



ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΠΜΣ: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ
ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΣΕ ΣΥΓΧΡΟΝΑ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΜΑΘΗΣΗΣ

Διπλωματική εργασία

Θέμα:

«Ανάπτυξη και αξιολόγηση διδακτικού υλικού για τη διδασκαλία της έννοιας του ήχου και των φαινομένων αλληλεπίδρασής του με υλικά»

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ:

Ασημόπουλος Στέφανος, Επίκουρος Καθηγητής, Α΄ επιβλέπων
Κόλλιας Βασίλειος, Επίκουρος Καθηγητής, Β΄ Επιβλέπων
Σχίζας Δημήτριος, Επίκουρος Καθηγητής, Γ΄ Επιβλέπων

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑΣ:

Στάμου Σταυρούλα

A.M. 00278

Βόλος, Ιούνιος 2025

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη	4
Abstract	6
Εισαγωγή.....	8
Κεφάλαιο 1 ^ο : Ο ήχος	11
1.2 Χαρακτηριστικά του ήχου:	11
1.2.1 Ταχύτητα του ήχου:	11
1.2.2 Η ένταση και η ακουστότητα:	11
1.2.3 Η συχνότητα και το ύψος του ήχου:	12
1.3 Διάδοση του ήχου:.....	12
1.4 Η ανάκλαση του ήχου:	13
1.5 Η απορρόφηση του ήχου:	14
Κεφάλαιο 2 ^ο : Η διδακτική του ήχου	16
2.1 Η προσέγγιση του ήχου στο δημοτικό σχολείο:	16
2.2 Εναλλακτικές Ιδέες για τον ήχο	23
2.2.1 Εναλλακτικές ιδέες για τη φύση του ήχου:	23
2.2.3 Ήχος και ηχητικές πηγές	28
2.2.4 Εναλλακτικές ιδέες για τα χαρακτηριστικά του ήχου:	29
2.2.4 Εναλλακτικές ιδέες για τη διάδοση του ήχου:	30
2.2.5 Εναλλακτικές ιδέες για την ανάκλαση του ήχου:	35
2.2.6 Εναλλακτικές ιδέες για την απορρόφηση του ήχου:	36
Κεφάλαιο 3 ^ο : Η έρευνα	38
3.1 Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα:	38
3.2 Διδακτικό πείραμα και διδακτική μαθησιακή πορεία:	38
3.3 Σύντομη περιγραφή της τάξης και προφίλ μαθητών/τριών:	41
3.4 Δεοντολογία και ηθική:	43
3.5 Εγκυρότητα και αξιοπιστία:	45
Κεφάλαιο 4 ^ο : Περιγραφή της αρχικής και της τελικής Διδακτικής Μαθησιακής Πορείας	47
4.1 Αρχική μαθησιακή πορεία:	47
4.1.1 Σύντομη περιγραφή της αρχικής μαθησιακής πορείας:	51

4.2 Τελική μαθησιακή πορεία:	52
4.2.1 Η φύση του ήχου:	52
4.2.2 Χαρακτηριστικά του ήχου:.....	53
4.2.3 Η διάδοση του ήχου στα υγρά:	53
4.2.4 Η διάδοση του ήχου στα στερεά:	54
4.2.5 Η διάδοση του ήχου στα αέρια:	55
4.2.6 Η διάδοση του ήχου στο κενό και η εισαγωγή της επιστημονικής ορολογίας	56
4.2.7 Ανάκλαση του ήχου- Ηχώ	57
4.2.8 Ανάκλαση του ήχου στα στερεά:	58
4.2.9 Απορρόφηση του ήχου στα στερεά:	59
Κεφάλαιο 5 ^ο : Ανάλυση ευρημάτων	61
5.1 1 ^ο διδακτικό επεισόδιο: Η φύση του ήχου:	61
5.2 2 ^ο διδακτικό επεισόδιο: χαρακτηριστικά του ήχου:	67
5.3 3 ^ο διδακτικό επεισόδιο: Η διάδοση του ήχου στα υγρά:	75
5.4 4 ^ο διδακτικό επεισόδιο: Η διάδοση του ήχου στα στερεά:	81
5.5 5 ^ο διδακτικό επεισόδιο: Η διάδοση του ήχου στον αέρα:	87
5.6 6 ^ο διδακτικό επεισόδιο: Εισαγωγή επιστημονικής ορολογίας και διάδοση του ήχου στο κενό	91
5.7 7 ^ο Διδακτικό επεισόδιο: Η ηχώ και η ανάκλαση του ήχου	98
5.8 8 ^ο διδακτικό επεισόδιο: Η ανάκλαση του ήχου	102
5.9 9 ^ο διδακτικό επεισόδιο: Η απορρόφηση του ήχου στα στερεά.....	105
Κεφάλαιο 6 ^ο : Συμπεράσματα και Διδακτική Μαθησιακή Πορεία	110
6.1 Συμπεράσματα:	110
6.2 Πρώτο ερευνητικό ερώτημα:.....	111
6.3 Δεύτερο ερευνητικό ερώτημα:	113
6.4 Τρίτο ερευνητικό ερώτημα:	115
6.5 Περιορισμοί της έρευνας:	119
6.3 Μελλοντικές ερευνητικές προτάσεις:	121
Βιβλιογραφία:	122
Παράρτημα:	135

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση αυτής της έρευνας θα ήθελα να εκφράσω τις βαθύτατες και ολόθερμες ευχαριστίες μου στον καθηγητή μου και πρώτο επιβλέποντα της παρούσας εργασίας κύριο Ασημόπουλο Στέφανο για την αμέριστη συμπαράσταση και υποστήριξή του καθόλη τη διάρκεια διεξαγωγής και συγγραφής της συγκεκριμένης εργασίας μέσω των εύστοχων παρατηρήσεων και την άμεσης απόκρισής του σε κάθε απορία μου που συνέβαλαν στη βελτίωση της παρούσας εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους κυρίους Κόλλια Βασίλειο και Σχίζα Δημήτριο που συνέβαλαν στην ολοκλήρωση αυτής της έρευνας μέσω των εύστοχων σχολίων τους. Ακόμα, πολλές ευχαριστίες στην οικογένειά μου ,που με στηρίζει σε κάθε μου βήμα. Νέστορα, Αντώνη και Χαριτίνη πάντα είστε οι άνθρωποι που με κάνετε να προχωρώ μπροστά. Ακόμα, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στους μαθητές/τριες που συμμετείχαν στην έρευνα και τους γονείς τους καθώς και στον διευθυντή της σχολικής μονάδας. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους δύο εξαιρετικούς φίλους και συναδέλφους, την παρατηρήτρια και τον κριτικό αναγνώστη που με βοήθησαν καθόλη τη διάρκεια της έρευνας.

