερε η Κ..

*Κ.: Κατά καιρούς έχουμε χρησιμοποιήσει ερωτηματολόγια αλλά δεν υπάρχει ένας μόνιμος τρόπος έτσι που να λαμβάνουμε τις επιδόσεις των παιδιών.*

*Ερευνήτρια: Στα ερωτηματολόγια τι ρωτάτε;*

*Κ.: Τα ερωτηματολόγια εξαρτάται είχαν διαφορετικούς σκοπούς. : ας πούμε κατά καιρούς τα ερωτηματολόγια χρησιμοποιούνταν κυρίως σε ελεύθερη επίσκεψη για το κοινό τα Σαββατοκύριακα που ερχόντουσαν παιδιά αλλά όχι για σχολείο με τους γονείς τους.*

*Ερευνήτρια: Ναι*

*Κ.: Οπότε είχαμε ερωτηματολόγια για τις εντυπώσεις τους από την έκθεση, αν θα ήθελαν να προσθέσουν κάτι ή αν τους άρεσαν οι δραστηριότητες που οργανώνουμε τα πειράματα.*

*Ερευνήτρια: Δηλαδή να γράψουν τις εντυπώσεις τους τα παιδιά.*

*Κ.: Τα παιδιά ή οι μεγάλοι. Τα ερωτηματολόγια αφορούσαν όλους όποτε και παιδιά.*

Το εκπαιδευτικό υλικό, που υπάρχει στο site του μουσείου για την έκθεση Επιστήμη και Τεχνολογία αφορά το τι μπορούν να μάθουν τα παιδιά μέσα από την ενασχόληση με τα εκθέματα της έκθεσης, την περιγραφή των εκθεμάτων όπως και φωτογραφίες από τα εκθέματα. Στην συνέχεια θα αναφερθούν

στοιχεία με τα τέσσερα εκθέματα «που βρίσκομαι», «ηχητικά κύματα», «αντιγραφή του ήχου», «εικονικά κρουστά» ως προς τον τρόπο αναπαράστασης της μουσικής σε κάθε έκθεμα, τη συσχέτιση μαθηματικών και μουσικής, την καλλιέργεια διαδραστικότητας μεταξύ χρήστη και εκθέματος, την καλλιέργεια βιωματικής προσέγγισης της γνώσης και στους τρόπους με τους οποίους οι πληροφορίες και οι έννοιες στις οποίες επικεντρώνεται το έκθεμα γίνονται κατανοητές μέσα από συγκεκριμένες εμπειρίες.

### **7.3 Εκθέματα**

#### **7.3.1 Που βρίσκομαι**

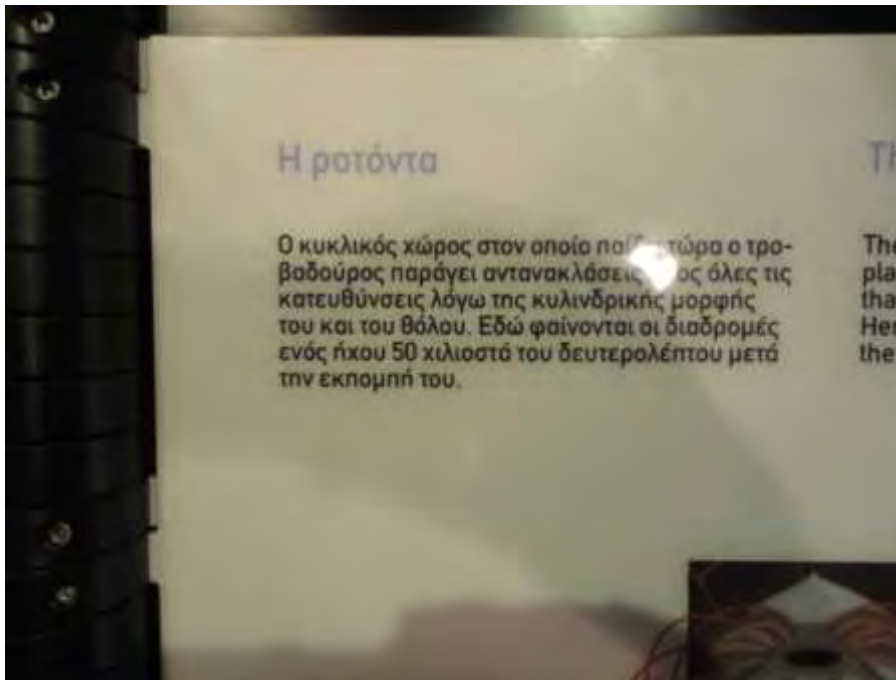
##### 7.3.1.1 Τρόποι αναπαράστασης της μουσικής

Μέσα από το συγκεκριμένο έκθεμα οι μαθητές θα συνειδητοποιήσουν ότι ο ήχος που αντιλαμβάνονται επηρεάζεται από το χώρο στο οποίο βρίσκονται και τα αντικείμενα γύρω τους. Ο μαθητής γυρνώντας τις σελίδες του βιβλίου και φορώντας τα ακουστικά ακούει τον τροβαδούρο που βρίσκεται σε διαφορετικούς χώρους με διαφορετικές ακουστικές ιδιότητες.

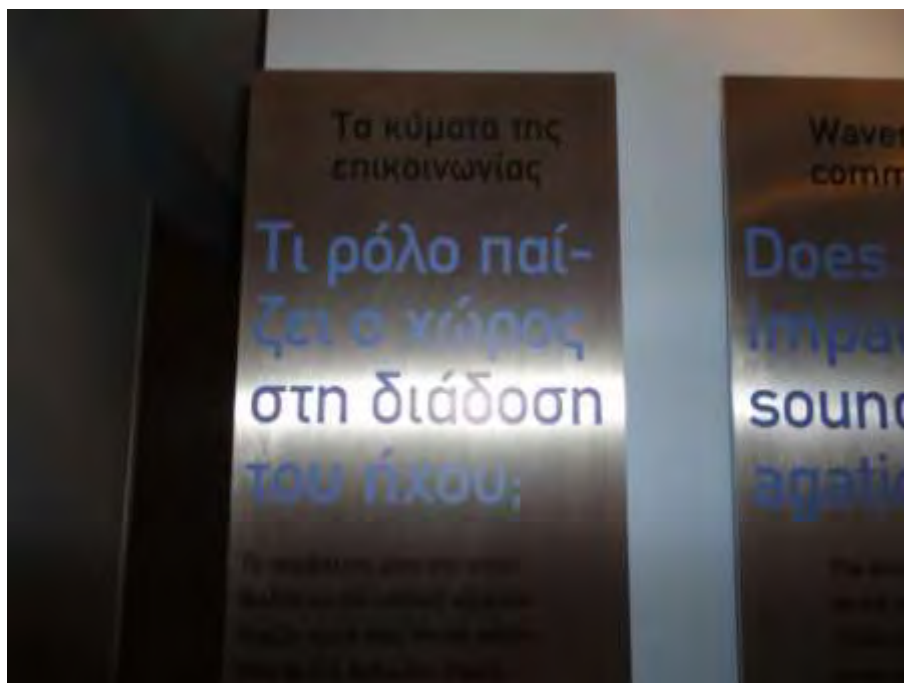


Εικόνα 61 Το έκθεμα «Που βρίσκομαι»

Ο ήχος που βγάζει ο τροβαδούρος όπως και οι ακουστικές ιδιότητες του επηρεάζονται από φυσικά μεγέθη όπως ηχώ, αντήχηση, διάθλαση, ανάκλαση.

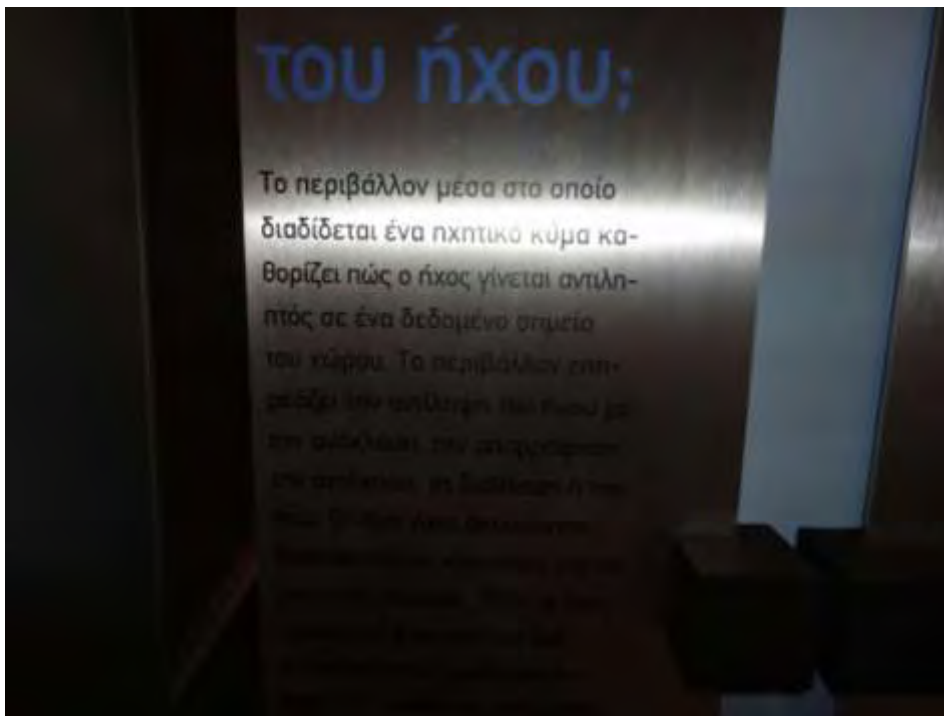


Εικόνα 62 Μια από τις σελίδες του βιβλίου στο έκθεμα

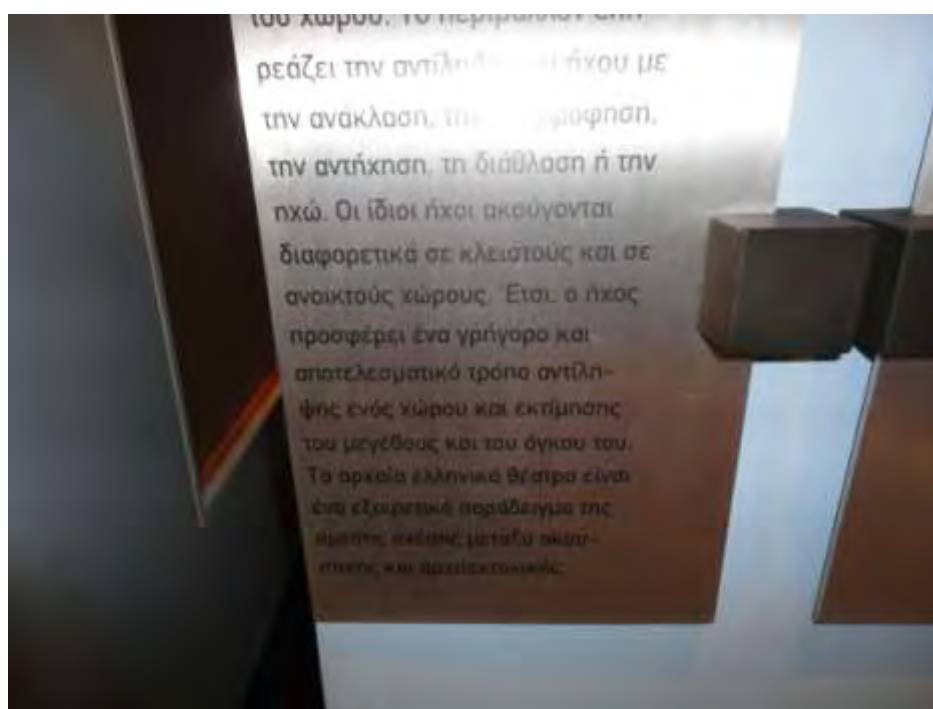


Εικόνα 63 Επισήμανση παράθεσης πληροφοριών και γνώσεων

Δίπλα στο έκθεμα αναγράφονται κείμενα που μεταφέρουν γνώσεις σε σχέση με τα φυσικά φαινόμενα που προβάλλει το έκθεμα και οδηγίες σε σχέση με τις δραστηριότητες που πρέπει να διεκπεραιώσει ο χρήστης σε σχέση με το έκθεμα.



Εικόνα 64 Επισήμανση παράθεσης πληροφοριών και γνώσεων



Εικόνα 65 Επισήμανση παράθεσης γνώσεων

Η μουσική στο συγκεκριμένο έκθεμα αναπαριστάται μέσα από την μουσική του τροβαδούρου, που παίζει την λύρα του, την οποία ακούει ο χρήστης του εκθέματος καθώς φοράει τα ακουστικά και γυρνώντας τις σελίδες του βιβλίου. Επίσης η μουσική μπορεί να συσχετιστεί με την εικονική αναπαράσταση της λύρας που αποτελεί ένα μουσικό όργανο.

#### 7.3.1.2. Συσχέτιση μαθηματικών και μουσικής

Τα μαθηματικά παίζουν έμμεσο ρόλο στο έκθεμα μέσα από την απόσταση που πρέπει να είναι ο τροβαδούρος από τα αντικείμενα ώστε να εμφανιστεί το φαινόμενο της ανάκλασης, της διάθλασης, της αντήχησης και της ηχώ. Η απορρόφηση ενός μέρος του ηχητικού κύματος εξαρτάται όχι μόνο από την θέση της ηχητικής πηγής στο χώρο αλλά και από το υλικό του εμποδίου που βρίσκεται απέναντι της. Επίσης το περιβάλλον αλλά και σε ποιο σημείο του χώρου είναι τοποθετημένος ο τροβαδούρος επηρεάζει την εμφάνιση φυσικών εννοιών της ηχώ, της αντήχησης και της διάθλασης του ήχου.

Έτσι η απόσταση που βρίσκεται το εμπόδιο από την ηχητική πηγή μπορεί να επηρεάσει το φαινόμενο της ηχώ και της αντήχησης. Αν το εμπόδιο βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη από 17 μέτρα τότε παρατηρείται πως ο κρότος που δημιουργείται επαναλαμβάνεται αυτό το φαινόμενο ονομάζεται ηχώ. Αν το εμπόδιο βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη από 17 μέτρα τότε ο ήχος απλώς δυναμώνει. Το φαινόμενο ονομάζεται αντήχηση και στηρίζεται στο ότι τα ηχητικά κύματα ανακλώνται και επιστρέφουν ενισχυμένα όταν συναντήσουν ένα κοντινό εμπόδιο. Στο φαινόμενο της διάθλασης όταν η απόσταση του υλικού μέσου αλλάζει σταδιακά τότε τα ηχητικά κύματα μπορούν να αλλάξουν κατεύθυνση.

Σύμφωνα με τα παραπάνω μαθηματικές έννοιες όπως αποστάσεις, ύψος αλλά και η συγκεκριμένη χωρική θέση του τροβαδούρου επηρεάζουν κατά πολύ φυσικά φαινόμενα όπως αντήχηση, διάθλαση, ηχώ. Επίσης η αρχιτεκτονική του χώρου που βρίσκεται ο τροβαδούρος επηρεάζεται από μαθηματικές έννοιες, σχέσεις και πράξεις. Η αρχιτεκτονική του χώρου αλλά και το αν είναι κλειστός ή ανοιχτός καθορίζει κατά πολύ την εμφάνιση των συγκεκριμένων

φυσικών φαινομένων. Επίσης και η ταχύτητα που κινείται ο ήχος όπως παρουσιάζεται στην ροτόντα «80 χιλιοστά του δευτερολέπτου» δηλώνει την εμφάνιση μαθηματικών εννοιών.

Κάθε χώρος στις σελίδες του βιβλίου εμφανίζεται με ένα τίτλο όπως ροτόντα και περιγράφεται παρακάτω στην σελίδα ενώ ο τροβαδούρος μπορεί να βρίσκεται και σε εξωτερικούς χώρους όπως κάτω από μια πύλη ενός κάστρου. Έτσι τα μαθηματικά εμφανίζονται μέσω της φυσικής ενώ την μουσική ο χρήστης του εκθέματος την ακούει φορώντας τα ακουστικά.

### 7.3.1.3 Διάδραση μεταξύ εκθέματος και χρήστη

Μέσα από την μουσική που άκουσα από τα ακουστικά γυρνώντας τις σελίδες του βιβλίου συμμετείχα ενεργά στην εκπαιδευτική διαδικασία όπως κάθε άλλος χρήστης του εκθέματος.