Περίληψη

Ο ήχος βρίσκεται στην καθημερινότητα των παιδιών από πολύ μικρή ηλικία. Η διδακτική του προσέγγιση παρουσιάζει βασικές δυσκολίες ειδικότερα στις μικρές ηλικίες των παιδιών που φοιτούν στο δημοτικό σχολείο καθώς τα παιδιά διατηρούν ανθεκτικές εναλλακτικές ιδέες για τον ήχο και τα φαινόμενα που σχετίζονται με τη αλληλεπίδρασή του με υλικά (διάδοση, απορρόφηση, ανάκλαση) όπως η αντίληψη του ήχου ως υλικής οντότητας ενώ παράλληλα η εισαγωγή της κυματικής φύσης του ήχου έχει αποδειχθεί ως βασική δυσκολία για τα παιδιά. Ο ήχος διδάσκεται για πρώτη φορά στο δημοτικό στην πρώτη τάξη στο μάθημα της Μελέτης Περιβάλλοντος όπου προσεγγίζεται με βάση την αίσθηση της ακοής. Στην Πέμπτη Δημοτικού, ο ήχος διδάσκεται στο μάθημα «Ερευνώ και Ανακαλύπτω» και προσεγγίζεται ως κύμα όσον αφορά τη φύση του. Η παρούσα έρευνα υλοποιήθηκε σε παιδιά που φοιτούσαν στην Τρίτη Δημοτικού και προσέγγισε τον ήχο και τα φαινόμενα αλληλεπίδρασής του με υλικά μέσω της μακροσκοπικής προσέγγισης. Η έρευνα έγινε με βάση το διδακτικό πείραμα και περιλάμβανε εννέα διδακτικά επεισόδια. Τα δεδομένα της έρευνας προέκυψαν από το υλικό που παρήγαγαν τα παιδιά (φύλλα εργασίας, σχέδια) και τις παρατηρήσεις της ερευνήτριας και της παρατηρήτριας. Με βάση την ανάλυση των δεδομένων, προέκυψε πως τα παιδιά διατηρούν την ιδέα πως ο ήχος είναι υλική οντότητα, αναγνωρίζουν την ένταση ως χαρακτηριστικό του ήχου αλλά όχι την συχνότητα. Οι δραστηριότητες που προστέθηκαν συνέβαλαν στην οργάνωση των εμπειριών των παιδιών και στην προσέγγιση της επιστημονικής γνώσης. Για τη διάδοση του ήχου επιλέχθηκαν δραστηριότητες που έδιναν έμφαση στην αντίληψη της υλικής υπόστασης του αέρα ενώ για την απορρόφηση και την ανάκλαση του ήχου, οι δραστηριότητες έδιναν έμφαση στις εμπειρίες και στα χαρακτηριστικά των υλικών με τα οποία υπήρχε αλληλεπίδραση με τον ήχο. Διαπιστώθηκε πως τα παιδιά χρειάστηκαν περισσότερο χρόνο σε σχέση με αυτόν που αρχικά είχε υπολογιστεί από την ερευνήτρια για να κατανοήσουν το φαινόμενο της διάδοσης του ήχου ενώ δεν κατανόησαν το φαινόμενο της ανάκλασης. Τα παιδιά συνέδεσαν την απορρόφηση και την ανάκλαση με τα χαρακτηριστικά των υλικών. Η έρευνα οδήγησε στην ανάπτυξη μιας διδακτικής μαθησιακής πορείας. Η διδακτική προσέγγιση του ήχου μακροσκοπικά φάνηκε πως μπορεί να επιφέρει θετικά αποτελέσματα για την κατανόηση του ήχου σε μικρές ηλικίες. Προτείνεται να υλοποιηθούν έρευνες που να εστιάζουν στο φαινόμενο της ανάκλασης και της απορρόφησης σε μικρές ηλικίες παιδιών που φοιτούν στο δημοτικό.

Λέξεις – Κλειδιά: ήχος, διδακτική, δημοτικό σχολείο, μακροσκοπική προσέγγιση, διδακτικό πείραμα

Abstract

Sound is present in the everyday life of children from a very young age. Its teaching approach presents basic difficulties, especially at the young ages of children attending primary school, as children maintain resistant alternative ideas about sound and the phenomena related to its interaction with materials (propagation, absorption, reflection) such as the perception of sound as a material entity, while at the same time the introduction of the wave nature of sound has proven to be a basic difficulty for children. Sound is taught for the first time in primary school in the first grade in the Environmental Studies lesson where it is approached based on the sense of hearing. In the fifth grade of primary school, sound is taught in the lesson “Research and Discover” and is approached as a wave in terms of its nature. The present research was implemented with children attending the third grade of primary school and approached sound and the phenomena of its interaction with materials through the macroscopic approach. The research was based on a teaching experiment and included nine teaching episodes. The research data came from the material produced by the children (worksheets, drawings) and the observations of the researcher and the observer. Based on the analysis of the data, it emerged that the children maintain the idea that sound is a material entity, they recognize intensity as a characteristic of sound but not frequency. The activities that were added contributed to the organization of the children's experiences and the approach to scientific knowledge. For the propagation of sound, activities were selected that emphasized the perception of the material nature of air, while for the absorption and reflection of sound, the activities emphasized the experiences and characteristics of the materials with which there was interaction with the sound. It was found that the children needed more time than initially calculated by the researcher to understand the phenomenon of sound propagation, while they did not understand the phenomenon of reflection. The children linked absorption and reflection with the characteristics of materials. The research led to the development of a didactic learning path. The didactic approach to sound macroscopically appeared to be able to bring positive results for the understanding of sound at young ages. It is proposed that research be implemented that focuses on the phenomenon of reflection and absorption at young ages of children attending primary school.

Keywords: sound, teaching, primary school, macroscopic approach, didactic experiment

Εισαγωγή

Τα φυσικά φαινόμενα είναι συχνά δύσκολο να κατανοηθούν από τα παιδιά καθώς η επιστημονική ερμηνεία αυτών είναι δύσκολο να προσεγγιστεί. Μάλιστα, συγκεκριμένα φαινόμενα όπως ο ήχος που δεν μπορεί να γίνει αντιληπτός μέσω όλων των αισθήσεών μας, δυσκολεύουν πολύ τα παιδιά. Ο ήχος ακούγεται αλλά δεν φαίνεται. Παρόλα αυτά, οι μαθητές/τριες του δημοτικού σχολείου φέρνουν μαζί τους μέσα στην τάξη μια πληθώρα εμπειριών σχετικών με τον ήχο (Veith, 2023, p. 1-2). Τα αναλυτικά προγράμματα σπουδών στην ελληνική πρωτοβάθμια εκπαίδευση προσεγγίζουν βασικά χαρακτηριστικά της παραγωγής και διάδοσης του ήχου ενώ ολοκληρώνονται με την προσέγγιση του ήχου ως κυματικού φαινομένου. Μάλιστα, τα νέα αναλυτικά προγράμματα εξετάζουν τον ήχο μαζί με το φως, αντιμετωπίζοντάς τα ως κύματα (ΙΕΠ, 2022).

Δύο από τα κυρίαρχα εμπόδια για την προσέγγιση και κατανόηση του ήχου είναι οι εναλλακτικές ιδέες όπως η αντίληψη του ήχου ως υλική οντότητα (Eshach et al. (2018, p. 664) και η χρήση ορολογίας που παραπέμπει στην έννοια της υλικής οντότητας (Hrepic et al., 2010, p. 10). Οι Hrepic et al. (2010, p. 10) αναφέρουν ως βασικότερες δυσκολίες αναφορικά με τη διδακτική που αφορά τον ήχο και τα φαινόμενα που σχετίζονται με αυτόν τις εναλλακτικές ιδέες και τη γλώσσα που χρησιμοποιείται κατά τη διδακτική καθώς το λεξιλόγιο που συνήθως χρησιμοποιείται παραπέμπει σε υλική οντότητα, προσδίδοντας στον ήχο υλική υπόσταση.

Πολύ λίγα γνωρίζουμε για τις νοητικές παραστάσεις των παιδιών και πως αυτές εξελίσσονται εκκινώντας από την προσχολική ηλικία καθώς υπάρχουν ελάχιστες έρευνες σε αυτό το πεδίο με περιορισμένες έρευνες και για την ηλικία των παιδιών που φοιτούν στο δημοτικό σχολείο. Επίσης, η έρευνα, στο πεδίο κατανόησης του ήχου είναι περιορισμένη και στις μεγαλύτερες ηλικίες. Για τον λόγο αυτό, η παρούσα έρευνα επικεντρώνεται στην έννοια του ήχου καθώς και σε φαινόμενα αλληλεπίδρασης του ήχου με υλικά. Έναυσμα για τη διεξαγωγή της έρευνας αποτέλεσε η προσωπική εμπειρία της ερευνήτριας για τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές/τριες του δημοτικού κατά τη διδασκαλία της σχετικής ενότητας του ήχου στο μάθημα «Ερευνώ και Ανακαλύπτω» της Ε΄ Δημοτικού όπου διαπίστωσε πως στις περισσότερες περιπτώσεις τα παιδιά απομνημονεύουν όσα αναφέρονται στο σχολικό εγχειρίδιο για

τον ήχο και δεν κάνουν χρήση των εμπειριών τους για να εξηγήσουν τα σχετικά φαινόμενα.

Η έννοια του ήχου είναι αρκετά συγκεχυμένη καθώς συνδέεται με δύο αντιλήψεις που έχουν ακόμα και οι ενήλικοι. Ειδικότερα, συχνά η άποψη που έχουν οι άνθρωποι για τον ήχο είναι πως αφορά μια ποιότητα αλλά όχι του αντικειμένου που παράγει τον ήχο αλλά του περιβάλλοντος μέσου. Η άποψη αυτή είναι σύμφωνη με τα όσα αναφέρονται στην καθημερινή μας γλώσσα αλλά και τη σύγχρονη επιστήμη. Από την άλλη, υπάρχει η αντίληψη ότι ο ήχος είναι αυτό που ακούμε, που και αυτή είναι υπόθεση της συνηθισμένης γλώσσας και της σύγχρονης επιστήμης (Pasnau, 1999, p. 309). Ο ήχος είναι μια δύσκολη θεματική και φαίνεται να δυσκολεύει ακόμα και τους μελλοντικούς διδάσκοντες. Σε έρευνα της Linder (1992, p. 258) στον Καναδά σε αποφοίτους φυσικής εντοπίστηκαν οι ακόλουθες απόψεις για τον ήχο: ο ήχος είναι μια υλική οντότητα που μεταφέρεται από μεμονωμένα μόρια καθώς κινούνται μέσα από ένα μέσο, ο ήχος είναι μια υλική οντότητα που μεταφέρεται από ένα μόριο σε άλλο μέσω ενός μέσου, ο ήχος είναι μια υλική οντότητα που ταξιδεύει με ώθηση, η οποία συνήθως αντιπροσωπεύεται με τη μορφή ροής αέρα, ο ήχος είναι μια δεσμευμένη υλική οντότητα που ακολουθεί ένα συγκεκριμένο μοτίβο για να ταξιδεύει και ο ήχος συνδέεται με την έννοια των κυμάτων ως μέρος ενός συστήματος μοντελοποίησης μαθηματικής φυσικής.

Η παρούσα εργασία δομείται σε έξι κεφάλαια και δύο μέρη. Το πρώτο κεφάλαιο αναφέρει σύντομα τις βασικές έννοιες και τα φαινόμενα στα οποία επικεντρώνεται η έρευνα. Πιο αναλυτικά, γίνεται αναφορά στην έννοια του ήχου, σε κάποια από τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με αυτόν και απασχόλησαν την έρευνα όπως η συχνότητα, η ταχύτητα και η ένταση. Επίσης, γίνεται αναφορά στη νοηματοδότηση των ηχητικών πηγών και στη συνέχεια παρουσιάζονται φαινόμενα που σχετίζονται με τον ήχο όπως η διάδοση του ήχου στα υγρά, στερεά και αέρια, η ανάκλαση του ήχου που περιλαμβάνει και αναφορά στο φαινόμενο της ηχούς και η απορρόφηση του ήχου. Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφεται με εκκίνηση το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών και τα βιβλία του Δημοτικού Σχολείου η διδακτική προσέγγιση του ήχου στο δημοτικό σχολείο. Στη συνέχεια, γίνεται αναφορά σε έρευνες που αναδεικνύουν τις βασικές εναλλακτικές ιδέες των παιδιών για τον ήχο και τα φαινόμενα αλληλεπίδρασης με υλικά.

Στο τρίτο κεφάλαιο που αποτελεί το πρώτο από τα κεφάλαια του ερευνητικού μέρους της εργασίας, γίνεται αναφορά στη μεθοδολογική προσέγγιση. Πιο αναλυτικά, παρουσιάζεται ο στόχος και τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν για τη διεξαγωγή της παρούσας έρευνας ενώ περιγράφεται η μεθοδολογία του διδακτικού πειράματος. Επίσης, γίνεται μια σύντομη περιγραφή της τάξης και των μαθητών/τριών που συμμετείχαν στην έρευνα. Ακόμα, στο κεφάλαιο αυτό, γίνεται αναφορά σε θέματα ηθικής και δεοντολογίας και σε θέματα αξιοπιστίας και εγκυρότητας της έρευνας.

Το τέταρτο κεφάλαιο περιλαμβάνει τον αρχικό σχεδιασμό για τη διεξαγωγή του διδακτικού πειράματος και μια σύντομη περιγραφή των παρεμβάσεων που διεξήχθησαν. Συνολικά υλοποιήθηκαν εννέα διδακτικά επεισόδια. Ειδικότερα, περιγράφονται οι στόχοι που τέθηκαν και οι δραστηριότητες που έγιναν σε καθένα από τα εννέα διδακτικά επεισόδια. Ακολουθεί το πέμπτο κεφάλαιο, στο οποίο γίνεται η ανάλυση των δεδομένων κάθε διδακτικού επεισοδίου. Η ανάλυση των δεδομένων γίνεται με βάση το ημερολόγιο και τις παρατηρήσεις της ερευνήτριας, τις γραπτές παρατηρήσεις της παρατηρήτριας και το υλικό που παρήγαγαν οι μαθητές/τριες. Τέλος, στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο καταγράφονται τα συμπεράσματα της έρευνας, περιγράφεται η διδακτική μαθησιακή πορεία για τη διδασκαλία του ήχου και των φαινομένων αλληλεπίδρασής του με υλικά με βάση τη μακροσκοπική προσέγγιση, αναφέρονται οι βασικοί περιορισμοί της έρευνας και διατυπώνονται μελλοντικές ερευνητικές προτάσεις.

Κεφάλαιο 1^ο: Ο ήχος

Η λέξη «ήχος» χρησιμοποιείται στις Φυσικές Επιστήμες για να περιγράψει δύο πράγματα που είναι διαφορετικά: την αίσθηση που δίνει το αισθητήριο όργανο της ακοής, το αυτί και τη διαταραχή που υφίσταται ένα μέσο για να δημιουργήσει αυτή την αίσθηση (Αραβαντινός, χ.χ., σελ. 2). Ο ήχος είναι δόνηση που διαδίδεται στο χώρο και το χρόνο με κύματα. Ειδικότερα, είναι η διάδοση των δονήσεων ενός υλικού μέσου, στερεού, υγρού ή αέριου. Αν δεν δονείται κάποιο μέσο, τότε δεν υπάρχει ήχος (Hewitt, 1997, σελ. 325). Σε όλες τις περιπτώσεις παραγωγής ήχου μια δονούμενη πηγή στέλνει μια διαταραχή στο μέσο που την περιβάλλει (Hewitt, 1997, σελ. 344).