*Εικόνα 66 Στιγμιότυπο από μεμονωμένες επισκέψεις*

Επίσης τα δυο ακουστικά που υπάρχουν στο έκθεμα μπορούν να δώσουν τη δυνατότητα ενασχόλησης όχι μόνο από ένα άτομο αλλά και από δύο. Η



διαδραστικότητα μεταξύ του εκθέματος και του χρήστη καλλιεργούνταν εφόσον ο χρήστης μπορούσε να δράσει πάνω στα εκθέματα γυρνώντας τις σελίδες του βιβλίου και ακούγοντας συγκεκριμένους ήχους. Σύμφωνα με την ενασχόληση μου με το έκθεμα μπορούσα να προχωρήσω την λειτουργία του εκθέματος μέχρι όποιο σημείο ήθελα χωρίς να γυρίσω όλες τις σελίδες του βιβλίου. Έτσι μπορούσα να διαλέξω ποιους ήχους θα ακούσω ελέγχοντας την λειτουργία του εκθέματος. Τα ακουστικά αύξαναν τη διαδραστικότητα γιατί μπορούσε ο χρήστης να έχει ηχητική αναπαράσταση των ήχων και να κατανοήσει τις διαφορετικές ακουστικές ιδιότητες που του πρόσδιδαν τα φυσικά φαινόμενα με αποτέλεσμα να κατανοήσει καλύτερα και τα ίδια φυσικά φαινόμενα.

#### 7.3.1.4 Βιωματική προσέγγιση της γνώσης

Η βιωματική ενασχόληση του χρήστη στο συγκεκριμένο έκθεμα αφορά την αλλαγή σελίδων στο βιβλίο και την παρατήρηση των κειμένων και των εικόνων που υπάρχουν σε αυτές. Επίσης αφορά και την ακοή των διαφορετικών ήχων που αναπαράγει κάθε φορά ο τροβαδούρος λόγω της αντήχησης, της διάθλασης, της ηχώ.

Η βιωματική ενασχόληση με βοήθησε ώστε να συνδέσω το περιβάλλον που βρίσκεται ο τροβαδούρος με τον ήχο που αναπαράγει. Αυτό συνέβη καθώς παρατηρούσα τις εικόνες πάνω στις οποίες αναγράφεται η κατεύθυνση των ηχητικών κυμάτων καθώς συναντάνε κάποια εμπόδια. Ακόμα η οπτική αναπαράσταση του χώρου στις σελίδες με βοήθησε να κατανοήσω την αρχιτεκτονική του χώρου και την θέση που βρισκόταν ο τροβαδούρος .

Έτσι ήρθα σε επαφή με διάφορα ακουστικά ερέθισμα και φόρμες, αντιλήφθηκα το περιβάλλον που βρισκόνταν ο τροβαδούρος οπτικά και χωρικά, καλλιέργησα το λογικό και μαθηματικό μου πνεύμα μέσα από την σύνδεση της πορείας του ηχητικού κύματος και την ταχύτητα που κινείται με τα εμπόδια που συναντάει. Επιπρόσθετα μέσα από την ενασχόληση μου με το συγκεκριμένο έκθεμα μπλέχτηκα σε μια προσωπική ανακάλυψη των φυσικών εννοιών που προέβαλλε. Αυτό συνέβαινε εφόσον παρατηρούσα από μόνη μου την πορεία του ηχητικού κύματος που αναπαρήγαγε ο τροβαδούρος καθώς

ήταν απεικονισμένη στις σελίδες του βιβλίου.

Η πορεία του ηχητικού κύματος συνδεόμενη με το φυσικό φαινόμενο αντήχηση, διάθλαση, ηχώ έδινε διαφορετικές ακουστικές ιδιότητες στον ήχο που έβγαζε ο τροβαδούρος κάθε φορά που βρισκόταν σε διαφορετικό περιβάλλον.

#### 7.3.1.5 Συσχέτιση γνώσεων με άμεση εμπειρία χρήστη

Το έκθεμα «που βρίσκομαι» μεταφέρει γνώσεις σε σχέση με την αντήχηση, τη διάθλαση και την ηχώ. Οι συγκεκριμένες γνώσεις γίνονται κατανοητές καθώς γύριζα τις σελίδες του βιβλίου και άκουγα τους ήχους που δημιουργούσε ο τροβαδούρος σε διαφορετικό περιβάλλον και χώρους.

Έτσι μπορούσα να οδηγηθώ σε συμπεράσματα σε σχέση με τα προαναφερθέντα φυσικά φαινόμενα, παρατηρούσα την πορεία του ηχητικού κύματος και τα εμπόδια που συναντάει στον δρόμο του ώστε να αλλάξει κατεύθυνση και σύνδεσα την πορεία του ηχητικού κύματος και τον ήχο που άκουσα με τα φυσικά φαινόμενα της διάθλασης, αντήχησης, ηχώ. Ακόμα οι γνώσεις που προβάλλονται στα κείμενα δίπλα το έκθεμα της εμπέδωσα καθώς ασχολιόμουν βιωματικά με το έκθεμα. Το έκθεμα μου έδωσε τη δυνατότητα να ασχοληθώ με την φυσική με τα μαθηματικά που προβάλλονται μέσα από φυσικές έννοιες και την μουσική ακούγοντας τον ήχο που αναπαράγει ο τροβαδούρος.

Επιπρόσθετα οι νέες τεχνολογίες στην συγκεκριμένη περίπτωση δίνουν την δυνατότητα σύνδεσης εικόνας, κειμένου, ήχου. Τα ακουστικά που ήταν συνδεδεμένα με το βιβλίο μπορούσαν να δώσουν τη δυνατότητα αναπαραγωγής ήχου με διαφορετικές ακουστικές δυνατότητες επηρεασμένο από το περιβάλλον που βρίσκονταν ο τροβαδούρος.

Έτσι σύνδεσα τον ήχο με διαφορετικές ακουστικές ιδιότητες με το περιβάλλον που βρίσκονταν ο τροβαδούρος στο οποίο εμφανίζονταν είτε το φαινόμενο της αντήχησης, είτε το φαινόμενο της διάθλασης είτε το φαινόμενο της ηχώ.

Τέλος το βίωμα είναι πολύ σημαντικό εφόσον μου έφερε στο μυαλό

προηγούμενες εμπειρίες που σχετίζονται με την ακοή ήχων οι οποίοι ήταν επηρεασμένοι από τα φυσικά φαινόμενα που προέβαλε το συγκεκριμένο έκθεμα, αντήχηση, ηχώ, διάθλασης, ανάκλαση. Επίσης έφερε στο μυαλό μου και εμπειρίες σε σχέση με την ενασχόληση μου με μουσικά όργανα αφού ο τροβαδούρος αναπαριστάται με μια λύρα στο βιβλίο.

### 7.3.2 Ηχητικό κύμα

#### 7.3.2.1 Τρόποι αναπαράστασης της μουσικής

Το συγκεκριμένο έκθεμα αποτελείται από ένα κυλινδρικό δοχείο το οποίο στη μια βάση του έχει μια ελαστική επιφάνεια και στην άλλη του ένα κυκλικό άνοιγμα. Απέναντι από το κυλινδρικό δοχείο βρίσκεται κρεμασμένο ένα σύνολο στρογγυλών επιφανειών οι οποίες είναι ελεύθερες να κινηθούν σε οριζόντια διεύθυνση. Ο μαθητής χτυπάει την ελαστική επιφάνεια και παρατηρεί την αντίδραση των στρογγυλών επιφανειών.



Εικόνα 67 Το έκθεμα «Το ηχητικό κύμα»

Η μουσική αναπαριστάται στο συγκεκριμένο έκθεμα από τον ήχο που βγάζει

το παιδί καθώς χτυπάει την ελαστική επιφάνειά του κυλινδρικού δοχείου. Ο χρήστης του εκθέματος συνειδητοποιεί τη δημιουργία ηχητικού κύματος μέσα από την κίνηση των στρογγυλών επιφανειών. Η ταλάντωση της μεμβράνης μέσα από το χτύπημα στην μια βάση του κυλινδρικού δοχείου δημιουργεί στον αέρα πυκνώματα και αραιώματα το ένα μετά το άλλο. Το πρώτο πύκνωμα του αέρα απομακρύνεται από τη μεμβράνη και ακολουθείται από ένα αραιώμα, ένα πύκνωμα, ένα αραιώμα... Τα πυκνώματα και τα αραιώματα των μορίων του αέρα απομακρύνονται από τη μεμβράνη δημιουργώντας ένα ηχητικό κύμα.

Ακόμα ο χρήστης του εκθέματος μπορεί να συνδέσει τους ήχους στο κυλινδρικό δοχείο ώστε να δημιουργήσει ένα κομμάτι με ρυθμό, όπως πραγματοποίησα η ίδια με τους χτύπους στο έκθεμα.



Εικόνα 68 Οι στρογγυλές επιφάνειες του εκθέματος

### 7.3.2.2 Συσχετισμός μαθηματικών μουσικής

Φυσικές έννοιες όπως με πόση συχνότητα θα διαδοθεί το ηχητικό κύμα που θα δημιουργηθεί στον αέρα μετά από το χτύπο του χρήστη του εκθέματος στην ελαστική επιφάνεια του κυλινδρικού δοχείου συνδέονται άμεσα με τα μαθηματικά. Έτσι τα μαθηματικά συσχετίζονται με τη φυσική λόγω της αναπαραγωγής του ηχητικού κύματος και των ιδιοτήτων του. Ακόμα τα μαθηματικά μπορούν να συσχετιστούν με τη μουσική λόγω του συνδυασμού των κρότων με κάποιο ρυθμό που μπορεί να δημιουργηθεί από τον χρήστη, όπως δημιούργησα και εγώ. Σημαντικό είναι για να πραγματοποιηθεί η σύνδεση μαθηματικών και φυσικής που προαναφέρεται να δημιουργηθεί το ηχητικό κύμα και να ακουστεί ο ήχος που αναπαράγεται από το χτύπημα στην ελαστική επιφάνεια του κυλινδρικού δοχείου. Η δημιουργία ήχου δίνει τη δυνατότητα σύνδεσης φυσικής και μουσικής και συνεπώς έμμεσα μαθηματικών και μουσικής. Ακόμα και ο σκέτος κρότος μπορεί να συνδέσει μαθηματικές έννοιες που αφορούν τις ιδιότητες του ηχητικού κύματος με μουσική.

Οι φυσικές έννοιες που κατανόησα και πιο συγκεκριμένα η δημιουργία ηχητικού κύματος ήταν λόγω της παρατήρησης μου της κίνησης των στρογγυλών επιφανειών απέναντι από το κυλινδρικό δοχείο. Οι ιδιότητες του ηχητικού κύματος συνδέονται άμεσα με μαθηματικές έννοιες όπως η ποσότητα ενώ μαθηματικές πράξεις επηρεάζουν τον υπολογισμό της συχνότητας του ηχητικού κύματος.

Επιπρόσθετα δίπλα από το έκθεμα βρίσκονταν μια πινακίδα που παρουσίαζε πληροφορίες σε σχέση με το ηχητικό κύμα όπως πως δημιουργείται στο συγκεκριμένο έκθεμα και από τι αποτελείται όταν διαδίδεται στον αέρα και τι έπρεπε να κάνει ο χρήστης σε σχέση με την ενασχόληση του με το συγκεκριμένο έκθεμα ώστε να δημιουργηθεί το ηχητικό κύμα.



Εικόνα 69 Επιγραφή παράθεσης πληροφοριών

### 7.3.2.3 Διάδραση μεταξύ εκθέματος και χρήστη

Η διαδραστικότητα μεταξύ εκθέματος και χρήστη ήταν εμφανής μέσα από τους πειραματισμούς που πραγματοποιούσαν οι χρήστες καθώς χτυπούσαν την ελαστική επιφάνεια του κυλινδρικού δοχείου. Επιπρόσθετα ορισμένες φορές μετά την καθοδήγηση κάποιου ατόμου που ήταν παρών στην έκθεση για να συνειδητοποιήσω το ηχητικό κύμα καθόμουνα ανάμεσα στο κυλινδρικό δοχείο και τις στρογγυλές επιφάνειες. Έτσι ένιωθα τον αέρα που δημιουργούνταν από το χτύπο της ελαστικής επιφάνειας του κυλινδρικού δοχείου ο οποίος κουνούσε τις στρογγυλές επιφάνειες που βρίσκονταν απέναντί του.

Ακόμα εντύπωση μου έκανε η κίνηση των στρογγυλών επιφανειών απέναντι από το κυλινδρικό δοχείο την οποία σχολίασα με ένα άλλο άτομο που ήταν παρών στην έκθεση. Η διαδραστικότητα εμφανίζεται μέσα από την τροποποίηση των ήχων που έβγαζα από το κυλινδρικό δοχείο και τον πειραματισμό με αυτούς.

Ακόμα η κίνηση των στρογγυλών επιφανειών απέναντι από το κυλινδρικό δοχείο μου έδινε τη δυνατότητα να κατανοήσω τον ηχητικό κύμα μέσα από το δικό μου βίωμα και εμπειρία όπου στη συγκεκριμένη περίπτωση ήταν το χτύπημα μου στην ελαστική επιφάνεια του κυλινδρικού δοχείου.

Επίσης το έκθεμα καλλιεργούσε την ποικιλία αποκρίσεων μέσα από τους διαφορετικούς χτύπους των χρηστών. Η ίδια όπως και κάποιος άλλος χρήστης μπορούσε να καθορίσει τι θα ακούσει, να κατανοήσει τη διαφορά των ηχητικών κυμάτων που δημιουργούσε μέσα από την διαφορετική κίνηση των στρογγυλών επιφανειών αλλά και να συνδέσει την κίνηση των στρογγυλών επιφανειών με το χτύπημα στον κυλινδρικό δοχείο. Όσο πιο πολύ χτυπούσα την επιφάνεια του κυλινδρικού δοχείου και δημιουργούσα δυνατότερο ήχο κινιόντουσαν πιο πολύ οι στρογγυλές επιφάνειες απέναντι, όσο πιο λίγο χτυπούσα τόσο πιο χαμηλό ήχο δημιουργούσα και κινιόντουσαν πιο λίγο οι επιφάνειες απέναντι.

#### 7.3.2. 4 Βιωματική προσέγγιση της γνώσης

Το συγκεκριμένο έκθεμα καλλιέργησε τη βιωματική ενασχόληση μέσα από τους κρότους που δημιουργούσα στο κυλινδρικό δοχείο καθώς πειραματιζόμουνα χτυπώντας την ελαστική του επιφάνεια. Έτσι κατανόησα και ανακάλυψα σημαντικές φυσικές έννοιες μέσα από τις εμπειρίες μου και τα βιώματα μου που δημιουργήθηκαν καθώς ασχολιόμουνα με το συγκεκριμένο έκθεμα και δημιουργούσα ήχους διαφορετικής έντασης.

Οι φυσικές και μαθηματικές έννοιες που σχετίζονται με το ηχητικό κύμα και τις ιδιότητες του γίνονται εμφανές καθώς παρατηρούσα την κίνηση των στρογγυλών επιφανειών. Μέσα από τη συγκεκριμένη κίνηση συνειδητοποίησα τη δημιουργία του ηχητικού κύματος που δημιουργούνταν από το χτύπημα της ελαστικής επιφάνειας του κυλινδρικού δοχείου.

Επίσης η ενασχόληση μου με το συγκεκριμένο έκθεμα μπορεί να οδηγήσει σε μια ποικιλία αποκρίσεων εφόσον κάθε φορά χτυπούσα την ελαστική επιφάνεια του κυλινδρικού δοχείου με διαφορετική δύναμη αλλά και να μου φέρει στο μυαλό παλιότερες εμπειρίες που έχουν σχέση με την ενασχόληση μου με κρουστά μουσικά όργανα όπως το ταμπούρλο. Όσο χτυπούσα πιο δυνατά την ελαστική επιφάνεια του κυλινδρικού δοχείου ακούγονταν πιο δυνατός ήχος. Έτσι δημιουργούνταν περισσότερα πυκνώματα και αραιώματα που κινούνταν με μεγαλύτερη ταχύτητα με αποτέλεσμα οι στρογγυλές επιφάνειες που είναι απέναντι από το κυλινδρικό δοχείο να σείονταν περισσότερο.

Η βιωματική ενασχόληση, λοιπόν, μπορεί να βοηθήσει ώστε να κατανοήσει καλύτερα ο χρήστης του εκθέματος όπως συνέβη και σε μένα τη δημιουργία του ηχητικού κύματος μέσα από τους κρότους που πραγματοποιεί στο κυλινδρικό δοχείο.

#### 7.3.2.5 Συσχέτιση γνώσεων με άμεση εμπειρία του χρήστη

Το έκθεμα «ηχητικό κύμα» μου έδωσε τη δυνατότητα να ανακαλύψω φυσικές έννοιες εφόσον δεν δυσκολεύτηκα να διεκπεραιώσω την δραστηριότητα που συσχετιζόταν με αυτό. Παρατήρησα την κίνηση των στρογγυλών επιφανειών αφού χτυπούσα την ελαστική επιφάνεια του και σύνδεσα την συγκεκριμένη κίνηση με τη δημιουργία ηχητικού κύματος.