1.2 Χαρακτηριστικά του ήχου:

1.2.1 Ταχύτητα του ήχου:

Ένα από τα χαρακτηριστικά του ήχου είναι η ταχύτητα. Η ταχύτητα του ήχου εξαρτάται από τον άνεμο, τη θερμοκρασία και την υγρασία αλλά δεν εξαρτάται από την ένταση ή τη συχνότητα του ήχου. Όλοι οι ήχοι κινούνται με την ίδια ταχύτητα στο ίδιο μέσο, η οποία στον ξηρό αέρα και σε 0 βαθμούς C είναι περίπου 330 m/sec δηλαδή 1200 km/h. Όταν ο αέρας έχει υδρατμούς, η ταχύτητα παρουσιάζει μια ελαφρά αύξηση. Ο ήχος διαδίδεται πιο γρήγορα στο θερμό αέρα από ότι στον ψυχρό. Όταν το μέσο διάδοσης είναι το νερό, η ταχύτητα του ήχου σχεδόν τετραπλασιάζεται συγκριτικά με την περίπτωση όπου το μέσο διάδοσης είναι ο αέρας. Τέλος, στην περίπτωση που το μέσο διάδοσης είναι στερεό όπως ο χάλυβας, η ταχύτητα του ήχου δεκαπενταπλασιάζεται (Hewitt, 1997, σ. 346).

1.2.2 Η ένταση και η ακουστότητα:

Χαρακτηριστικό του ήχου είναι η ένταση. Η απόσταση του μέγιστου σημείου μιας κυματομορφής ήχου από τη μέση τιμή του, ονομάζεται πλάτος. Μεγαλύτερο πλάτος σημαίνει μεγαλύτερη ένταση ήχου (Hewitt, 1997, σ. 343). Ειδικότερα είναι ανάλογη του τετραγώνου του πλάτους σε κάθε τύπο κύματος. (Hewitt, 1997, σ. 358-359).

Η ένταση (amplitude) καθορίζει πόσο δυνατά ακούγεται ένας ήχος. Η ένταση μετριέται σε Watt/m². Για λόγους συσχέτισης με την ανθρώπινη αντίληψη χρησιμοποιείται η μονάδα decibel (db) (. (Hewitt, 1997, σ. 358-359; Λαζαρίνης, 2015, σ. 77).

Η ένταση αποτελεί ένα αντικειμενικό χαρακτηριστικό του ήχου. Για λόγους συσχέτισης με την ανθρώπινη αντίληψη γίνεται χρήση της ακουστικότητας ή

ακουστότητας (loudness) ή ηχηρότητας, η οποία μετριέται σε db. Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας θα γίνει χρήση του όρου ακουστότητα. Η ένταση του ήχου εξαρτάται από τις μεταβολές της πίεσης μέσα στο ηχητικό κύμα και επομένως εξαρτάται από το πλάτος. Η ακουστότητα εξαρτάται από την ένταση αλλά κατά τρόπο πολύπλοκο (Hewitt, 1997, σ. 358). Αυτή ορίζεται ως η υποκειμενική ένταση του ήχου, που εξαρτάται από την ακουστική ικανότητα του ακροατή, τη διάρκεια του ήχου και τη συχνότητα. Για παράδειγμα, ήχος 60 db δεν γίνεται αντιληπτός με την ίδια ένταση από διαφορετικούς ανθρώπους. Επίσης, δύο ήχοι 60 db δεν θεωρούνται, τελικά, ίδιας έντασης ακόμη και από τον ίδιο ακροατή (Λαζαρίνης, 2015, σ. 79).

1.2.3 Η συχνότητα και το ύψος του ήχου:

Η συχνότητα (frequency) είναι ο αριθμός των δονήσεων της ηχητικής πηγής ανά δευτερόλεπτο. Μετριέται σε Hertz δηλαδή αριθμό δονήσεων ανά δευτερόλεπτο (Λαζαρίνης, 2015, σ. 77). Για λόγους απλότητας και συσχέτισης με την ανθρώπινη αντίληψη χρησιμοποιείται το ύψος. Το ύψος (pitch) είναι ένα υποκειμενικό χαρακτηριστικό που μας επιτρέπει να διακρίνουμε τους ήχους σε οξείς (μεγάλης συχνότητας), όπως τα πρίμα (tremble) και παράγονται από το φλάουτο και το βιολί, μέσους (μεσαίας συχνότητας) και σε βαρείς (μικρής συχνότητας) όπως τα μπάσα που παράγονται από όργανα όπως το τύμπανο. Αφορά τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τη συχνότητα. Η αλλαγή ύψους στην περίπτωση παραγωγής ήχου γίνεται, για παράδειγμα, με μεταβολή του μήκους του υλικού που ταλαντώνεται ή μεταβολή του πάχους του υλικού που παράγει τον ήχο. Το ύψος μεταβάλλεται μη γραμμικά με τη συχνότητα, δηλαδή ίσες μεταβολές στη συχνότητα δεν προκαλούν ίδιες μεταβολές στην «αίσθηση» του ύψους. Η μονάδα μέτρησης του ύψους είναι η Mel (παράγεται από το Melody) (Λαζαρίνης, 2015, σ. 79).

Το ανθρώπινο αυτί μπορεί να ακούσει ήχους που παράγουν σώματα δονούμενα σε συχνότητες μεταξύ 16 έως 20000 Hz. Ηχητικά κύματα κάτω από 16 Hz λέγονται υπόηχοι και πάνω από 20000 Hz λέγονται υπέρηχοι και το ανθρώπινο αυτί δεν μπορεί να τα ακούσει (Hewitt, 1997, σ. 343).

1.3 Διάδοση του ήχου:

Οι περισσότεροι ήχοι που ακούμε διαδίδονται στον αέρα. Ωστόσο κάθε ελαστική ουσία, στερεή, υγρή ή αέρια μπορεί να διαδώσει τον ήχο. Με τον όρο ελαστικό υλικό αναφερόμαστε στα σώματα που μπορούν να επιστρέψουν στην αρχική τους μορφή

αφού παραμορφωθούν. Ο αέρας συγκριτικά με τα υγρά και τα στερεά σώματα είναι κακός αγωγός του ήχου. Ως χαρακτηριστικό παράδειγμα αναφέρεται ο ήχος ενός τρένου που ακούγεται καθαρότερα αν τοποθετήσουμε το αυτί μας στις ράγες. Παρομοίως, αν δύο πέτρες χτυπηθούν μέσα στο νερό θα ακουστεί πιο καθαρά ο ήχος συγκριτικά με τον αέρα καθώς το νερό είναι καλός αγωγός του ήχου (Hewitt, 1997, σ. 346).

Ο όρος κυματική κίνηση που αφορά τον ήχο είναι η διάδοση ενέργειας από μια πηγή σε ένα απομακρυσμένο δέκτη, χωρίς να μεταφέρεται ύλη ανάμεσα στα δύο σημεία. Διακρίνονται δύο βασικοί τύποι κυμάτων ανάλογα με τον τρόπο κίνησης των σωματιδίων του μέσου διάδοσης. Στην περίπτωση που τα σωματίδια του μέσου ταλαντώνονται κάθετα στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος, το κύμα ονομάζεται εγκάρσιο. Τα κύματα στις χορδές της κιθάρας ή του πιάνου είναι εγκάρσια. Τα εγκάρσια κύματα διαδίδονται μόνο στα στερεά. Στα κύματα αυτά σχηματίζονται όρη και κοιλάδες. Στην περίπτωση που τα σωματίδια του μέσου μέσα στο οποίο διαδίδεται το κύμα ταλαντώνονται κατά την ίδια διεύθυνση που διαδίδεται το κύμα, το κύμα ονομάζεται διαμήκες. Το μήκος ενός διαμήκους κύματος είναι η απόσταση μεταξύ διαδοχικών περιοχών πύκνωσης ή αντίστοιχα η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών περιοχών αραιώσης (Hewitt, 1997, σ. 326-327). Παράδειγμα διαμήκους κύματος είναι τα ηχητικά κύματα. Τα διαμήκη κύματα διαδίδονται στα στερεά, στα υγρά και στα αέρια, ενώ τα εγκάρσια διαδίδονται μόνο στα στερεά. Επομένως, ο ήχος μπορεί να διαδοθεί στα στερεά, στα υγρά και στα αέρια, όχι όμως στο κενό.