Οι φυσικές έννοιες που γίνονταν αντιληπτές όχι μόνο μέσα από τους κρότους που δημιουργούσα στο κυλινδρικό δοχείο αλλά και με την παρατήρηση των κειμένων από το μέρος μου και των πληροφοριών που παρουσιάζονταν για το ηχητικό κύμα. Μαθηματικές έννοιες στο συγκεκριμένο έκθεμα όπως η ποσότητα μπορούν να συνδεθούν με φυσικές έννοιες όπως η συχνότητα που μπορεί να διαδοθεί ένα ηχητικό κύμα στον αέρα. Επίσης μαθηματικές πράξεις μπορούν να συνδεθούν άμεσα με φυσικές έννοιες.

Το ηχητικό κύμα που δημιουργούνταν στο έκθεμα από τον χρήστη αποτελείται από πυκνώματα και αραιώματα ενώ η συχνότητα που εκφράζει την ταχύτητα ταλάντωσης και μετράται σε κύκλους ανά δευτερόλεπτο (Hertz, Hz) καθορίζει πόσο δυνατός ή χαμηλός είναι ένας ήχος. Επίσης ο ήχος που αναπαρήγαγα μέσα από τον κρότους που πραγματοποίησα στο κυλινδρικό δοχείο αλλά και ο συνδυασμός των κρότων με κάποιο ρυθμό μπορούν να συνδέσουν τη φυσική με τη μουσική και συνεπώς τη μουσική με τα μαθηματικά. Οι πειραματισμοί στο έκθεμα με βοήθησαν να συνδέσω τις εμπειρίες με τις γνώσεις που απέκτησα σε σχέση με φυσικές και μαθηματικές έννοιες. Ακόμα η αναπαραγωγή ήχων έδωσε τη δυνατότητα σύνδεσης της μουσικής με τα μαθηματικά και τη φυσική.



### 7.3.3. Η μετατροπή του ήχου

#### 7.3.3.1 Τρόποι αναπαράστασης της μουσικής

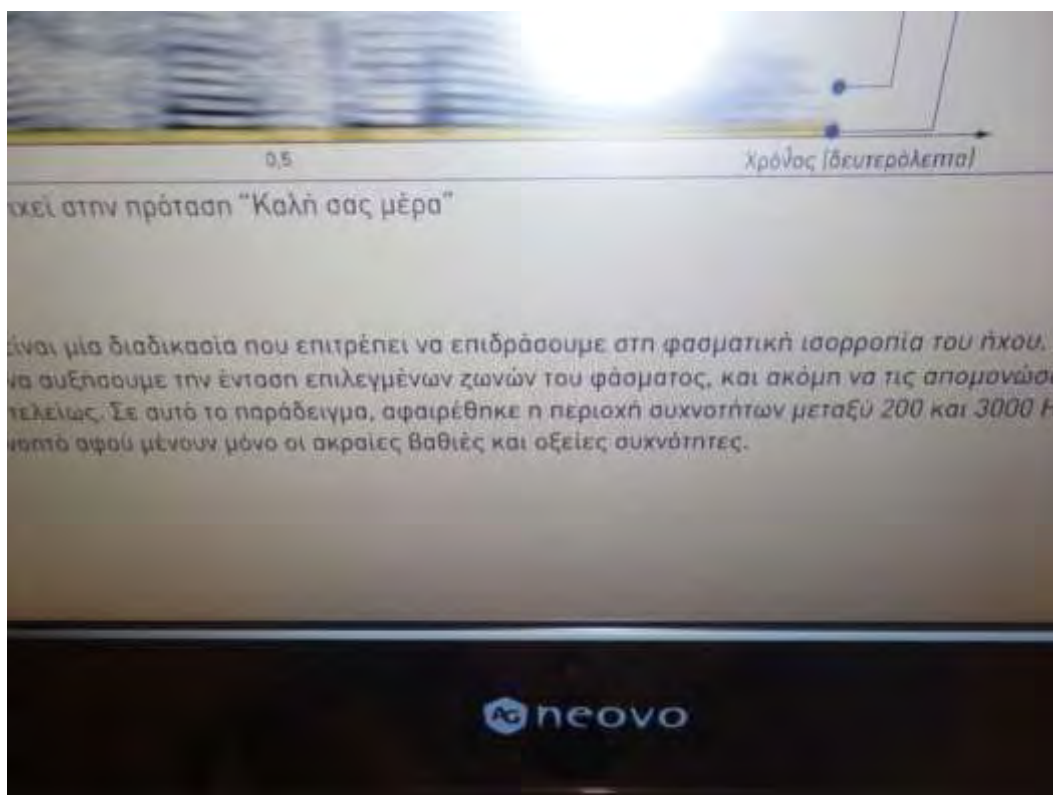
Το έκθεμα αποτελείται από ένα μικρόφωνο στο οποίο το παιδί μπορεί να ηχογραφήσει τη φωνή του, ακουστικά και έναν υπολογιστή. Σκοπός του είναι οι μαθητές να μελετήσουν τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να αλλάξουν τα χαρακτηριστικά ενός ήχου. Ο μαθητής ηχογραφεί το φωνή του με ένα μικρόφωνο ή επιλέγει έναν από τους τρεις άλλους ήχους που προσφέρει το έκθεμα. Οι ήχοι αυτοί είναι οι εξής: ήχος χαλικιού, λαλιά κόκορα και ήχος καμπάνας. Ακούει τους παραπάνω ήχους είτε στην κανονική, είτε με πολύ μεγαλύτερη ταχύτητα είτε με πολύ μικρή ταχύτητα φορώντας τα ακουστικά και πατώντας ένα από τα κουμπιά που υπάρχουν στην εφαρμογή.

Ο χρήστης ηχογραφεί τη φωνή του και την ακούει πως θα ήτανε εάν προφερόταν ανάποδα. Ακόμα ακούει τους ήχους με κάποια επεξεργασία ή σε ένα σύνθετο περιβάλλον όπως φλιταρισμένη φωνή σε υψηλές συχνότητες, φλιταρισμένη φωνή σε μεσαίες και χαμηλές συχνότητες άλλα και καλυμμένη φωνή κόκορα, σύνθεση ήχου καμπάνας, αντήχηση ήχου χαλικιού.

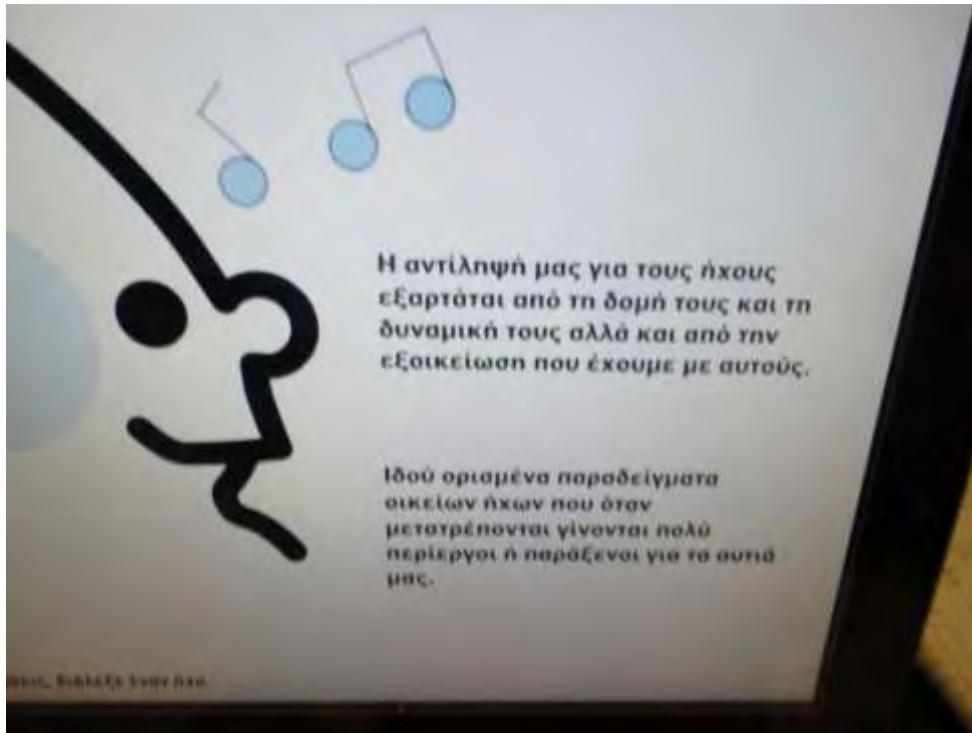
Στην οθόνη του υπολογιστή εμφανίζονται γραφικές παραστάσεις οι οποίες δείχνουν τις συχνότητες της ηχογραφημένης φλιταρισμένης φωνής σε χαμηλές, μεσαίες και υψηλές συχνότητες σε σχέση με τον χρόνο που διαρκούν καθώς ηχογραφούνται. Επίσης απεικονίζεται η γραφική παράσταση της ηχογραφημένης φωνής σε ένα συγκεκριμένο χρόνο όταν την ακούει ο μαθητής με πολύ μικρότερη ταχύτητα από ότι είναι κανονικά δηλαδή με επιβράδυνση. Το ίδιο συμβαίνει και στην ηχογραφημένη φωνή του μαθητή που ακούγεται με πολύ μεγαλύτερη ταχύτητα από ότι είναι κανονικά δηλαδή με επιτάχυνση.



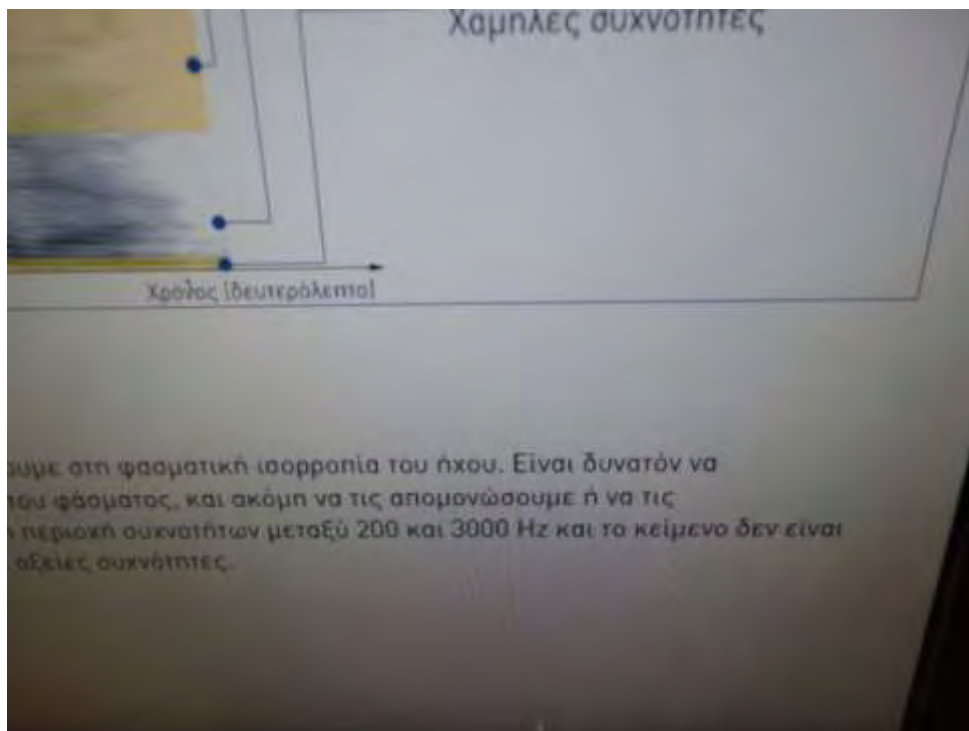
Εικόνα 70 Το έκθεμα «Η μετατροπή του ήχου»



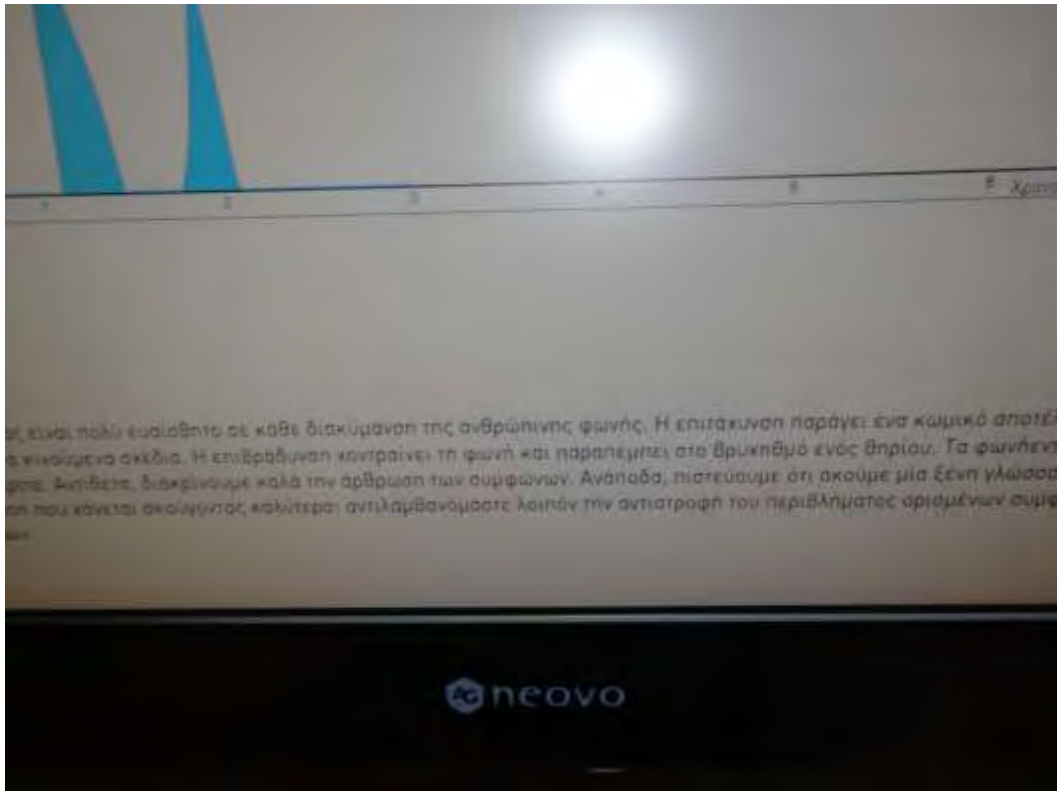
Εικόνα 71 Εμφάνιση γραφικής αναπαράστασης στην ψηφιακή εφαρμογή



Εικόνα 72 Επισήμανση παράθεσης πληροφοριών στο έκθεμα



Εικόνα 73 Εμφάνιση γραφικής παράστασης στο έκθεμα



Εικόνα 74 Επισήμανση παράθεσης πληροφοριών στο έκθεμα

Η μουσική στο συγκεκριμένο έκθεμα φαίνεται από τον ήχο που μπορεί να ηχογραφήσει ο μαθητής ο οποίος μπορεί να είναι ένα τραγούδι ή ένα κομμάτι με μελωδία ή ρυθμό. Σύμφωνα με την παρατήρηση τα παιδιά μπορούσαν να ηχογραφήσουν διάφορους ήχους από μια φράση «όπως καλή σας μέρα» μέχρι ένα κομμάτι από ένα τραγούδι.

#### 7.3.3.2 Συσχέτιση μουσικής και μαθηματικών

Τα μαθηματικά εμφανίζονται στο συγκεκριμένο έκθεμα μέσω της φυσικής. Πιο συγκεκριμένα κάνουν εμφανής την παρουσία τους στις γραφικές παραστάσεις μέσα από τις τιμές της συχνότητας των ήχων που επεξεργάζονται τα παιδιά και του χρόνου που ηχογραφούν τη φωνή τους.

Έτσι τα μαθηματικά εμφανίζονται έμμεσα μέσω φυσικών εννοιών όπως τη συχνότητα, την αντήχηση, την ταχύτητα που μπορεί να τρέχει το ηχητικό κύμα η οποία συνδέεται με την συχνότητα του ηχητικού κύματος που αναπαράγεται καθώς διαδίδεται και τον χρόνο. Η ταχύτητα που τρέχει το ηχητικό κύμα και συνεπώς η ανθρώπινη φωνή μπορεί να επηρεάσει το πως θα ακουστεί από το ανθρώπινο αυτί.

Ακόμα τα μαθηματικά δεν επηρεάζουν μόνο τη συχνότητα του ηχητικού κύματος άλλα και την αντήχηση, η οποία εμφανίζεται μέσα από τον ήχο του χαλικιού και η οποία καθορίζεται από το περιβάλλον όπου βρίσκεται η ηχητική πηγή και από την απόσταση που είναι γύρω της τα φυσικά εμπόδια για να δημιουργηθεί η αντήχηση. Η μουσική συνδέεται με τα μαθηματικά εφόσον ένα κομμάτι από ένα τραγούδι που ηχογράφησα μπορούσα να το επεξεργαστώ και να το ακούσω φιλτραρισμένο σε χαμηλή, μεσαία και υψηλή συχνότητα, ανάποδα αλλά και αργά και γρήγορα. Έτσι οι μαθηματικές έννοιες που μπορούν να αφορούν την ποσότητα της συχνότητας που είναι ένα φυσικό μέγεθος ή οι μαθηματικές πράξεις που μπορούν να αφορούν τον υπολογισμό της συχνότητας που επηρεάζεται από την ταχύτητα ταλάντωσης του ηχητικού κύματος άρα και την ταχύτητα με την οποία κινείται το ηχητικό κύμα συμβάλουν σημαντικά ώστε η μουσική που αφορά το κομμάτι που ηχογράφησα να συνδέεται με τα μαθηματικά μέσω φυσικών εννοιών.

#### 7.3.3.3 Διάδραση μεταξύ χρήστη και εκθέματος

Η διάδραση στο έκθεμα εμφανιζόταν μέσα από την επεξεργασία των ήχων που πραγματοποίησα είτε ήταν ηχογραφημένοι είτε δεν ήταν. Μπορούσα να δημιουργήσω δικούς μου ήχους μέσα από την ηχογράφηση της φωνής και να επεξεργαστώ ήχους που ήταν έτοιμοι από την ψηφιακή εφαρμογή. Οι μορφές αλληλεπιδράσεις που δημιουργούνται μεταξύ χρήστη και εκθέματος περιλαμβάνουν δυνατότητα για επιλογή και λήψη αποφάσεων και για εξαγωγή συμπερασμάτων μέσα από την επεξεργασία των ηχογραφημένων ήχων και των έτοιμων ήχων από την ψηφιακή εφαρμογή, όπως συνέβη και σε μένα. Ακούγοντας τους ήχους πειραματιζόμουνα πατώντας τα διάφορα πλήκτρα, τους επεξεργαζόμουνα μέσα από το πάτημα των πλήκτρων στην ψηφιακή εφαρμογή έβλεπα τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες τους μέσα από τις γραφικές αναπαραστάσεις και τα κείμενα.

Στο συγκεκριμένο έκθεμα είχα τη δυνατότητα να δημιουργήσω δικούς μου ήχους με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί μια ευρεία γκάμα επιλογών σε σχέση με τους ηχογραφημένους ήχους που μπορούσα να επεξεργαστώ καλλιεργώντας μια ευρεία ποικιλία αποκρίσεων από τους χρήστες του εκθέματος.

Σε γενικές γραμμές το συγκεκριμένο έκθεμα περνάει στην ουσιαστική διαδραστικότητα εφόσον ηχογράφησα τους ήχους που έπρεπε να επεξεργαστώ, τροποποιούσα τους ήχους που άκουγα από τον υπολογιστή πατώντας τα πλήκτρα της ψηφιακής εφαρμογής αλλά και άλλαξα τους ήδη έτοιμους ακούγοντας τους με διαφορετικές ακουστικές ιδιότητες από ότι είναι κανονικά όπως τον ήχο του χαλικιού επηρεασμένο από το φυσικό φαινόμενο της αντήχησης. Σημαντικό ρόλο στο να συγκρίνω τους διαφορετικούς ήχους έπαιζαν οι γραφικές αναπαραστάσεις που εμφανίζονται στην οθόνη του υπολογιστή αλλά και τα κείμενα. Επίσης τα ακουστικά βοηθούσαν ώστε να παρέχεται στους χρήστες η δυνατότητα καλύτερης επεξεργασίας και κατανόησης των γραφικών παραστάσεων από μέρους τους. Τα δύο ακουστικά στο έκθεμα μπορούσαν να δώσουν την δυνατότητα ενασχόλησης δυο ατόμων με την ψηφιακή εφαρμογή.

#### 7.3.3.4 Βιωματική προσέγγιση της γνώσης

Το συγκεκριμένο έκθεμα καλλιέργησε την βιωματική ενασχόληση μέσα από τους ήχους που άκουγα και επεξεργαζόμουν. Έτσι κατόρθωσα και ανακάλυψα τις διαφορές των ήχων καθώς τους επεξεργαζόμουν και τους ηχογραφούσα. Οι φυσικές και μαθηματικές έννοιες γίνονται εμφανές καθώς παρατηρούσα τις γραφικές παραστάσεις των ήχων που επεξεργαζόμουν αλλά και τα κείμενα που υπήρχαν δίπλα σε αυτές.

Φυσικές έννοιες αλλά και φυσικά μεγέθη που εμφανίζονται είναι σε πόσο χρόνο διαδίδεται ένας συγκεκριμένος ήχος, η συχνότητα και η ταχύτητα του ήχου που διαδίδεται δίνοντας του ορισμένες ακουστικές ιδιότητες, η αντήχηση και άλλα. Η ταχύτητα διάδοσης του ήχου της ανθρώπινης φωνής μπορεί να επηρεάσει τις ακουστικές ιδιότητες της ανθρώπινης φωνής αλλά και την άρθρωση της στον προφορικό λόγο σε σχέση με την αναπαραγωγή των φωνηέντων και των συμφώνων.

Η βιωματική ενασχόληση, λοιπόν, με βοήθησε ώστε να κατανοήσω πιο εύκολα πως μπορεί να διαφέρει ένας ήχος εάν ακουστεί γρήγορα, αργά ή ανάποδα, φλιταρισμένος με μεσαίες χαμηλές ή υψηλές συχνότητες αλλά και επηρεασμένος από φυσικά φαινόμενα όπως η αντήχηση. Επιπρόσθετα η βιωματική ενασχόληση

μου έδωσε τη δυνατότητα να κατανοήσω πιο εύκολα τις γνώσεις που προβάλλονται μέσα από το έκθεμα παρά να τις διαβάσω από ένα κείμενο.

#### 7.3.3.5. Συσχέτιση γνώσεων με άμεση εμπειρία χρήστη

Το έκθεμα «η μετατροπή του ήχου» μου έδωσε τη δυνατότητα να ανακαλύψω φυσικές έννοιες εφόσον δεν δυσκολεύτηκα να διεκπεραιώσω τη δραστηριότητα που συσχετιζόταν με αυτό. Οι φυσικές έννοιες γίνονταν αντιληπτές όχι μόνο μέσα από την ακοή των συγκεκριμένων ήχων που αναπαράγονταν από τον υπολογιστή αλλά και μέσα από τις γραφικές παραστάσεις που εμφανίζονταν στην οθόνη ύστερα από την επεξεργασία των ήχων.

Μαθηματικές έννοιες στην συγκεκριμένη ψηφιακή εφαρμογή όπως η ποσότητα μπορούν να συνδεθούν με φυσικές έννοιες όπως την συχνότητα και την ταχύτητα με βάση την οποία μπορεί να διαδοθεί ένα ηχητικό κύμα. Έτσι ο ήχος που ηχογραφήσασα, ο οποίος μπορούσε να είναι από μια λέξη μέχρι μια ολόκληρη φράση, πρόταση, τον επεξεργαζόμουν με βάση τα περιθώρια και τις επιλογές που μου παρείχε η ψηφιακή εφαρμογή.

Έτσι τα μαθηματικά που συνδέονται άμεσα με την φυσική στο συγκεκριμένο έκθεμα μπορούν να συνδεθούν έμμεσα με την μουσική μέσω φυσικών εννοιών εφόσον ηχογράφησα ένα μικρό κομμάτι από ένα τραγούδι και ύστερα επεξεργάστηκα τον ήχο που αναπαρήγαγε η συγκεκριμένη ηχογράφιση.

Μπλέχτηκα ενεργά στην εκπαιδευτική διαδικασία αφού επεξεργαζόμουν από μόνη μου τους ήχους πατώντας τα κατάλληλα πλήκτρα είτε ήταν ηχογραφημένοι είτε ήταν έτοιμοι από τον υπολογιστή. Η ενεργή εμπλοκή στη διαδικασία μάθησης που προσφέρει το έκθεμα μπορεί να οδηγήσει στην εκμάθηση σημαντικών γνώσεων σε σχέση με την ψηφιακή τεχνολογία η οποία εμφανίζεται σήμερα καθημερινά στην ζωή των ανθρώπων.

Τέλος το παραπάνω έκθεμα συνδυάζει γνώσεις από τα μαθηματικά, την φυσική, τις νέες τεχνολογίες και την μουσική. Η μουσική εμφανίζεται μέσα από τους ήχους που μπορούν να ηχογραφηθούν και η φυσική με τις νέες τεχνολογίες μέσα από την επεξεργασία των συγκεκριμένων ήχων. Επίσης οι γραφικές παραστάσεις μπορούσαν να βοηθήσουν σε κάποια σημεία όπως όταν άκουγα την ανθρώπινη

φωνή φλιταρισμένη σε μεσαίες, υψηλές, χαμηλές συχνότητες. Υπάρχουν περιπτώσεις, όμως, που ο χρήστης μπορούσε να μπερδευτεί στην ερμηνεία τους αν δεν ήταν καλός γνώστης των φυσικών εννοιών που προαναφέρονται όπως η ταχύτητα διάδοσης του ηχητικού κύματος.

#### **7.3.4. Εικονικά κρουστά**

##### 7.3.4.1 Τρόποι αναπαράστασης της μουσικής

Όταν ο μαθητής παίζει με τα εικονικά κρουστά κάθε χειρονομία του παίχτη ανιχνεύεται από μια κάμερα. Το πεδίο της κάμερας χωρίζεται σε δέκα περιοχές που αντιστοιχούν σε πέντε διαφορετικά εικονικά κρουστά στα αριστερά του παίχτη και άλλα πέντε στα δεξιά του. Η εικόνα που λαμβάνεται αναλύεται στην συνέχεια από τον υπολογιστή που παράγει τους ήδη προγραμματισμένους ήχους των κρουστών. Ανάλογα με την θέση των χεριών, την ταχύτητα και τον εύρος των κινήσεων ο ήχος είναι ισχυρός ή ασθενής. Μουσική χωρίς όργανο είναι η παραγωγή ήχων με ένα τεχνικό σύστημα που ανιχνεύει τις κινήσεις.



Εικόνα 76 Το έκθεμα «Εικονικά κρουστά»

Οι μαθητές μπαίνουν μέσα σε ένα μικρό κλειστό δωμάτιο μέσα στο οποίο βρίσκονται κατάλληλοι αισθητήρες καθώς και ένα κάθισμα. Οι αισθητήρες είναι τοποθετημένοι με τέτοιον τρόπο, ώστε να ανιχνεύουν τις κινήσεις των χεριών και



του σώματός ανάλογα με το ύψος στο οποίο αυτές γίνονται. Κάθε ένας από τους αισθητήρες αυτούς είναι συνδεδεμένος και με ένα κύκλωμα αναπαραγωγής ενός συγκεκριμένου ήχου από ένα κρουστό μουσικό όργανο. Επίσης εκτός από τους αισθητήρες υπάρχει και η κάμερα που ανιχνεύει τις κινήσεις των παιχτών και είναι συνδεδεμένη με τον υπολογιστή που ένα κατάλληλο πρόγραμμα θα αναπαράγει τους ήχους των κρουστών

Τα παιδιά ενεργοποιούν τα κρούστα με τις κινήσεις τους τα οποία ξεκινούν από αυτά που βρίσκονται χαμηλότερα όπως μπάσα τομ-τομ, οξύ τομ-τομ, κουδούνια κύμβαλα και γκογκ και ακούν την μουσική που παράγεται.

Επίσης η Κ. σύμφωνα με την λειτουργία του εκθέματος είπε ότι η εικόνα που είναι ουσιαστικά πίσω από την τη πλάτη του χρήστη έχει κάποιες γραμμές που όταν κινεί τα χέρια του η κάμερα αντιλαμβάνεται ότι οι γραμμές διακόπτονται.

*Κ.: Η εικόνα που είναι ουσιαστικά πίσω από την τη πλάτη σου έχει κάποιες γραμμές κινείς τα χέρια σου και η κάμερα αντιλαμβάνεται ότι οι γραμμές διακόπτονται.*

*Ερευνήτρια: Ναι*

*Κ.: Νομίζω έτσι λειτουργεί και έτσι καταλαβαίνει ότι το χέρι σου είναι στο αντίστοιχο ύψος*

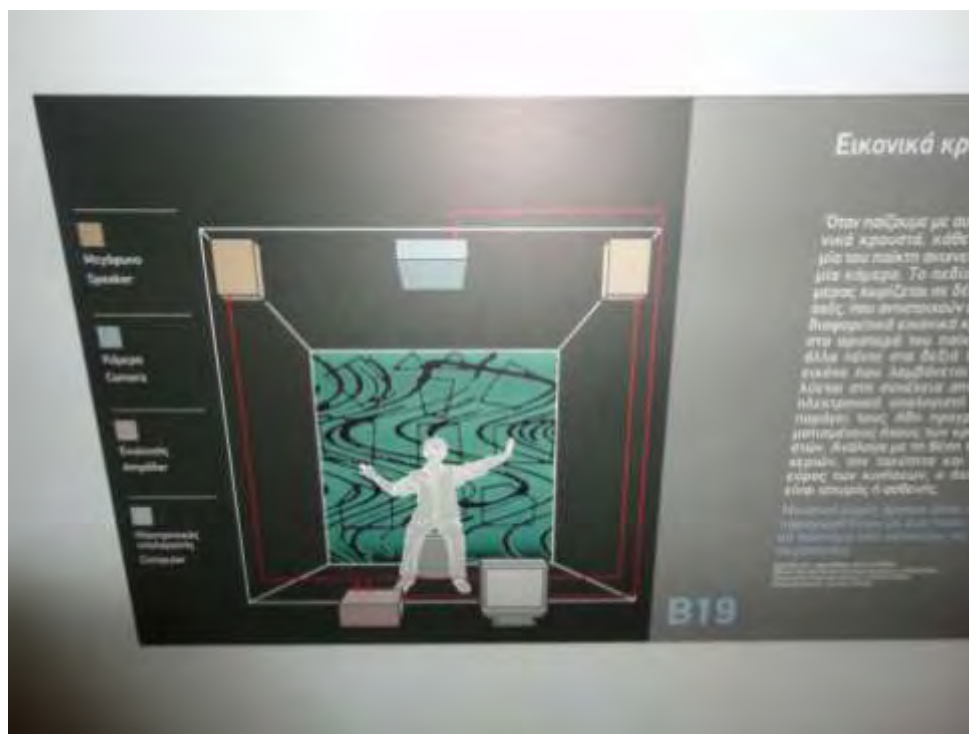
*Ερευνήτρια: Για ξανά πες το, πίσω οι γραμμές*

*Κ.: Υπάρχει ένα σχέδιο, υπάρχει μια ειδική κάμερα και ας πούμε ανάλογα σε ποιο ύψος βάλεις τα χέρια σου βλέπεις να ανάβουν κόκκινα σημάδια και η ειδική κάμερα είναι αλλαγές που αντιλαμβάνεται σε αυτές τις γραμμές που έχει ακουμπήσει*

Η μουσική στο συγκεκριμένο έκθεμα εμφανίζεται μέσα από τα κρουστά που ακούγονται καθώς τα παιδιά κουνάνε τα χέρια τους όπως και τους ήχους των κρουστών.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση η επικοινωνία ανθρώπου υπολογιστή πραγματοποιείται με χειρονομίες και κινήσεις μέσα από την χρήση περιφερειακών συσκευών όπως την κάμερα που ανιχνεύει το πώς κινείται ο χρήστης του εκθέματος ώστε να αναπαραχθεί ο ανάλογος ήχος μέσω του υπολογιστή. Έτσι η εργονομία της συγκεκριμένης ψηφιακής εφαρμογής ώστε να λειτουργήσει μεταφέρεται περισσότερο στον χρήστη της.

Επιπρόσθετα η ενασχόληση των χρηστών με κρουστά μουσικά όργανα όπως μπάσα τομ-τομ, οξύ τομ-τομ, κουδούνια κύμβαλα και γκογκ στην συγκεκριμένη ψηφιακή εφαρμογή μπορεί να φέρει βιώματα στο μυαλό του που σχετίζονται με την ενασχόληση του με μουσικά όργανα είτε είναι κρουστά είτε δεν είναι, όπως συνέβη σε εμένα.