1.4 Η ανάκλαση του ήχου:

Κατά τη διάδοση, ο ήχος συναντά υλικά αντικείμενα και διάφορες επιφάνειες με τις οποίες αλληλεπιδρά. Όταν ο ήχος συναντά σκληρές και λείες επιφάνειες ανακλάται.

Η γωνία με την οποία ένα ηχητικό κύμα χτυπά μια επιφάνεια (γωνία πρόσπτωσης) είναι ίση με τη γωνία με την οποία ανακλάται (γωνία ανάκλασης). Έτσι, εάν η επιφάνεια που τα ανακλά είναι επίπεδη τότε τα ανακλώμενα κύματα επιστρέφουν σαν να προέρχονται από μια ηχητική πηγή (φανταστικού τύπου) που είναι μάλιστα σε συμμετρική θέση της αρχικής πηγής ως προς την συγκεκριμένη επιφάνεια (Αραβαντινός, χ.χ., σελ. 5). Το φαινόμενο της ανάκλασης πραγματοποιείται και σε καμπύλες επιφάνειες.

Άμεση συνέπεια του φαινομένου της ανάκλασης είναι η ηχώ. Η ηχώ αφορά την επανάληψη ενός ήχου μετά την ανάκλασή του από κάποιο εμπόδιο. Αν ένα άτομο βρίσκεται στην κατάλληλη θέση και παράγει έναν ήχο, σε λίγο ο ήχος αυτός θα ανακλαστεί και θα ακουστεί πάλι. Ο χρόνος που χρειάζεται για αυτό εξαρτάται από την απόσταση που θα διανύσει προς και από την επιφάνεια που τον ανακλά. Για να δημιουργηθεί η ηχώ, θα πρέπει το εμπόδιο το οποίο συναντά ο ήχος και ανακλάται να απέχει από το σημείο που βρίσκεται η ηχητική πηγή με τον παρατηρητή – ακροατή απόσταση τουλάχιστον 17m. (Αραβαντινός, χ.χ., σελ. 6-7).

Κάποιες φορές ο ήχος δεν ανακλάται σε μία μόνο επιφάνεια αλλά σε περισσότερες. Σε αυτή την περίπτωση, ο ήχος ανακλάται σε πολλές επιφάνειες και αντί για έναν ήχο ακούγεται παρατεταμένος ήχος που οφείλεται στις πολλαπλές ανακλάσεις. Το φαινόμενο αυτό καλείται αντήχηση (Hewitt, 1997, σ. 348).

1.5 Η απορρόφηση του ήχου:

Κατά τη διάδοση του ήχου, συναντά τραχιές και μαλακές επιφάνειες που είναι καλοί απορροφητές του ήχου. Η απορρόφηση του ήχου ορίζεται ως η μείωση της έντασης του ήχου μέσω της μετατροπής της ενέργειας σε θερμότητα (Karhu et al., 2014, p. 152). Η απορρόφηση του ήχου αναφέρεται στην ικανότητα ενός υλικού να απορροφά τον ήχο. Όταν ένα ηχητικό κύμα συναντά την επιφάνεια του υλικού, ένα μέρος του ανακλάται ή διαχέεται, ένα μέρος διέρχεται από το υλικό και το υπόλοιπο απορροφάται από το υλικό. Η απορρόφηση του ήχου είναι το μέτρο της ποσότητας ενέργειας που αφαιρείται από το ηχητικό κύμα καθώς το κύμα διέρχεται από ένα δεδομένο πάχος υλικού. Κατά τη διάδοση του ήχου από τον αέρα σε ένα απορροφητικό υλικό, το ηχητικό κύμα μπορεί να υποστεί ανάκλαση ή απορρόφηση. Κατά την απορρόφηση του ήχου τα ηχητικά κύματα μετατρέπονται σε θερμότητα. Η απορρόφηση του ήχου είναι απαραίτητη για την ηχομόνωση. Τα υλικά που αποτελούνται από κυψελίδες αέρα θεωρούνται τα καλύτερα ηχομονωτικά υλικά, επομένως τα αφρώδη πλαστικά είναι τα προτιμώμενα υλικά για τέτοιες εφαρμογές (Shrivastava, 2018). Τα πορώδη υλικά είναι καλοί απορροφητές του ήχου καθώς σε αυτά το μεγαλύτερο τμήμα της ηχητικής ενέργειας μετατρέπεται στους πόρους αυτών σε θερμότητα. Τέτοια υλικά είναι τα χαλιά, οι κουρτίνες, η τσόχα, ή ακόμα οι σοβάδες, το φελιζόλ, το κόντρα πλακέ και άλλα οικοδομικά υλικά (Αραβαντινός, χ.χ., σελ. 8).

Η απορρόφηση του ήχου ενός υλικού μετριέται με τον συντελεστή ηχοαπορρόφησης, ο οποίος είναι το ποσοστό της απορροφούμενης ενέργειας προς τη συνολική ενέργεια που μεταδόθηκε προηγουμένως στο υλικό από το ηχητικό κύμα. Σχετίζεται με τη συχνότητα και την κατεύθυνση πρόσπτωσης του ήχου, επομένως ο συντελεστής ηχοαπορρόφησης αναφέρεται στη μέση τιμή απορρόφησης στον ήχο συγκεκριμένης συχνότητας από όλες τις κατευθύνσεις.

Η απόδοση ηχοαπορρόφησης σχετίζεται με τους ακόλουθους παράγοντες:

- 1) Την πυκνότητα του υλικού. Στο ίδιο πορώδες υλικό, η πυκνότητα αυξάνεται, η απόδοση απορρόφησης στον ήχο χαμηλής συχνότητας βελτιώνεται και η απόδοση απορρόφησης στον ήχο υψηλής συχνότητας μειώνεται.
- 2) Το πάχος του υλικού. Η αύξηση του πάχους μπορεί να ενισχύσει την απορρόφηση στον ήχο χαμηλής συχνότητας, αλλά δεν έχει μεγάλη διαφορά στον ήχο υψηλής συχνότητας.
- 3) Τα χαρακτηριστικά των πόρων του υλικού. Περισσότεροι πόροι σε μικρότερο μέγεθος αυξάνουν το αποτέλεσμα απορρόφησης. Αντίθετα, το υλικό με μεγαλύτερους πόρους έχει ασθενές αποτέλεσμα απορρόφησης (Li & Ren, 2011, p. 21).

Κεφάλαιο 2^ο: Η διδακτική του ήχου

2.1 Η προσέγγιση του ήχου στο δημοτικό σχολείο:

Η θεματική του ήχου διδάσκεται στο Δημοτικό σχολείο σε δύο τάξεις, στην πρώτη και στην Πέμπτη δημοτικού.