Εικόνα 77 Επισήμανση οδηγιών και πληροφοριών

Δίπλα στο έκθεμα υπάρχει ένα κείμενο που εξηγεί την λειτουργία της συγκεκριμένης ψηφιακής εφαρμογής αλλά και το τι πρέπει να κάνει ο χρήστης για να ακούσει τα μουσικά όργανα.

#### 7.3.4.2 Συσχέτιση μουσικής και μαθηματικών

Τα μαθηματικά στο συγκεκριμένο έκθεμα εμφανίζονται μέσω της φυσικής και των νέων τεχνολογιών. Πιο συγκεκριμένα εμφανίζονται μέσα από την ένταση του ήχου που αναπαρήγαγα μέσα από την ενασχόληση μου με τα «εικονικά κρουστά» η οποία μπορεί να πάρει μια ορισμένη τιμή.

Επίσης ένα άλλο φυσικό φαινόμενο που μπορεί να επηρεάσει τη δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από κρυστάλλους είναι το φως ορισμένων συχνοτήτων. Πιο συγκεκριμένα είναι το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο που βοηθάει τους ανιχνευτές, αισθητήρες να ανιχνεύουν τις κινήσεις των χρηστών. Για την εξήγηση του

φαινομένου αυτού ο Albert Einstein πήρε το Νόμπελ Φυσικής το 1921. Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο είναι η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από κρυστάλλους όταν αυτοί φωτίζονται με φως συγκεκριμένων συχνοτήτων. Όταν φως προσπέσει σε έναν τέτοιο κρύσταλλο, και αν η συχνότητά του είναι μεγαλύτερη από μια συγκεκριμένη, τότε απελευθερώνονται ηλεκτρόνια από τον κρύσταλλο. Αν ο κρύσταλλος είναι συνδεδεμένος σε ένα κύκλωμα τότε παίζει το ρόλο της πηγής. Όταν λοιπόν ο κρύσταλλος φωτίζεται με φως συχνότητας μεγαλύτερης από μια οριακή από το κύκλωμα περνάει ρεύμα. Όσο το κύκλωμα του αισθητήρα διαρρέεται από ρεύμα δεν ακούγεται κανένας ήχος. Μόλις το κύκλωμα διακοπεί, σημαίνει ότι ένα εμπόδιο, όπως για παράδειγμα το χέρι του χρήστη, έκοψε το φως, οπότε το κύκλωμα σταματά να διαρρέεται από ρεύμα. Τότε μ' ένα μηχανισμό τίθεται σε λειτουργία μια ηχητική συσκευή και ακούγεται το αντίστοιχο κρουστό όργανο στον αισθητήρα.

Η μουσική η οποία εμφανίζεται μέσα από τον ήχο όπου βγάζει ο χρήστης καθώς κινεί το σώμα του στο κλειστό δωμάτιο συνδέεται με τα μαθηματικά μέσω φυσικών εννοιών. Μαθηματικά με φυσικές έννοιες συνδέονται εφόσον η ποσότητα που είναι μια μαθηματική έννοια μπορεί να συνδεθεί με την συχνότητα και συνεπώς την ένταση του ήχου αλλά μπορεί και να συνδεθεί με την συχνότητα του φωτός που αφορά το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, φυσικό φαινόμενο. Έτσι μουσική και μαθηματικά συνδέονται έμμεσα μέσω της φυσικής.

Ακόμα σύμφωνα με τον Δ. το έκθεμα μπορεί να συνδεθεί εκτός από τους γνωστικούς τομείς φυσική, μαθηματικά, μουσική και με τις νέες τεχνολογίες

*Ερευνήτρια: Ποιοι γνωστικοί τομείς συνδέονται με το έκθεμα αυτό; Νομίζω μουσική μόνο και Νέες Τεχνολογίες.*

*Δ.: Ναι, αλλά αυτοί είναι.*

#### 7.3.4.3 Διάδραση μεταξύ χρήστη και εκθέματος

Σύμφωνα με όσα ειπώθηκαν από την Κ., μουσειοπαιδαγωγό που πήρα συνέντευξη τα παιδιά δεν δυσκολεύονται τόσο να κατανοήσουν το ηχόχρωμα των διαφορετικών μουσικών οργάνων που αναπαράγουν όσο την λειτουργία του

εκθέματος η οποία τους εντυπωσιάζει και μένουν σε αυτήν παρά στις γνώσεις που προβάλλει το έκθεμα, παρότι δεν την κατανοούν τόσο εύκολα.

Επίσης ορισμένες φορές εάν δυσκολευτούν ήταν γιατί δεν είχαν διαβάσει τις οδηγίες πριν μπουν στο κλειστό δωμάτιο του εκθέματος όπως ανέφερε η Κ.. Ακόμα σύμφωνα με την Κ. ήταν δύσκολο να δημιουργήσουν κάτι με ρυθμό και αν έβγαζαν κάποιους ήχους που να είχαν κάποια σύνδεση, να μπορούσαν κάπως να ακουστούν, τους έβγαζαν μέσα από τυχαίες κινήσεις. Οι κινήσεις που έκαναν τα παιδιά στο έκθεμα σύμφωνα με την Κ. ήταν τυχαίες.

*Ερευνήτρια: Λοιπόν υπάρχουν συμβάντα κατά τη διάρκεια των οποίων δεν μπορούσαν τα παιδιά να χειριστούν την συγκεκριμένη ψηφιακή εφαρμογή;*

*Κ.: : πολύ σπάνια έχει τύχει να μπαίνουν μέσα τα παιδιά και να κάθονται γιατί έχουν μπει και δεν έχει ξεκινήσει η εφαρμογή οπότε τους λέει «καλησπέρα κάθισε να παίξεις με τα εικονικά κρουστά» οπότε κάθονται κάθονται και επειδή είναι εικονικά τα κρουστά τους παίρνει λίγη ώρα μέχρι να καταλάβουν για να κουνηθούν.*

*Ερευνήτρια: :*

*Κ.: Ότι απλώς κουνώντας τα χέρια μπορείς να παίξεις . Αυτά βέβαια γιατί δεν διαβάζουν ποτέ τις οδηγίες.*

*Ερευνήτρια: Επίσης συμβάντα κατά τη διάρκεια των οποίων τα παιδιά δεν κατανοούν κάποιες έννοιες;*

*Κ.: Καλά αυτό συμβαίνει συνεχώς αλλά δεν μπορούμε να το ελέγξουμε. Πολλές φορές τα παιδιά μένουν στο πως λειτουργεί το μηχάνημα και δεν ασχολούνται με το τι θέλει να μου δείξει το μηχάνημα*

*Ερευνήτρια: :δεν κοιτάνε δηλαδή τα ηχητικά, τις ηχητικές αξίες, ότι δηλαδή έχει το διαφορετικό ήχο που βγαίνει από τα κρουστά.*

*Κ.: : μιλάμε για τα εικονικά κρουστά. Ναι εκεί κυρίως είναι ότι ασχολούνται με το παιχνίδι και όχι πως λειτουργεί αυτό.*

*Ερευνήτρια: Γιατί εκεί τα παιδιά εφόσον χτυπάνε διαφορετικά κρουστά πρέπει να καταλάβουν και το διαφορετικό ηχόχρωμα των κρουστών γιατί δεν είναι 1 κρουστό είναι πολλά.*

*Κ.: Ναι, ανάλογα που κουνάς τα χέρια σου έχει διαφορετικά κρουστά.*

*Ερευνήτρια: Αυτό δεν το καταλαβαίνουνε;*

*Κ.: Καταλαβαίνουν ότι είναι διαφορετικά κρουστά όταν κουνάς στα χέρια σου αλλά δεν μπαίνουν στη διαδικασία να σκεφτούν πως λειτουργεί το συγκεκριμένο μηχανήμα*

*Ερευνήτρια: Δημιουργούν μουσικές συνθέσεις που έχουν ρυθμό;*

*Κ.: Έχει τύχει αυτό αλλά κυρίως τυχαία το κάνουνε.*

*Ερευνήτρια: Δηλαδή χτυπάνε στην τύχει όπου να ναι;*

*Κ.: Αλλά έχει τύχει να//*

*Ερευνήτρια: Και πόσο χρόνων ήταν τα παιδιά που το κάνουνε;*

*Κ.: : γυμνάσιο ήταν 14/15*

Επίσης σύμφωνα με την Κ. δύσκολα πραγματοποιούν την σύνδεση μεταξύ μουσικού οργάνου και ύψους χεριού.

*Κ.: Τώρα στο συγκεκριμένο έκθεμα νομίζω ότι κατανοούν ότι υπάρχει ένας αισθητήρας που αντιλαμβάνεται την κίνηση ενός αντικειμένου που σημαίνει ότι την μεταφράζει σε ηχητικό ερέθισμα. Αντιλαμβάνονται ότι ύψος είναι το χέρι τους είναι και διαφορετικό μουσικό όργανο. Δεν νομίζω ότι αντιλαμβάνονται κάποιο μοτίβο ότι ανάλογα με το ύψος του χεριού έχουν πιο οξύ ήχο και τέτοια.*

*Ερευνήτρια: Όταν είναι έτσι είναι ένα μουσικό όργανο όταν βάλεις το χέρι πιο πάνω είναι το ίδιο μουσικό όργανο πιο οξύ.*

*Κ.: Όχι, όχι απλά έχει αισθητήρες αφής που λένε ότι εδώ είναι το ένα μουσικό όργανο εδώ είναι το άλλο μουσικό όργανο δεν νομίζω ότι έχει ιδιαίτερης σημασίας αυτό.*

*Ερευνήτρια: Δεν καταλαβαίνουν ότι σε κάθε ύψος είναι ένα μουσικό όργανο*

*Κ.: Το συγκεκριμένο δε νομίζω ότι το συνδέουν: αυτό*

Ακόμα σύμφωνα με τον Δ., μουσειοπαιδαγωγός της έκθεσης, τα παιδιά δυσκολεύονται να δημιουργήσουν μουσικές συνθέσεις γιατί δεν υπάρχουν παύσεις μεταξύ των κινήσεων των παιδιών και συνεπώς των ήχων που αναπαράγουν

*Ερευνήτρια: Δημιουργούν εύκολα μουσικές συνθέσεις;*

*Δ.: Όχι, και αυτό είναι λογικό δεν επιτρέπει το έκθεμα δεν έχει παύσεις. Λογικά κάθε κίνηση για να περάσεις από την μια στην άλλη έχει ήχο, οπότε δεν μπορείς να κάνεις παύσεις.*

*Ερευνήτρια: Γενικά δεν δυσκολεύονται πάντως*

Δ.: Όχι, όχι//

Ερευνήτρια: Πιστεύεις περισσότερο ότι το συγκεκριμένο έκθεμα ταιριάζει περισσότερο στο τομέα ψυχαγωγία/παιχνίδι ή στο τομέα μάθηση.

Δ.: Στο τομέα ψυχαγωγία/παιχνίδι

Επίσης σύμφωνα με τον Δ. τα παιδιά δυσκολεύονται να κατανοήσουν το τεχνικό μέρος του εκθέματος.

Ερευνήτρια: Σε ποιο σημείο καταφέρνουν να προχωρήσουν στα εικονικά κρουστά, Δηλαδή, εννοώ, δηλαδή τι καταφέρνουν να κάνουν «στα εικονικά κρουστά», γενικά τι έννοιες κατανοούν και τι δεν κατανοούν. Τι δεν κατανοούν;

Δ.: Δεν κατανοούν τη διαμέλιση του χώρου ώστε να βγαίνει ο ήχος.

Ερευνήτρια: Για ξανά πες το.

Δ.: Ο χώρος δηλαδή τι είναι; Είναι μικρά τετράγωνα στα οποία εντοπίζετε η κίνηση που πάει στον Η/Υ και αναλύεται.

Ερευνήτρια: :, τους αισθητήρες.

Δ.: Ναι, ας το πούμε έτσι.

Ερευνήτρια: Αλλά ας πούμε ότι εδώ βγάζει διαφορετικό μουσικό όργανο, το κατανοούν αυτό;

Δ.: Το τεχνικό από πίσω δεν το κατανοούν.

Ερευνήτρια: Ναι το τεχνικό είναι δύσκολο να το κατανοήσεις

Δ.: Δεν λέω ότι είναι δύσκολο.



Εικόνα 78 Ομάδα παιδιών στο έκθεμα

Το έκθεμα, λοιπόν, καλλιεργούσε τη διαδραστικότητα μεταξύ χρήστη και ψηφιακής εφαρμογής εφόσον η λειτουργία του ήταν ανθρωποκεντρική διότι βασιζόταν εξ ολοκλήρου στις κινήσεις των χρηστών του εκθέματος δημιουργώντας έτσι μια ποικιλία αποκρίσεων μέσα από την επεξεργασία των ήχων που αναπαράγονταν.

Έτσι μπορούσα να αλλάξω τον αριθμό των χτύπων των κρουστών εάν κινούσα το χέρι μου αργά ή γρήγορα με αποτέλεσμα να μπορώ να τροποποιήσω τα δεδομένα που έπαιρνα από την ψηφιακή εφαρμογή καθώς κινιόμουν.

#### 7.3.4.4 Βιωματική προσέγγιση γνώσης

Η βιωματική ενασχόληση μου, συσχετιζόταν με τις κινήσεις που πραγματοποιούσα όταν ήμουν μέσα στο κλειστό δωμάτιο.

Επίσης οι μουσειοπαιδαγωγοί ανέφεραν ότι σε γενικές γραμμές οι κινήσεις των παιδιών δεν ήταν εκσυγχρονισμένες στο κλειστό δωμάτιο όταν βρίσκονταν περισσότερα από ένα παιδιά, παρότι επικοινωνούσαν λεκτικά.

*Ερευνήτρια: Στο συγκεκριμένο έκθεμα πόσα άτομα μπορούν να ασχοληθούν;*

*Δ.: Για να γίνει κατανοητό ένας στο χώρο από εκεί και πέρα πολλές φορές και παραπάνω. Ο ένας εξασφαλίζει ότι κάθε κίνηση αντιστοιχεί με ήχο.(3)*

*Ερευνήτρια: Γενικά υπάρχει λεκτική επικοινωνία μεταξύ των παιδιών;*

*Δ.: Ναι, σίγουρα και μη λεκτική.*

*Ερευνήτρια: Γενικά η κίνηση τους κλωτσάνε δεν είναι εκσυγχρονισμένη;*

*Δ.: Τα πάντα.*

Ακόμα ο καλύτερος αριθμός παιδιών που μπορούσαν να συνεργαστούν στο έκθεμα όπως ανέφερε η Κ. ήταν 3. Επίσης η Κ. ανέφερε ότι ορισμένες φορές μπορούν να μπουν και πάρα πολλά άτομα στο έκθεμα

*Ερευνήτρια: Γενικά συνεργάζονται;*

*Κ.: Σε αυτό το έκθεμα . Πολλές φορές παρασυνεργάζονται δηλαδή μπαίνουν πάρα πολλά άτομα.*

*Ερευνήτρια: Πόσα παιδιά μπαίνουν;*

*Κ.: Εμείς τους λέμε 3, αλλά ένας ένας ανάλογα με το πόσο ενθουσιασμένοι είναι.*

*Ερευνήτρια: Το ανώτερο;*

*Κ.: Έχουν μπει μέσα και 10 άτομα άλλα δεν το κάνουμε αυτό.*

*Ερευνήτρια: Άρα ο καλύτερος αριθμός είναι τα 3 άτομα.*

*Κ.: Για το συγκεκριμένο έκθεμα είναι ένα άτομο αλλά όταν έχεις 1 σχολείο λέμε 3 άτομα αυτό είναι πολύ ελαστικό.*

*Ερευνήτρια: Ναι εκεί πέρα 10 άτομα δεν είναι*

*Κ.: Ναι όταν μπαίνουν 10 άτομα εντάξει εξαρτάται από τι σηκώνουν τα παιδιά αν είναι λίγα παιδιά θα μπει 1 άντε και άλλο 1 αν είναι πολλά παιδιά θα μπουν κουνιούνται ξέρω γελάνε λίγο αυτό.*

*Ερευνήτρια: : Τώρα στο έκθεμα αυτό στα εικονικά κρουστά υπάρχει (λεκτική επικοινωνία);*

*Κ.: Αν υπάρχει*

*Ερευνήτρια: Λεκτική επικοινωνία*

*Κ.: Αν υπάρχουν αντιδράσεις γενικά;*

*Ερευνήτρια: Ναι Υπάρχει κάποια;*

*Κ.: Συνήθως έχουμε επιφωνήματα (ουαου), ένα δύο, είναι πολύ ωραίο(3)*

*Ερευνήτρια: Τώρα γενικά η κίνηση τους είναι εκσυγχρονισμένη ή κάνει ο καθένας ότι του έρθει;*



*Κ.: Μέσα στα κρουστά;*

*Ερευνήτρια: Ναι, μέσα στα κρουστά.*

*Κ.: Είναι κάποιοι που μπαίνουν μέσα στα κρουστά και αντιλαμβάνονται ότι με την κίνηση τους και μόνο.*

*Ερευνήτρια: Σε ηλικίες 9 χρονών και άνω ως επί των πλείστων η κίνηση τους είναι εκσυγχρονισμένη;*

*Κ.: Δεν υπάρχει κάτι συγκεκριμένο όλοι κινούν τα χέρια τους, δεν ξέρω τι άλλο μπορούν να κάνουν να κλωτσάνε διάφορα.*

#### 7.3.4.5 Συσχέτιση γνώσεων με άμεση εμπειρία χρήστη

Μέσα από την βιωματική ενασχόληση μου με το έκθεμα και τις κινήσεις που πραγματοποίησα για να αναπαράγουν τους ήχους γνώρισα τα κρούστα μουσικά όργανα και την ενσώματη μορφή της ψηφιακής τεχνολογίας. Έτσι σύμφωνα με την ψηφιακή εφαρμογή η ενσώματη μορφή λειτουργεί μόνο με τις κινήσεις του παίχτη οι οποίες αφορούν ολόκληρο το σώμα του

Επίσης το έκθεμα «εικονικά κρουστά» μου έδωσε τη δυνατότητα να εξοικειωθώ με την ψηφιακή τεχνολογία και να γνωρίσω φυσικά φαινόμενα όπως το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο που βοηθάει τους αισθητήρες να ανιχνεύσουν τις κινήσεις των χρηστών του εκθέματος. Σημαντικό ρόλο στην ανίχνευση των κινήσεων των χρηστών συνέβαλαν και άλλες περιφερειακές συσκευές όπως η κάμερα που παρείχε τη δυνατότητα αναπαραγωγής των ήχων από τον υπολογιστή.

Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο το γνώρισα εμπειρικά πραγματοποιώντας συγκεκριμένες κινήσεις στο κλειστό δωμάτιο του εκθέματος ενώ τις κινήσεις τις σύνδεσα με την αναπαραγωγή ήχων από κρουστά μουσικά όργανα. Ακόμα κατανόησα πως η ψηφιακή τεχνολογία μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία ήχων από μουσικά όργανα χωρίς να υπάρχουν χειροπιαστά. Εξοικειώθηκα με την ενσώματη μορφή της τεχνολογίας και ανακάλυψα ότι υπάρχουν ψηφιακές πολυμεσικές εφαρμογές που μπορούν να λειτουργούν μόνο με την κίνηση ολόκληρου του σώματος.

### **7.3.5 Συμπεράσματα**

#### 7.3.5.1 Τρόποι αναπαράστασης της μουσικής

Η μουσική μέσα από τα εκθέματα που προαναφέρονται αναπαρίσταται α) μέσα από μουσικά όργανα οπτικά και ακουστικά όπως η λύρα στο έκθεμα «που βρίσκομαι» και τα κρούστα στο έκθεμα «εικονικά κρουστά» β) μέσα από ήχους που αναπαράγονται από διάφορους κρότους στην πλαστική μεμβράνη του κυλινδρικού δοχείου στο έκθεμα «ηχητικό κύμα» και γ) με την ηχογράφηση της φωνής η οποία μπορεί να είναι ένα κομμάτι από ένα τραγούδι στο έκθεμα «αντιγραφή του ήχου».

Σε γενικές γραμμές η μουσική αναπαριστάται σε όλα τα εκθέματα μέσω της αναπαραγωγής ήχου και συνεπώς του ηχητικού κύματος και προέρχεται είτε α) από μουσικά όργανα όπως λύρα, κρουστά β) από χτύπους σε πλαστική μεμβράνη γ) από ανθρώπινη φωνή. Το ηχητικό κύμα και οι ιδιότητες όπως και η αρχιτεκτονική του χώρου όπου βρίσκεται ο τροβαδούρος για να εμφανιστούν τα φυσικά φαινόμενα ηχώ, αντήχηση, διάθλαση, ανάκλαση και να επηρεάσουν τις ακουστικές ιδιότητες του ήχου που αναπαράγει παραπέμπουν σε φυσικές και μαθηματικές έννοιες ενώ η δημιουργία ήχων στην μουσική.

Η αναπαραγωγή ήχων με την βοήθεια της ψηφιακής τεχνολογίας πραγματοποιείται κυρίως στα εκθέματα «που βρίσκομαι», «μετατροπή του ήχου» και «εικονικά κρουστά». Στο έκθεμα «ηχητικό κύμα» πραγματοποιείται η χρήση χειραπτικών αντικειμένων όπως της πλαστικής μεμβράνης του κυλινδρικού δοχείου και το χτύπημα σε αυτήν για να αναπαραχθούν ήχοι. Ακόμα το έκθεμα «εικονικά κρουστά» βασίζεται πιο πολύ στην ενσώματη μορφή ψηφιακών εφαρμογών αφού ο χρήστης του εκθέματος κινεί όλο το σώμα του για να λειτουργήσει η ψηφιακή εφαρμογή και να αναπαραχθούν ήχοι κρουστών.

#### 7.3.5.2 Συσχέτιση μαθηματικών μουσικής

Σε όλα τα εκθέματα τα μαθηματικά συσχετίζονται με την μουσική μέσα από φυσικές έννοιες. Πιο συγκεκριμένα, η δημιουργία ηχητικού κύματος και η συχνότητα εξαρτάται από μαθηματικές έννοιες μέσα από τις τιμές που θα πάρει η συχνότητα. Η εμφάνιση των φυσικών φαινομένων αντήχηση, διάθλαση, ανάκλαση, ηχώ εξαρτώνται από τις αποστάσεις του τροβαδούρου που αναπαράγει τον ήχο με τα εμπόδια που θα συναντήσει το ηχητικό κύμα όπως και από την αρχιτεκτονική

του χώρου που βρίσκεται ο τροβαδούρος, ο τρόπος επεξεργασίας της ηχογραφημένης φωνής αλλά και έτοιμων ήχων από τον υπολογιστή όπως και το πώς θα ακουστούν οι συγκεκριμένοι ήχοι επηρεάζεται από την ταχύτητα που διαδίδετε το ηχητικό κύμα. Η ψηφιακή επεξεργασία του ήχου μπορεί να παραπέμψει σε μαθηματικές έννοιες μέσα από την τιμή που μπορεί να πάρει η ταχύτητα με βάση την οποία διαδίδεται ο ήχος αλλά και η συχνότητα με βάση την οποία είναι φλιταρισμένος ο ήχος.

Επίσης στο τελευταίο έκθεμα «εικονικά κρουστά» τα μαθηματικά μπορούν να συνδεθούν με την φυσική μέσα από τις τιμές οι οποίες είναι μαθηματικές έννοιες που μπορούν να πάρουν η ένταση του ήχου που αναπαράγεται η οποία επηρεάζεται από την συχνότητα. Ακόμα τα μαθηματικά μπορούν να συνδεθούν και με τις τιμές των συχνοτήτων που παραπέμπουν στο φώς με βάση το οποίο φωτίζεται η εικόνα που είναι στην πλάτη του χρήστη ώστε να εμφανιστεί το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο.

Σύμφωνα με τα προαναφερθέντα συνδέονται τα μαθηματικά με τη φυσική. Όμως στα συγκεκριμένα εκθέματα αναπαράγονται και ήχοι ώστε να παραπέμψει η λειτουργία τους και στην μουσική. Έτσι τα μαθηματικά που εμφανίζονται σε φυσικές έννοιες συνδέονται έμμεσα με την μουσική μέσα από αναπαραγωγή ήχων από τον χρήστη των εκθεμάτων.

#### 7.3.5.3 Διάδραση μεταξύ εκθέματος και χρήστη

Η διάδραση μεταξύ εκθέματος και χρήστη εμφανίστηκε καθώς χρησιμοποιούσα τα εκθέματα ώστε να αναπαράγω ήχους. Στο έκθεμα «που βρίσκομαι» γυρνούσα τις σελίδες του βιβλίου και άκουγα συγκεκριμένους ήχους χωρίς να μπορώ να τους τροποποιήσω, στο έκθεμα «ηχητικό κύμα» μπορούσα να τροποποιήσω τους ήχους που αναπαρήγαγα καθώς χτυπούσα την πλαστική μεμβράνη του κυλινδρικού δοχείου, στο έκθεμα «η μετατροπή του ήχου» μπορούσα να επεξεργαστώ τους ήδη έτοιμους ήχους που υπήρχαν στην ψηφιακή εφαρμογή τροποποιώντας τους και πατώντας πλήκτρα ενώ μπορούσα να δημιουργήσω άλλους δικούς μου με την ηχογράφηση της φωνής και με το έκθεμα «εικονικά κρουστά» μπορούσα να αναπαράγω ήχους από κρουστά κινώντας μου ολόκληρο το σώμα στο κλειστό δωμάτιο του εκθέματος. Η αξιοποίηση περιφερειακών συσκευών όπως

βιντεοκάμερα στο έκθεμα «εικονικά κρουστά» προσέδιδε μεγαλύτερη διαδραστικότητα σε σχέση με τα άλλα εκθέματα εφόσον οι χρήστες έπρεπε να κινήσουν ολόκληρο το σώμα τους για να λειτουργήσει.

Σε γενικές γραμμές η διάδραση καλλιεργούνταν σε όλα τα εκθέματα εφόσον μπορούσα να αναπαράγω ήχους, να τους τροποποιήσω και να τους επεξεργαστώ και να δράσω πάνω στα δεδομένα που εκλάμβανα από τα εκθέματα καθώς τα χρησιμοποιούσα. Η τροποποίηση των ήχων και η αναπαραγωγή νέων στα εκθέματα «ηχητικό κύμα», «η μετατροπή του ήχου» και «εικονικά κρουστά» προχωρούσε στην ουσιαστική διαδραστικότητα όπου ο χρήστης ήταν σε θέση να δράσει και να μετασχηματίσει πάνω στις πληροφορίες όπου λάμβανε. Στο έκθεμα «που βρίσκομαι» ο χρήστης άκουγε συγκεκριμένους ήχους καθώς γύριζε τις σελίδες του βιβλίου με αποτέλεσμα να οδηγηθεί σε συγκεκριμένα συμπεράσματα

#### 7.3.5.4 Βιωματική προσέγγιση της γνώσης

Η βιωματική ενασχόληση του χρήστη όπως και από το μέρος μου ήταν εμφανής σε όλα τα εκθέματα. Στο έκθεμα «που βρίσκομαι» η βιωματική ενασχόληση εμφανιζόταν και συνεπώς η μάθηση φυσικών εννοιών μέσα από το βίωμα καθώς γυρνούσα τις σελίδες του βιβλίου και άκουγα από τα ακουστικά τον ήχο που έβγαζε ο τροβαδούρος καθώς βρίσκονταν σε ένα συγκεκριμένο χώρο. Ο ήχος επηρεάζονταν από το περιβάλλον που βρίσκονταν ο τροβαδούρος και τα εμπόδια που συναντούσε το ηχητικό κύμα στην πορεία του ώστε να εμφανιστούν τα φυσικά φαινόμενα αντήχηση, διάθλαση, ανάκλαση, ηχώ.

Στο έκθεμα «ηχητικό κύμα» η βιωματική ενασχόληση και συνεπώς η μάθηση σε σχέση με το ηχητικό κύμα και τη δημιουργία του πραγματοποιούνταν καθώς χτυπούσα την πλαστική μεμβράνη του κυλινδρικού δοχείου και παρατηρούσα το σύνολο των στρογγυλών επιφανειών που κινούνταν απέναντι από το κυλινδρικό δοχείο.

Στο έκθεμα «η μετατροπή του ήχου» ,για να κατανοήσω τις ακουστικές διαφορές που μπορεί να δημιουργηθούν σε έναν ήχο εάν τον επεξεργαστώ με την βοήθεια των νέων τεχνολογιών, ηχογράφησα την ανθρώπινη φωνή. Μέτα την ηχογράφιση άκουσα την φωνή μου είτε αργά είτε ανάποδα είτε γρήγορα είτε φλιταρισμένη σε

μεσαίες, χαμηλές, υψηλές συχνότητες ενώ επεξεργάστηκα και τους ήχους που ήταν έτοιμοι από την ψηφιακή εφαρμογή.

Τέλος στο έκθεμα «εικονικά κρουστά» το βίωμα μου αφορούσε την κίνηση ολόκληρου του σώματος ώστε να αναπαράγω τους ήχους των κρουστών στον κλειστό δωμάτιο της ψηφιακής εφαρμογής.

#### 7.3.5.5 Συσχέτιση γνώσεων με άμεση εμπειρία χρήστη

Οι γνώσεις που κατανόησα σχετίζονταν με τα βιώματα που είχα καθώς χρησιμοποίησα τα εκθέματα που μελέτησα. Κατανόησα την δημιουργία ηχητικού κύματος και τις ιδιότητες του όπως είναι η συχνότητα, τα φυσικά φαινόμενα αντήχηση, διάθλαση, ηχώ και πότε εμφανίζονται σε έναν ήχο που αναπαράγεται, την επεξεργασία που μπορεί να πραγματοποιηθεί σε διαφορετικούς ήχους με την βοήθεια της ψηφιακής τεχνολογίας και πως η ψηφιακή τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ώστε να αναπαράγω ήχους κρουστών χωρίς την μεσολάβηση μουσικών οργάνων. Όλες τις παραπάνω γνώσεις τις εξέλαβα καθώς χρησιμοποιούσα τα εκθέματα «που βρίσκομαι» , «ηχητικό κύμα», «μετατροπή ήχου» και «εικονικά κρουστά».

Έτσι η εμπειρίες που βίωσα με βοήθησαν να κατανοήσω φυσικές έννοιες πιο εύκολα από ότι να τις διαβάσω σε ένα κείμενο. Παρολ' αυτά τα κείμενα που υπήρχαν δίπλα στα εκθέματα με καθοδήγησαν ώστε να χρησιμοποιήσω αποτελεσματικά τα εκθέματα και να κατανοήσω φυσικές έννοιες μέσα από την αναπαραγωγή ήχων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο παρόν κεφάλαιο θα αναφερθούν τα συμπεράσματα στα οποία οδηγήθηκα στο πλαίσιο της εμπειρικής μελέτης που πραγματοποιήθηκε στο Θέατρο Badminton, στον Ελληνικό Κόσμο και στο Ευγενίδιο Ίδρυμα, και συγκεκριμένα ως προς ορισμένα εκθέματα στις εκθέσεις «Πολυμήχανο», «Υπάρχει σε όλα λύση; Ταξίδι στον κόσμο των αρχαίων ελληνικών μαθηματικών» και «Επιστήμη και Τεχνολογία».

Τα συμπεράσματα θα χωριστούν με βάση του άξονες περιγραφής οι οποίοι είναι τρόποι αναπαράστασης της μουσικής, συσχετισμός μαθηματικών και μουσικής, διάδραση μεταξύ εκθέματος και χρήστη, βιωματική προσέγγιση της γνώσης, συσχέτιση γνώσεων με εμπειρία χρήστη με βάση την μάθηση που προβάλλεται στα εκθέματα.

#### **8.1 Ως προς τους τρόπους αναπαράστασης μουσικής**

Στο «μουσικό τραπέζι» της έκθεσης «Πολυμήχανο» η μουσική είχε άμεσα αναπαράσταση με την βοήθεια της ψηφιακής τεχνολογίας. Στους άλλους χώρους η ψηφιακή τεχνολογία εμφανίζονταν στα εκθέματα «και λίγη μουσική», στο «που βρίσκομαι», η «μετατροπή του ήχου» και «εικονικά κρουστά». Στα προαναφερθέντα εκθέματα η μουσική και οι ήχοι αναπαραστάθηκαν διαφορετικά σε σχέση με το «μουσικό τραπέζι».

Στο «μουσικό τραπέζι» η δημιουργία ήχου και δυναμικά μουσικής γινόταν μέσω της δημιουργίας μουσικών κομματιών από την μεριά του χρήστη. Η μουσική που αναπαρήγαγε ο χρήστης ήταν ηλεκτρονική και οι ήχοι από διάφορα μουσικά όργανα δημιουργούνταν καθώς ο χρήστης ακούμπαγε και σύνδεε συγκεκριμένα αντικείμενα στο μουσικό τραπέζι. Ο τρόπος που συνδέονταν τα αντικείμενα μεταξύ τους και στο μουσικό τραπέζι ήταν καθορισμένος εκ των προτέρων ώστε να αναπαραχθούν συγκεκριμένοι ήχοι από μουσικά όργανα και μελωδικά μοτίβα.