Αρχικά, διδάσκεται στην Α΄ Τάξη στην 7^η ενότητα του μαθήματος «Μελέτη Περιβάλλοντος» του βιβλίου του μαθητή «Ερευνούμε τα φυσικά φαινόμενα» που περιλαμβάνει το κεφάλαιο «Το ταξίδι του ήχου». Η ενότητα ξεκινά με ένα εικονοπαραμύθι όπου μια νότα, η λα ταξιδεύει για να γνωρίσει τον κόσμο και συναντά διάφορους ήχους: βρυχηθμό, τον ήχο της βροχής κ.ά. Στη συνέχεια, τα παιδιά καλούνται να παίξουν ηχοπαιχνίδια μιλώντας ψιθυριστά, παράγοντας ήχο με τα χέρια τους και με άλλα αντικείμενα της τάξης. Έπειτα, ζητείται από τα παιδιά να αναφέρουν και να ταξινομήσουν διάφορους ήχους με βάση πόσο «δυνατοί» είναι και πόσο «ψηλοί» είναι (Πλακίτση κ.ά., χ.χ., σελ. 151-153) Τέλος, καλούνται να αναφέρουν μουσικά όργανα. Στο τετράδιο εργασιών, τα παιδιά καλούνται να κατασκευάσουν μουσικά όργανα από απλά υλικά, να ακούσουν διάφορα είδη μουσικής μεταξύ των οποίων και κλασική και τέλος καλούνται να κατασκευάσουν ένα τηλέφωνο. Η τελευταία δραστηριότητα αναφέρεται ως δραστηριότητα εποικοδομητικού τύπου καθώς τα παιδιά καλούνται να κάνουν υποθέσεις, να πειραματιστούν με στόχο να εισαχθούν στο φαινόμενο της διάδοσης του ήχου. Αυτή είναι η πρώτη δραστηριότητα που σχετίζεται με τον κονστрукτιβισμό. Στο αντίστοιχο βιβλίο του εκπαιδευτικού (Πλακίτση κ.ά., χ.χ.β, σελ. 110) αναφέρονται ως βασικοί στόχοι της ενότητας αυτής:

- Να ακούν και να αναγνωρίζουν ήχους
- Να διακρίνουν ήχους και να τους μιμούνται
- Να αναγνωρίζουν ότι ένας ήχος περιγράφεται από την ένταση και από το ύψος του.

Στη συνέχεια, ο ήχος διδάσκεται στην Ε΄ Δημοτικού. Στο δημοτικό σχολείο εξακολουθεί να εφαρμόζεται το προηγούμενο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (Π.Ι, 2013) κυρίως μέσω των οδηγιών που περιέχονται στο βιβλίο του δασκάλου καθώς και των σχετικών δραστηριοτήτων που περιλαμβάνονται στο Βιβλίο του Μαθητή «Ερευνά και Ανακαλύπτω» καθώς αν και έχει συνταχθεί Νέο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών

(ΙΕΠ, 2022), δεν έχουν παραχθεί τα αντίστοιχα σχολικά εγχειρίδια ώστε να υποστηριχθεί και, κατά συνέπεια, δεν εφαρμόζεται.

Επομένως, στην παρούσα ενότητα θα εξεταστεί η προσέγγιση του ήχου με βάση τα σχολικά εγχειρίδια που χρησιμοποιούνται με έμφαση στη στοχοθεσία και στις διδακτικές προσεγγίσεις που προτείνουν και θα ακολουθήσει η παρουσίαση της στοχοθεσίας του Νέου Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών (ΑΠΣ στο εξής) έτσι ώστε να προκύψει μια συγκριτική συζήτηση.

Σύμφωνα με το βιβλίο δασκάλου (Αποστολάκης κ.ά, χ.χ.α., σελ. 192) ο γενικότερος στόχος διδακτικής της θεματικής του ήχου είναι:

- Να κατανοήσουν οι μαθητές **τον τρόπο παραγωγής και διάδοσης του ήχου**, να μελετήσουν **απλά ηχητικά φαινόμενα**, να γνωρίσουν **το αντί ως το όργανο ακοής του ανθρώπου** και να ευαισθητοποιηθούν σχετικά με τις πηγές **ηχορύπανσης** και τους τρόπους προστασίας από αυτές.

Ο συγκεκριμένος στόχος εξειδικεύεται σε ειδικότερους στόχους που επιδιώκονται μέσα από τη διδασκαλία κάθε ενότητας του βιβλίου και του τετραδίου εργασιών. Οι στόχοι όπως παρουσιάζονται στο βιβλίο δασκάλου (Αποστολάκης κ.ά, χ.χ.α, σ. 192-193) είναι οι ακόλουθοι:

1. Να διαπιστώσουν οι μαθητές ότι ο ήχος δημιουργείται από την **ταλάντωση** της ηχητικής πηγής
2. Να μπορούν οι μαθητές να εντοπίσουν την **ηχητική πηγή** που δημιουργεί ένα ήχο
3. Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η διάδοση του ήχου γίνεται με **ηχητικά κύματα**
4. Να διαπιστώσουν οι μαθητές **πειραματικά** τα φαινόμενα της **ανάκλασης** και της **απορρόφησης** των ηχητικών κυμάτων
5. Να γνωρίσουν οι μαθητές τη χρησιμότητα της λειτουργίας των πτερυγίων των αυτιών
6. Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά τη χρησιμότητα ύπαρξης δύο αυτιών
7. Να αναφέρουν οι μαθητές τις επιπτώσεις ηχορύπανσης στη ζωή μας, καθώς και τρόπους αντιμετώπισής της
8. Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η ηχομόνωση επιτυγχάνεται με δύο τρόπους, με την ανάκλαση και της απορρόφηση ήχου.

Οι στόχοι αυτοί εξειδικεύονται σε ειδικότερους στόχους σε κάθε ενότητα. Έτσι, για την ενότητα που επικεντρώνεται στην **παραγωγή του ήχου** αναφέρονται οι ακόλουθοι στόχοι:

1. Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι ο ήχος παράγεται από την **ταλάντωση της ηχητικής πηγής**.
2. Να διαπιστώσουν οι μαθητές **πειραματικά ότι ο ήχος διαρκεί όσο και η ταλάντωση** της ηχητικής πηγής, ότι δηλαδή η παραγωγή του ήχου σταματά, όταν η ηχητική πηγή σταματήσει να πάλλεται.
3. Να εξηγήσουν οι μαθητές με απλά λόγια πώς παράγεται ο ήχος και να συνδέσουν την έννοια «**ταλάντωση**» με τις **καθημερινές έννοιες «επαναλαμβανόμενη κίνηση», «παλμική κίνηση»** (Αποστολάκης κ.ά, χ.χ.α., σ. 197).

Για την ενότητα που αφορά τη **διάδοση του ήχου**, οι επιδιωκόμενοι στόχοι είναι οι ακόλουθοι:

1. Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι **ο ήχος διαδίδεται στα στερεά, στα υγρά και στα αέρια**.
2. Να διαπιστώσουν οι μαθητές ότι **ο ήχος διαδίδεται στα στερεά καλύτερα απ' ό,τι στα αέρια**.
3. Να εξηγήσουν οι μαθητές τη διάδοση του ήχου αναφερόμενοι στο **ηχητικό κύμα που μεταφέρει ενέργεια** (Αποστολάκης κ.ά, χ.χ.α, σ. 199).

Με βάση του παραπάνω στόχους, διαπιστώνεται πως αναφορικά με τη διάδοση του ήχου, σύμφωνα με το βιβλίο του δασκάλου (Αποστολάκης κ.ά., χ.χ.α, σ. 193) προωθείται η προσέγγιση μέσω ηχητικών κυμάτων.

Για την ενότητα που επικεντρώνεται στην **ανάκλαση του ήχου**, οι τιθέμενοι στόχοι σύμφωνα με το βιβλίο του εκπαιδευτικού είναι:

1. Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι ο ήχος, όταν συναντήσει σκληρές και λείες επιφάνειες, **αλλάζει κατεύθυνση, δηλαδή ανακλάται**.
2. Να μπορούν οι μαθητές να εξηγήσουν **το φαινόμενο της ηχούς** αναφερόμενοι στην **ανάκλαση του ήχου**.