Στο έκθεμα «και λίγη μουσική» η μουσική δεν αναπαραστάθηκε με συγκεκριμένα μελωδικά μοτίβα αλλά με νότες όπως ήταν γνωστές στην αρχαιότητα (Ferguson, 2009). Το έκθεμα συσχέτιζε τις συγκεκριμένες νότες με μουσικές κλίμακες οι οποίες

είχαν την δυνατότητα αναπαραγωγής σε συγκεκριμένα έγχορδα αρχαία μουσικά όργανα όπως λύρα. Για να γίνει καλύτερη η κατανόηση των επιμέρους νοτών στο συγκεκριμένο έκθεμα το έκθεμα τις παρουσίαζε πάνω σε μια χορδή ακολουθώντας την σειρά που τις έδειχνε στην μουσική κλίμακα. Η διαφορά με την προηγούμενη ψηφιακή εφαρμογή ήταν ότι το έκθεμα «και λίγη μουσική» βασιζόταν στην χρήση ενός εκπαιδευτικού λογισμικού το οποίο περιοριζόταν στην γραμμική αναπαράσταση και ανάγνωση της πληροφορίας. Παράλληλα, η διάδραση μεταξύ χρήστη και τεχνολογίας για τη βίωση αυτής της εμπειρίας γινόταν μόνο μέσω μιας γραμμικής και κατευθυνόμενης πλοήγησης με τη χρήση του ποντικού στον Η/Υ. Αντίθετα το «μουσικό τραπέζι» επεκτείνονταν και στην απτή χρήση αντικειμένων με τα χέρια έχοντας ως στόχο την μουσική σύνθεση, προσδίδοντας στο συγκεκριμένο έκθεμα μεγαλύτερη διαδραστικότητα σε σχέση με το έκθεμα «και λίγη μουσική». Σύμφωνα με την δική μου βιωματική εμπειρία, στο έκθεμα «και λίγη μουσική», ήταν δύσκολο να πραγματοποιήσω μουσική σύνθεση γιατί παρουσιάζονταν μόνο νότες και όχι συγκεκριμένα μελωδικά μοτίβα.

Στο έκθεμα «που βρίσκομαι» η μουσική αναπαραστάθηκε με συγκεκριμένα μελωδικά μοτίβα που άκουγε ο χρήστης από τα ακουστικά του εκθέματος. Εκεί ο χρήστης δεν μπορούσε να αναπαραγάγει μουσική μόνο άκουγε τις ακουστικές ιδιότητες του ήχου που επηρεάζονται από φυσικά φαινόμενα όπως αντήχηση, διάθλαση, ανάκλαση, ηχώ.

Το έκθεμα «η μετατροπή του ήχου» παρουσίαζε τις ακουστικές ιδιότητες ενός ήχου επηρεασμένες από διάφορα φυσικά μεγέθη όπως η συχνότητα. Ο συγκεκριμένος ήχος μπορούσε να ήταν ηχογραφημένος από τον χρήστη του εκθέματος ή έτοιμος από τον υπολογιστή. Η μουσική, στο συγκεκριμένο έκθεμα, δεν μπορούσε να αναπαρασταθεί τόσο καθαρά διότι οι ήχοι που ήταν δοσμένοι από τον υπολογιστή ήταν ήχος χαλικιού, λαλιά κόκορα και ήχος καμπάνας. Η μόνη δημιουργία μελωδίας θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί εάν ο χρήστης του εκθέματος τραγουδούσε ένα μελωδικό κομμάτι.

«Τα εικονικά κρουστά» αναπαριστούσαν την μουσική μέσα από ήχους μουσικών οργάνων και πιο συγκεκριμένα κρουστών. Η διαφορά της ψηφιακής εφαρμογής με τις άλλες εφαρμογές και πιο συγκεκριμένα τα εκθέματα «και λίγη μουσική», «μουσικό τραπέζι», «που βρίσκομαι», «η μετατροπή του ήχου» ήταν ότι εδώ η

διάδραση ήταν ενσώματη δηλαδή ο χρήστης χρησιμοποιούσε όλο του το σώμα για να λειτουργήσει.

Τα υπόλοιπα εκθέματα όπως «το μονόχορδο του Πυθαγόρα», «το ηχητικό κύμα» «οι γλάστρες» και «οι αυλοί» ήταν χειραπτικά. Πιο συγκεκριμένα η αναπαράσταση της μουσικής στο «μονόχορδο του Πυθαγόρα» πραγματοποιούνταν μέσα από την αναπαραγωγή νοτών που ήταν γνωστές στην αρχαιότητα καθώς ο χρήστης κουνούσε την χορδή στο μονόχορδο του Πυθαγόρα.

Στις «καμπάνες» ο χρήστης αναπαρήγαγε μουσική χτυπώντας τις σε διάφορα σημεία με πλαστικό ραβδί ενώ στους αυλούς ο επισκέπτης του μουσείου τους παρατηρούσε διακρίνοντας τα διαφορετικά χαρακτηριστικά τους τα οποία μπορούν να επηρεάσουν την μουσική που αναπαράγουν τα συγκεκριμένα μουσικά όργανα.

Τέλος στο έκθεμα «ηχητικό κύμα» ο χρήστης μπορούσε να αναπαράγει συγκεκριμένους ήχους καθώς χτυπούσε την πλαστική μεμβράνη του εκθέματος.

## **8.2 Ως προς τον συσχετισμό μαθηματικών και μουσικής**

Σε όλα τα εκθέματα μπορούσε να πραγματοποιηθεί συσχετισμός μεταξύ μαθηματικών και μουσικής. Απλά σε άλλα εκθέματα ήταν άμεσος και σε άλλα έμμεσος. Άμεσος ήταν στα εκθέματα του Ελληνικού Κόσμου ενώ έμμεσος ήταν στα εκθέματα της έκθεσης «Πολυμήχανο» και του Ευγενιδίου Ιδρύματος.

Άμεσος ήταν στα εκθέματα του Ελληνικού Κόσμου διότι οι νότες που παρουσιάζονταν στο έκθεμα «και λίγη μουσική» και στο έκθεμα «μονόχορδο του Πυθαγόρα» αναπαραστάθηκαν με κλάσματα. Πιο συγκεκριμένα στο έκθεμα «και λίγη μουσική» όταν οι νότες εμφανίζονταν πάνω στην χορδή στην οθόνη του υπολογιστή και ο χρήστης πατούσε πάνω σε αυτές με το ποντίκι εμφανίζονταν κλάσματα. Επίσης ο χρήστης του εκθέματος «το μονόχορδο του Πυθαγόρα» μετακινούσε τον καβαλάρη σε συγκεκριμένα σημεία έχοντας κατά νου τη διαίρεση του τμήματος στη βάση της έννοιας ενός κλάσματος. Έτσι το μήκος της χορδής συσχετίζεται με το μήκος της χορδής όπως αυτό διαμορφώνεται καθώς χωρίζεται σε επιμέρους κλάσματα.

Στις καμπάνες η σύνδεση μαθηματικών και μουσικής γίνεται καθώς ο χρήστης χωρίζει τις καμπάνες σε μέρη για να τις χτυπήσει σε διαφορετικά σημεία κάθε φορά. Στους αυλούς ο επισκέπτης του μουσείου παρατηρούσε τα μεγέθη των



αυλών και είχε την δυνατότητα να συνδέσει τα διάφορα μεγέθη των αυλών με τους διαφορετικούς ήχους που αναπαράγουν.

Στα άλλα εκθέματα πραγματοποιείται μέσω της συσχέτισης με φυσικές έννοιες. Για παράδειγμα στο «μουσικό τραπέζι» εμφανίζονται φυσικές έννοιες που αφορούν τις ιδιότητες του ηχητικού κύματος όπως περίοδος, μήκος κύματος, πλάτος ηχητικού κύματος, κυματομορφή, ένταση, χροιά ώστε να πραγματοποιηθεί σύνδεση μεταξύ μαθηματικών και μουσικής. Το ίδιο συμβαίνει και με το έκθεμα «ηχητικό κύμα» στο Ευγενίδιο Ιδρυμα.

Στο έκθεμα «η μετατροπή του ήχου», η ψηφιακή επεξεργασία του ήχου και η οπτική ψηφιακή του αναπαράσταση στην οθόνη διεπαφής του υπολογιστή υπολογιστή δίνει την δυνατότητα εστίαση σε έννοιες μαθηματικών και φυσικών επιστημών που αφορούν την μουσική και τον ήχο όπως και στη συσχέτιση μεταξύ τους.

Ακόμα στο έκθεμα «που βρίσκομαι» φυσικές έννοιες που σχετίζονται με το ηχητικό κύμα και φυσικά φαινόμενα γίνονται αντιληπτά καθώς ο χρήστης γυρίζει τις σελίδες ενός βιβλίου. Τέλος στο έκθεμα «εικονικά κρουστά» η φυσική και πιο συγκεκριμένα το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο που επηρεάζει την λειτουργία του εκθέματος υπερσχύει έναντι των μαθηματικών.

### **8.3 Ως προς τη διάδραση που παρέχουν τα εκθέματα**

Διάδραση μεταξύ εκθέματος και χρήστη υπήρχε σε όλα τα εκθέματα χωρίς να παίζει τόσο ρόλο εάν ήταν ψηφιακή εφαρμογή ή όχι. Σύμφωνα με τη δικιά μου βιωματική εμπειρία εκεί που μπορούσα να επεξεργαστώ λιγότερο τις πληροφορίες με αποτέλεσμα να τις κατανοήσω πιο δύσκολα ήταν τα εκθέματα «και λίγη μουσική» και «αυλοί».

Στο πρώτο έκθεμα οι πληροφορίες που λάμβανα ήταν άγνωστες για μένα με αποτέλεσμα να τις κατανοήσω και να τις επεξεργαστώ πιο δύσκολα στον υπολογιστή. Στο δεύτερο έκθεμα «αυλοί» δεν δινόταν η δυνατότητα βιωματικής χρήσης παρότι θα μπορούσε να δοθεί με κατασκευή αυτοσχέδιων μουσικών οργάνων ή απομιμήσεις αυλών. Αντίθετα η δυνατότητα βιωματικής χρήσης στο μονόχορδο του Πυθαγόρα, δηλαδή η τοποθέτηση καβαλάρη εκεί που έπρεπε, με βοήθησε να κατανοήσω πιο εύκολα τις νότες που ήταν γνωστές στην αρχαιότητα.

Επίσης ένα άλλο έκθεμα που δυσκολεύτηκα να κατανοήσω ήταν «η μετατροπή του ήχου». Η «μετατροπή του ήχου» δεν παρουσίαζε δυσκολία χειρισμού από την μεριά του χρήστη. Παρολ' αυτά οι πληροφορίες που έδινε ήταν αποσπασματικές. Η συχνότητα του ήχου και η οπτική αναπαράσταση του με βάση μια συγκεκριμένη συχνότητα μπορεί να τη δει και να την ακούσει εύκολα ο χρήστης από τον υπολογιστή. Όμως, εμένα με μπέρδεψε πιο πολύ, η οπτική αναπαράσταση του ηχητικού κύματος όπως και η γραφική παράσταση ότανμίλαγα στο μικρόφωνο, αργά, γρήγορα, ανάποδα, δηλαδή με διαφορετική ταχύτητα ήχου και η φωνή μου έπρεπε να επεξεργαστεί. Αντίθετα, σύμφωνα με την Κ., μουσειοπαιδαγωγό στην έκθεση του Ευγενιδίου, τα παιδιά είναι εξοικειωμένα με τον ψηφιακό ήχο και τη ψηφιακή του επεξεργασία όχι όμως με τον αναλογικό ήχο.

*Κ.: Δυσκολεύονται να το κατανοήσουν ή να εφαρμόσουν την εφαρμογή;*

*Ερευνήτρια: Να το κατανοήσουν.*

*Κ.: Μάλλον την μετατροπή του ήχου από αναλογικό σε ψηφιακό, νομίζω γιατί πλέον τα παιδιά δεν έχουν επαφή με αναλογικό ήχο οπότε δεν τους κάνει εντύπωση ξέρουν μόνο από ψηφιακό ήχο και δεν τους αφορά το θέμα.*

Γενικά τα εκθέματα παρουσίαζαν ευκολία χειρισμού διότι όλα τα εκθέματα είχαν επιγραφές για το πώς έπρεπε να τα χειριστεί ο χρήστης. Μόνο το «μουσικό τραπέζι» δεν είχε αλλά ήταν εύκολο στον χειρισμό του. Επίσης οι οδηγίες χειρισμού στο έκθεμα «και λίγη μουσική» αναγράφονταν στον υπολογιστή κατά την διάρκεια της λειτουργίας του. Η διάδραση μεταξύ «μουσικού τραπεζιού» και χρήστη δεν περιοριζόνταν μόνο στην ακρόαση ήχων αλλά και στην αναπαραγωγή τους.

Τέλος στα «εικονικά κρουστά» η διάδραση επεκτείνονταν σε μεγαλύτερο επίπεδο διότι η κίνηση του παίχτη για την αναπαραγωγή ήχου επεκτείνονταν σε όλο του το σώμα. Έτσι η διάδραση που λάμβανε χώρα, ως επί των πλείστων στα εκθέματα, χαρακτηριζόταν από δραστηριότητες στις οποίες δινόταν περιθώριο αυτοσχεδιασμού από την μεριά του χρήστη, σημαντικό σύμφωνα με την Καλεσοπούλου (2011) για την βιωματική προσέγγιση της γνώσης .

#### **8.4 Ως προς τη βιωματική προσέγγιση της γνώσης**

Όλα τα εκθέματα παρείχαν την δυνατότητα βιωματικής χρήσης εκτός από τους αυλούς. Παρολ' αυτά ήταν σε διαφορετικό βαθμό στο κάθε έκθεμα. Για παράδειγμα

στο έκθεμα «εικονικά κρουστά» η βιωματική χρήση ήταν πιο εμφανής διότι ο χρήστης έπρεπε να κουνήσει ολόκληρο το σώμα για να λειτουργήσει το έκθεμα ενώ στο έκθεμα «και λίγη μουσική» έπρεπε να περιοριστεί μόνο στην χρήση του επιτραπέζιου υπολογιστή για να λειτουργήσει η ψηφιακή εφαρμογή.

Επίσης στο έκθεμα «μουσικό τραπέζι» ο χρήστης είχε τη δυνατότητα αναπαραγωγής μελωδικών μοτίβων ενώ στο έκθεμα «το μονόχορδο του Πυθαγόρα» δεν ήταν τόσο εύκολο να αναπαράγει μελωδικά μοτίβα. Αυτό συνέβαινε διότι στο έκθεμα «μονόχορδο του Πυθαγόρα» ήταν δύσκολο να συνδυαστούν οι νότες μεταξύ τους ενώ στο «μουσικό τραπέζι» τα μελωδικά μοτίβα ήταν έτοιμα. Όμως και στα δύο παραπάνω εκθέματα έπρεπε να πειραματιστεί με ήχους.

Ο πειραματισμός με ήχους μπορούσε να πραγματοποιηθεί και στο «ηχητικό κύμα» μέσα από το χτύπημα στην μεμβράνη του εκθέματος και στις καμπάνες. Επιπρόσθετα τη δυνατότητα αναπαραγωγής ήχου την είχε και ο χρήστης του εκθέματος «η μετατροπή του ήχου» μέσα από την ηχογράφηση της φωνής του.

Αντίθετα στο έκθεμα «που βρίσκομαι», σύμφωνα με τη δικιά μου βιωματική εμπειρία, ο χρήστης του εκθέματος δεν μπορούσε να αναπαράγει ήχους αλλά μόνο να ακούσει. Παρ'όλα αυτά μπορούσε να γυρίσει τις σελίδες του βιβλίου οι οποίες παρουσίαζαν που ήταν ο τροβαδούρος όταν ακούγονταν ο ήχος που έπαιζε.

Σε γενικές γραμμές τα περισσότερα εκθέματα παρείχαν την δυνατότητα βιωματικής χρήσης που σχετίζονταν ως επί των πλείστων με την διεκπεραίωση μιας εκπαιδευτικής δραστηριότητας από το μέρος του επισκέπτη του μουσείου. Επίσης δινόταν η δυνατότητα ενεργητικής μουσικής ακρόασης όπου ο χρήστης των εκθεμάτων μπορούσε να ακούσει την μουσική συνειδητά και να κατανοήσει τις διάφορες αλλαγές στην ένταση και το ηχόχρωμα φθόγγων, μουσικών οργάνων αλλά και μικρών μουσικών κομματιών (Καλεσοπούλου, 2011).