3. Να είναι οι μαθητές σε θέση να αναφέρουν τις **προϋποθέσεις για** τη δημιουργία **ηχούς** (Αποστολάκης κ.ά, χ.χ.α, σ. 202).

Στο βιβλίο του εκπαιδευτικού (Αποστολάκης κ.ά, χ.χ.α, σ. 203) η ηχώ αναφέρεται ως η επανάληψη του ήχου, η οποία οφείλεται στην ανάκλασή του σε σκληρή και λεία επιφάνεια. Επίσης, γίνεται λόγος για την απόσταση, που αποτελεί βασική προϋπόθεση για να διακρίνει κάποιος τον ήχο και να αντιληφθεί την ηχώ. Τέλος, ως παραδείγματα περιπτώσεων, όπου μπορεί να ακουστεί καθαρή η ηχώ αναφέρεται η περίπτωση του να βρίσκεται κανείς σε κλειστό φαράγγι και να υπάρχει σε κάποια απόσταση απέναντι σκληρή και λεία επιφάνεια, όπου θα γίνει η ανάκλαση του ηχητικού κύματος. Ωστόσο, επισημαίνεται πως δεν χρειάζεται να αναφερθούν στα παιδιά οι αριθμητικές προϋποθέσεις για να ακουστεί η ηχώ, αλλά κυρίως να δοθεί έμφαση στο περιβάλλον όπου τα παιδιά άκουσαν ηχώ σε μια προσπάθεια να προκληθεί από τα ίδια η διατύπωση των προϋποθέσεων για τη δημιουργία της.

Για την ενότητα «**Απορρόφηση του ήχου**» επιδιώκεται οι μαθητές/τριες:

1. Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά την απορρόφηση του ήχου από τα **μαλακά και πορώδη υλικά**.
2. Να αναφέρουν οι μαθητές **υλικά που απορροφούν** τον ήχο (Αποστολάκης κ.ά., χ.χ.,α σ. 204).

Το φαινόμενο της ανάκλασης του ήχου στο βιβλίο του εκπαιδευτικού της Φυσικής Ε΄ Δημοτικού (Αποστολάκης κ.ά., χ.χ.α, σ. 194) αναφέρεται συνδυαστικά με το φαινόμενο της απορρόφησης. Επίσης, στο βιβλίο του εκπαιδευτικού αναφέρεται πως στην περίπτωση που τοποθετηθούν μαλακά και πορώδη υλικά στους τοίχους των σπιτιών για τον περιορισμό των ενοχλητικών θορύβων, γίνεται εκμετάλλευση της απορρόφησης του ήχου από τα υλικά αυτά. Η προστασία από τους θορύβους μπορεί να επιτευχθεί με επέμβαση στην ηχητική πηγή, για παράδειγμα, με την τοποθέτηση σιγαστήρων στις εξατμίσεις, με επέμβαση στην πορεία διάδοσης του ήχου, για παράδειγμα με την τοποθέτηση διπλών τζαμιών και ηχομονώσεων στα σπίτια μας, αλλά και με επέμβαση στον δέκτη, για παράδειγμα με χρήση ωτοασπίδων (Αποστολάκης κ.ά., χ.χ.α, σ. 195).

Τέλος, οι επόμενες ενότητες επικεντρώνονται στην ανατομία του ανθρώπινου αυτιού ανθρώπινο αυτί και στην ηχομόνωση/ ηχοπροστασία. Όταν η ακουστότητα είναι

μεγάλη, το τύμπανο του αυτιού ταλαντώνεται με μεγάλο πλάτος και αυτή η συνεχής ταλάντωση του τυμπάνου με μεγάλο πλάτος προκαλεί πόνο. Το τύμπανο χάνει σταδιακά την ευαισθησία του. Η συνεχής παραμονή σε περιβάλλον με ήχους μεγάλης ηχηρότητας μπορεί τελικά να προκαλέσει βαρηκοΐα (Αποστολάκης κ.ά, χ.χ.).

Σύμφωνα με το **Νέο πρόγραμμα Σπουδών**, ο ήχος αναφέρεται στο θεματικό πεδίο «Πεδία και Κύματα: Ήχος και φως» (ΙΕΠ, 2022, σ. 51) οπότε παρατηρούμε πως οι έννοιες του ήχου και του φωτός εξετάζονται ως έννοιες που έχουν κάποια κοινά στοιχεία.

Με βάση το ΑΠΣ του Δημοτικού (ΙΕΠ, 2022, σ. 13) για τη Φυσική οι γενικοί στόχοι που τίθενται μετά τη διδασκαλία της ενότητας του ήχου στην Ε΄ Δημοτικού για τους μαθητές είναι:

- Να διακρίνουν τους μηχανισμούς **παραγωγής και διάδοσης** του ήχου.
- Να διερευνούν τα φαινόμενα της **ανάκλασης** και της **απορρόφησης** του ήχου.
- Να αναγνωρίζουν το **αυτί ως όργανο ακοής** του ανθρώπου και να προβληματιστούν σχετικά με την **ηχορύπανση** και την προστασία από αυτή

Για την **παραγωγή του ήχου**, οι επιδιωκόμενοι στόχοι σύμφωνα με τον Νέο πρόγραμμα Σπουδών (ΙΕΠ, 2022, σ. 50) είναι οι ακόλουθοι:

- Να συσχετίζουν την **παλμική κίνηση** μιας πηγής με την παραγωγή του ήχου
- Να επαληθεύουν ότι η διάρκεια παραγωγής του ήχου είναι ίδια με τη διάρκεια της **ταλάντωσης** της πηγής
- Να εξηγούν με απλά λόγια πώς παράγονται οι ήχοι

Αναφορικά με τη **διάδοση του ήχου** τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα όπως διατυπώνονται στο νέο πρόγραμμα Σπουδών (ό.π., σ. 51) είναι:

1. Να αναγνωρίζουν ότι **οι ήχοι διαδίδονται στα υλικά σώματα**
2. Να αναφέρουν ότι η διάδοση των ήχων γίνεται με **ηχητικά κύματα**
3. Να επαληθεύουν ότι με τους ήχους **μεταφέρεται ενέργεια**

Για τη θεματική ενότητα «**Ανάκλαση και απορρόφηση του ήχου**» επιδιώκεται οι μαθητές/τριες:

1. Να αναγνωρίζουν τα φαινόμενα της ανάκλασης και της απορρόφησης των ήχων
2. Να αναφέρουν εφαρμογές της ανάκλασης και της απορρόφησης του ήχου (ό.π., σ. 51)

Στο Νέο Πρόγραμμα Σπουδών περιλαμβάνονται και δύο ενότητες που αφορούν στον ήχο. Η πρώτη αφορά το αυτί και η δεύτερη την Ηχοπροστασία και την Ηχορύπανση. Η πρώτη ενότητα που επικεντρώνεται στο αυτί έχει ως βασικούς στόχους οι μαθητές:

1. Να αναγνωρίζουν τα μέρη του αυτιού
2. Να εκτιμούν τη χρησιμότητα ύπαρξης των δύο αυτιών
3. Να είναι ευαισθητοποιημένοι/ες σε σχέση με την απώλεια ακοής (ό.π., σ. 51).