### **8.5 Ως προς την συσχέτιση γνώσεων με άμεση εμπειρία χρήση**

Η αναπαραγωγή μουσικών συνθέσεων στο «μουσικό τραπέζι» με τη βοήθεια ψηφιακής τεχνολογίας με οδήγησαν στο να κατανοήσω την αναπαραγωγή

ηλεκτρονικής μουσικής χωρίς την απτή επαφή με τα μουσικά όργανα. Το ίδιο συνέβη και στο έκθεμα «εικονικά κρουστά».

Επίσης στα εκθέματα «ηχητικό κύμα» και «μουσικό τραπέζι» κατανόησα τα χαρακτηριστικά του ηχητικού κύματος και την δημιουργία του. Στο έκθεμα «που βρίσκομαι» κατανόησα ακουστικές ιδιότητες του ήχου σε σχέση με φυσικά φαινόμενα όπως αντήχηση, διάθλαση, ανάκλαση ενώ στο έκθεμα «η μετατροπή του ήχου» είχα την δυνατότητα να παρατηρήσω την ψηφιακή επεξεργασία του ήχου στον υπολογιστή.

Στα εκθέματα του Ελληνικού Κόσμου ανακάλυψα για πρώτη φορά γνώσεις σε σχέση με την αρχαία ελληνική μουσική. Το έκθεμα που με βοήθησε περισσότερο και κατανόησα πιο εύκολα γνώσεις σε σχέση με την αρχαία ελληνική μουσική ήταν «το μονόχορδο του Πυθαγόρα». Τις γνώσεις που ανακάλυψα στο συγκεκριμένο έκθεμα τις συνέδεσα ύστερα με τις γνώσεις που άρχισα να κατανοώ στο έκθεμα «και λίγη μουσική». Η έλλειψη βιβλιογραφίας σε σχέση με την αρχαία ελληνική μουσική δεν με βοήθησε τόσο στην διερεύνηση των συγκεκριμένων γνώσεων.

Ακόμα οι γνώσεις που αποκόμισα σε σχέση με το έκθεμα «οι αυλοί» ήταν λόγω των γραπτών πληροφοριών που εκτίθονταν στο μουσείο και των γνώσεων που κατείχα σε σχέση με πνευστά μουσικά όργανα.

Τέλος η εμπειρία μου στις αναποδογυρισμένες γλάστρες ή αλλιώς καμπάνες μου έδωσε την δυνατότητα να κατανοήσω τις διαφορές στον ήχο που αναπαρήγαγα καθώς τις χτυπούσα. Οι συγκεκριμένες διαφορές γινόντουσαν εμφανής λόγω του διαφορετικού μεγέθους των καμπάνων και των τυχαίων σημείων που τις χτυπούσε ο χρήστης.

## ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μελέτη φαίνεται να επιβεβαιώνει την ανάγκη για οργάνωση εκπαιδευτικών δράσεων στο πλαίσιο των πολιτισμικών χώρων αναφοράς ώστε να προσεγγίσουν με στόχο την προσέγγιση παιδιών σχολικής ηλικίας. Τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρούνται όχι μόνο σημαντικά βήματα των ελληνικών μουσείων τόσο στο ευρύ κοινό συμπεριλαμβανομένων και των παιδιών όσο και στις σχολικές μονάδες αλλά και σημαντικά βήματα στην αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών σε ορισμένα εκθέματα.

Οι νέες τεχνολογίες μοιάζει ότι μπορούν να λειτουργήσουν θετικά για την γνωριμία και διαμόρφωση εμπειριών στο χώρο των μουσείων, όντας ιδιαίτερα ελκυστικές και για τα παιδιά, ενώ προσφέρουν μια πληθώρα επιλογών για έρευνα, αξιολόγηση, σύγκριση και εύρεση εναλλακτικών αναγνώσεων των εκθεμάτων, οδηγώντας στην ενεργητική μάθηση, βασικό ζητούμενο της μουσειακής εκπαίδευσης. Η επιλογή των κατάλληλων ψηφιακών εφαρμογών, προσαρμοσμένων στην αντίστοιχη ομάδα κοινού, που θα υποστηρίζουν την συμμετοχή και την διάδραση, μπορεί να βοηθήσει στην προσέλκυση των μαθητών για την μουσειακή επίσκεψη, αλλά και στο μεταγενέστερο στάδιο στην εμπέδωση και στην αξιολόγηση της. Κρίνεται λοιπόν αναγκαία η καλλιέργεια διάδρασης μεταξύ εκθέματος και επισκέπτη του μουσείου μέσα από την χρήση νέων τεχνολογιών. Η διάδραση μέσα από τις νέες τεχνολογίες μπορεί να επεκταθεί όχι μόνο σε χειρονομίες του παιδιού αλλά και στην κίνηση ολόκληρου του σώματος μέσα από την αξιοποίηση εξωτερικών περιφερειακών συσκευών συνδεδεμένων με την πολυμεσική εφαρμογή.

Τέλος τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης θα είχε ιδιαίτερο ενδιαφέρον να διερευνηθούν, συγκρινόμενα με αντίστοιχα αποτελέσματα ερευνών, που θα μπορούσαν να αφορούν την μελέτη μουσειοπαιδαγωγικών δράσεων σε περισσότερα τυπικά πλαίσια εκπαίδευσης. Με αυτόν τον τρόπο προωθείται η αναγκαιότητα της μουσειακής εκπαίδευσης, που πρέπει να συνδέεται και με το σχολείο, ιδιαίτερα σε χώρες όπως η Ελλάδα οι οποίες στηρίζονται ευρέως στον μουσειακό τουρισμό. Σημαντικό είναι η μουσειακή εκπαίδευση να αποτελεί μέρος μιας ευρύτερης και μακρόχρονης πολιτισμικής και καλλιτεχνικής αγωγής, με συνέχεια σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες (Τζιαφάκη, 2005). Συμπερασματικά

μια τέτοια προσέγγιση που θα μπορεί πραγματικά να αξιοποιεί τα μουσεία και τους χώρους πολιτισμού ευρύτερα, μπορεί ίσως να θέσει τις προϋποθέσεις για την υποστήριξη του δικαιώματος όλων στο πολιτισμό (Μπούνια, 2009).

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική

- Βέμη, Μ. & Νάκου, Ε. (2010). *Μουσεία και Εκπαίδευση*. Αθήνα: Νήσος
- Ίδρυμα της Βουλής των Ελλήνων για τον Κοινοβουλευτισμό και την Δημοκρατία (2012). *Μουσική Παιδεία και Δημοκρατία στην Κλασική Αθήνα*. Αθήνα: Ίδρυμα της Βουλής των Ελλήνων για τον Κοινοβουλευτισμό και την Δημοκρατία
- Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού (2007). *Υπάρχει σε όλα λύση; Ταξίδι στον κόσμο των αρχαίων ελληνικών μαθηματικών* Αθήνα: Ελληνική Μαθηματική Εταιρεία
- Καιμάκης, Π. (2004). *Φιλοσοφία και Μουσική Η μουσική στους Πυθαγόρειους, τον Πλάτωνα, τον Αριστοτέλη και τον Πλωτίνο*. Αθήνα: Μεταίχμιο
- Καλεσοπούλου, Δ. (2011). *Παιδί και εκπαίδευση στο μουσείο Θεωρητικές αφετηρίες παιδαγωγικές προσεγγίσεις*. Αθήνα: Μεταίχμιο
- Καραδήμου-Λιάτσου, Π. (2003). *Η μουσειοπαιδαγωγική τον 20<sup>ο</sup> αιώνα Οι σημαντικότερες απόψεις για την προσχολική ηλικία*. Αθήνα: Edition Orpheus
- Κολιόπουλος, Δ. (2004). *Η διδακτική προσέγγιση του μουσείου φυσικών επιστημών*. Αθήνα: Μεταίχμιο
- Κόμης, Ι. Β. (2004). *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της πληροφορίας και των επικοινωνιών*. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών
- Μιχαηλίδης, Σ. (1981). *Εγκυκλοπαίδεια της αρχαίας ελληνικής μουσικής*. Αθήνα: Μορφωτικό Ίδρυμα Εθνικής Τράπεζας
- Μπούνια, Α. (2009). *Στα παρασκήνια του μουσείου*. Αθήνα: Πατάκη
- Νάκου, Ε. (2001). *Μουσεία: Εμείς τα πράγματα και ο πολιτισμός*. Αθήνα: Νήσος
- Νάκου, Ε. (2009). *Μουσεία Ιστορίες και Ιστορία*. Αθήνα: Νήσος
- Νικονάνου Ν. (2009). *Μουσειοπαιδαγωγική: Από την θεωρία στην πράξη*. Αθήνα: Πατάκη
- Ντολιοπούλου Έ. (2004) *Σύγχρονες τάσεις της προσχολικής αγωγής*. Αθήνα: Τυπώθητω
- Παναγιωτακόπουλος, Χ., Πιερρακέας, Χ. & Πιντέλας, Π. (2003). *Το εκπαιδευτικό λογισμικό και αξιολόγηση του*. Αθήνα: Μεταίχμιο
- Παπαοικονόμου-Κηπουργού, Α. (2007). *Η μουσική στην αρχαία Ελλάδα*. Αθήνα: Λ. Γεωργιάδης

- Παρασκευοπούλου, Ν. Ι. (1993). *Μεθοδολογία επιστημονικής έρευνας* Αθήνα: Εκδόσεις Πανεπιστημίου Αθηνών
- Πολεμικός, Ν. & Κοντάκος, Α. (2002). *Μη λεκτική επικοινωνία Σύγχρονες θεωρητικές και ερευνητικές προσεγγίσεις στην Ελλάδα*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα
- Πρέζας, Π. (2003). *Θεωρίες μάθησης και εκπαιδευτικό λογισμικό*. Αθήνα: Κλειδάριθμος
- Ρετάλης, Σ. (2005). *Οι προηγμένες τεχνολογίες διαδικτύου στην υπηρεσία της μάθησης*. Αθήνα: Καστανιώτη
- Τζιαφέρη, Σ. Γ. (2005). *Το σύγχρονο μουσείο στην ελληνική εκπαίδευση μέσα από το παράδειγμα των εκπαιδευτικών προγραμμάτων*. Αθήνα: Αδελφών Κυριακίδη α.ε.
- Φίλιας, Β. (2001). *Εισαγωγή στην Μεθοδολογία και τις Τεχνικές των Κοινωνικών Ερευνών*. Αθήνα: Gutenberg

### **Ξένη (Μεταφρασμένη, Ξενόγλωσση)**

- Appleton, J. (2002). «*Interactivity in Context*» υπό την δημοσίευση στα πρακτικά συνεδρίου Interactive Learning in Museums of Art, Victoria and Albert Museum
- Ball, J. (2011). *Μαθηματικά Εξερευνήστε τα μυστήρια των αριθμών*. Αθήνα: Polaris
- Banister, F. & Ryan, C. (2001). *Developing Science concepts through story-telling*. School Science Review, 83 (302)
- Bell, J. (1997). *Μεθοδολογία σχεδιασμός Παιδαγωγικής και Κοινωνικής έρευνας*. Αθήνα: Gudeberg
- Birchfield, D., Thornburg, H., Megowan-Romanicz, C. M., Hatton S., Mechtley, B., Dolgov, I. & Burleson, W. (2008). *Embodiment, Multimodality, and Composition: Convergent Themes across HCI and Education for Mixed-Reality Learning Environments*. Advances in Human-Computer Interaction
- Buckingham, D. & Burn, A. (2007). *Game literacy in theory and practice*. Journal of educational multimedia and hypermedia, 16 (3)
- Castell de S., Boschman L. & Jenson J. (2008). *In and out of control: Learning games differently*. University Publication Committee, 2 (3)
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2007). *Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας*. Αθήνα: Μεταίχμιο



- Chang, K. (2011). *One math museum, many variables*. The New York Times.
- Dewey, J. (1916). *Democracy and Education*. New York: Mcmillan Co
- Dewey, J. (1971). *The Child and the Curriculum The School and the Society*. London: University of Chicago Press
- Dickey, D. M. (2006). *Girl gamers: the controversy of girl games and the relevance of female-oriented game design for instructional design*. British Journal of Educational Technology, 37 (5)
- Ellis, C., Adams, T. & Bochner, A. (2011). *Autoethnography: An Overview*. *Qualitative Social Research*, 12 (1)
- Falk, J. H. & Dierking, L. D. (1992). *The museum Experience*. Washington: Willard L. Boyd
- Ferguson, K. (2009). *Η μουσική του Πυθαγόρα*. Αθήνα: Εκδόσεις Τραυλός
- Gardner, H. (1993). *Multiple Intelligences: The Theory in Practice*. United States of America: Basic Books
- Gould, H. & Reimer, C., (2011). *Tech@Momath: Technology Use in the Forthcoming Museum of Mathematics*. *Journal of Mathematics Education at Teachers College*, 2
- Hanks, N. (1971). *Education Through Art: A Gateway*. *Journal of the National Art Education Association*, 24 (7)
- Houssaye, J. (2000). *Δεκαπέντε παιδαγωγοί Σταθμοί στην ιστορία της παιδαγωγικής σκέψης*. Αθήνα: Μεταίχμιο
- Howard, K. & Sharp, A. J. (2001). *Η επιστημονική μελέτη*. Αθήνα: Gutenberg
- Johnson V., Smith R., Varon R., Samis P. & Witchey H. (2008). *Into the Breach How Creative Philanthropy Can Reverse the Eroding Landscape of Arts Education*. Austin: New Media Consortium
- Iacovides, I., Aczel, J., Scanlnon, E., Taylor J. & Woods, W. (2011). *Motivation, Engagement and Learning through Digital Games International*. *Journal of Virtual and Personal Learning Environments*, 2 (2)
- Kavanagh, G. (1999). *Making Histories in Museum*. London: Leichester University Press
- Ke, F. (2008). *A case study of computer gaming for math: Engaged learning from gameplay?*. *Computer & Education*, 51

- Manson, J. (2003). *Η διεξαγωγή της ποιοτικής έρευνας*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα
- Oslon, K. C. (2010). *Children's Motivation for Video Game Play in the Context of Normal. Development Review of General Psychology*, 14 (2)
- Prensky, M. (2000). *Digital Game Based Learning*. New York: Mc Graw Hill
- Poulot, D., Bodenstein, F., Jose, M. & Guiral, L. (2012). *Great Narratives of the Past Traditions and Revisions in National Museums*. Linköping University Electronic Press, 4
- Raessens, J. & Goldstein, J. (2005). *Handbook of computer game studies*. London: MIT Press Cambridge
- Robson, C. (2007). *Η έρευνα του πραγματικού κόσμου*. Αθήνα: Gutenberg
- Roopnarine, L. J.-Johnson, E. J. (2006). *Ποιοτικά Προγράμματα Προσχολικής εκπαίδευσης Προγράμματα από την διεθνή Πρακτική*. Αθήνα: Παπαζήση
- Schweibenz, W. (1998). «*The Virtual Museum: New Perspectives For Museums to Present Objects and Information Using the Internet as a Knowledge Base and Communication System*» υπό την δημοσίευση στα πρακτικά του διεθνούς συνεδρίου Informationswissenschaft στις 3-7 Νοέμβριου 1998
- Seashore, C. E. (1967). *Psychology of Music*. New York: Dover Publications
- Simons, D. (1996). *George Kerschensteiner, His thought and its relevance today*. London: Methuen & Co
- Sinclair, F. (2007). «*Authenticity and reinterpretation: museum buildings as traditional icons in the 21 st century*» υπό δημοσίευση στα πρακτικά του συνεδρίου «The Vital Spark» που πραγματοποιήθηκε στο Aviemore στο Cairngorms National Park, Scotland από 30 September έως 3 October 2007
- Solomon, J. & Tomas, J. (1999). *Science education for the public understanding of science*. Studies in Science Education, 33 (1)
- Streefland, L. (2000). *Ρεαλιστικά μαθηματικά στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση*. Αθήνα: Εδόσεις Leader Books
- Subrahmanyam, K., Robert, E. K., Greenfield, P. M. & Gross, F. E. (2000). *The Impact of Home Computer Use on Children's Activities and Development*. Children and Computer Technology, 10 (2)
- Tennant, M. (1997). *Psychology and Adult Learning*. London: Roudledge

- Tharp, R. G. & Gallimore, R. (1988). *Rousing minds to life: Teaching, learning, and schooling in social context*. England: Cambridge University Press.
- Vuillermoz, E. (1979). *Ιστορία της Μουσικής*. Αθήνα:Υποδομή
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society*. Cambridge, Massachusetts London: Harvard University Press
- Wilson, M. (2004). *Six Views of Embodied Cognition*. University of California, Santa Cruz: Psychonomic Bulletin & Review
- Woolnough, B. (1994). *Effective Science*. Bristol: Open University Press
- Zhou, Z. Y., Cheok, D. A. & Pan, H. J. (2007). *Interactive System and Method*. National University of Singapore: United States Patent