Τέλος για την ενότητα της Ηχοπροστασίας και Ηχορύπανσης έχουν τεθεί οι ακόλουθοι στόχοι:

1. Να αναγνωρίζουν τις επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό της έκθεσης σε δυνατούς και παρατεταμένης διάρκειας ήχους
2. Να περιγράφουν την έννοια της ηχορύπανσης
3. Να προτείνουν μέσα ηχοπροστασίας (ό.π., σ. 51).

Με βάση τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό πως για την προσέγγιση του ήχου στο δημοτικό σχολείο τόσο με βάση το παλιό ΑΠΣ και το βιβλίο του εκπαιδευτικού όσο και με βάση το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών δίνεται έμφαση στην κυματική προσέγγιση και ειδικότερα όσον αφορά τη φύση του ήχου και τη διάδοση του ήχου. Στο Νέο Πρόγραμμα Σπουδών, ο ήχος εντάσσεται στο ίδιο πλαίσιο με το φως και κατά συνέπεια και τα δύο προσεγγίζονται ως κύματα, αν και πρόκειται για δύο τελείως διαφορετικά είδη κυμάτων.

Για το φαινόμενο της διάδοσης, στο βιβλίο εκπαιδευτικού και στο Νέο ΑΠΣ αναφέρεται η μεταφορά ενέργειας, γεγονός που προϋποθέτει πως τα παιδιά αυτής της ηλικίας χρειάζεται να έχουν αντιληφθεί και κατανοήσει την ενέργεια. Για το φαινόμενο της παραγωγής του ήχου, δεν παρατηρείται διαφοροποίηση μεταξύ του νέου ΑΠΣ και του βιβλίου εκπαιδευτικού και του προηγούμενου ΑΠΣ καθώς σε όλα αναφέρεται ως στόχος η διαπίστωση μέσω πειραμάτων πως ο ήχος παράγεται λόγω της ταλάντωσης της ηχητικής πηγής. Όμως, αυτό προϋποθέτει πως τα παιδιά έχουν διαχωρίσει τον ήχο που τα ίδια έχουν ως εμπειρία από τον ήχο ως φυσικό φαινόμενο. Επίσης, χρειάζεται τα παιδιά να έχουν διαχωρίσει τον ήχο από την ηχητική πηγή και να μην θεωρούν ότι

αποτελεί μια εσωτερική ιδιότητα υλικών σωμάτων. Επιπρόσθετα, χρειάζεται, να έχουν αντιληφθεί τον ήχο ως κάτι που δημιουργείται, ταξιδεύει και, συναντώντας υλικά σώματα, μπορεί να έχει κάποιες συνέπειες.

Αναφορικά με τα φαινόμενα της ανάκλασης και της απορρόφησης, στο προηγούμενο ΑΠΣ και στο βιβλίο εκπαιδευτικού δίνεται έμφαση στην πειραματική διαπίστωση του φαινομένου της ανάκλασης δηλαδή αναφέρεται ότι στόχος είναι να διαπιστώσουν οι μαθητές/τριες πως όταν ο ήχος συναντά σκληρές και λείες επιφάνειες, ανακλάται δηλαδή αλλάζει κατεύθυνση (Αποστολάκης, χ.χ.α, σελ. 202) και να διαπιστώσουν πειραματικά ότι ο ήχος απορροφάται από πορώδη και μαλακά υλικά (Αποστολάκης κ.ά., χ.χ.,α σ. 204). Στο Νέο ΑΠΣ (ΙΕΠ, 2022, σ. 51) δεν παρατηρείται η έμφαση στην πειραματική διαπίστωση των φαινομένων αλλά η στοχοθεσία επικεντρώνεται στην αναγνώριση των φαινομένων της ανάκλασης και της απορρόφησης των ήχων καθώς και στην αναφορά από πλευράς των παιδιών σχετικών εφαρμογών. Επομένως, παρατηρείται μια σημαντική διαφοροποίηση αναφορικά με τα φαινόμενα της ανάκλασης και της απορρόφησης μεταξύ του βιβλίου εκπαιδευτικού και του Νέου ΑΠΣ.

Με βάση τα παραπάνω, παρατηρείται πως τόσο στο βιβλίο εκπαιδευτικού όσο και στο Νέο ΑΠΣ, ο ήχος προσεγγίζεται κυματικά αναφορικά με τη φύση του ήχου και το φαινόμενο της διάδοσης. Ωστόσο, για τα φαινόμενα της ανάκλασης και της απορρόφησης, ο ήχος δεν προσεγγίζεται μέσω της κυματικής του φύσης. Αυτή εγκαταλείπεται και δίνεται έμφαση σε άλλα στοιχεία όπως τα χαρακτηριστικά των υλικών. Αυτό φαίνεται πως οδηγεί σε σύγχυση τους/τις μαθητές/τριες του δημοτικού ενώ υπάρχουν πολλές έρευνες που επισημαίνουν την προβληματική αυτής της προσέγγισης και σε μεγαλύτερες ηλικίες.

Μελετώντας τη διεθνή βιβλιογραφία, προκύπτει ένα σημαντικό ζήτημα για τη διδακτική του ήχου σε παιδιά καθώς η προσέγγιση του ήχου ως κύμα φαίνεται πως παρουσιάζει προβλήματα στα παιδιά. Η Veith (2023, p. 929) επισημαίνει η αντίληψη του ήχου ως κύμα επηρεάζεται έντονα από την καθημερινή γλώσσα, που στην περίπτωση της ήταν τα γερμανικά, και για τον λόγο αυτό προτείνει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στον τρόπο που οι μαθητές/τριες περιγράφουν την εμπειρία τους σχετικά με τον ήχο. Ο προβληματισμός αναφορικά με την προσέγγιση του ήχου μέσω της κυματικής φύσης επισημαίνεται και από τους Eshach και Schwartz (2006) και Linder

(1992). Παρομοίως, από τα ευρήματα του διδακτικού πειράματος σε υποήκους εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης των Pliaki et al. (2019, p. 236) διαπιστώνεται ήδη από την αρχή του διδακτικού πειράματος μια σύγχυση σχετικά με την έννοια του ήχου και την κυματική προσέγγιση. Ειδικότερα, οι συμμετέχοντες περιέγραψαν τον ήχο ως κύμα αλλά δυσκολεύτηκαν να αναφερθούν στα βασικά χαρακτηριστικά του κύματος και τι αντιπροσωπεύουν τα χαρακτηριστικά αυτά. Τέλος, στα σχολικά εγχειρίδια του δημοτικού, η διάδοση του ήχου προσεγγίζεται μέσα από την κυματική φύση αλλά σύμφωνα με τα ερευνητικά δεδομένα του Stephans (1996) η σύνδεση της έννοιας του ήχου με τα κύματα μπορεί να προκαλέσει σύγχυση στους μαθητές/τριες καθώς τα ηχητικά κύματα δεν μπορούν να παρατηρηθούν όπως άλλα κύματα π.χ. τα κύματα του νερού (Αρβανιτάκης & Τσουπάκης, 2022, σ. 358).

2.2 Εναλλακτικές Ιδέες για τον ήχο

2.2.1 Εναλλακτικές ιδέες για τη φύση του ήχου:

Μελετώντας τη διεθνή βιβλιογραφία, γίνεται αντιληπτό πως τα παιδιά ήδη από την είσοδο τους στο δημοτικό σχολείο έχουν αναπτύξει συγκεκριμένες ιδέες που αφορούν τον ήχο και τα φαινόμενα που σχετίζονται με αυτόν. Πολύ συχνά αυτές οι ιδέες των παιδιών εμποδίζουν τη μάθηση και την προσέγγιση των παιδιών στην επιστημονική γνώση. Οι ιδέες αυτές χρειάζεται να καταγραφούν ώστε με βάση αυτές να σχεδιαστεί η κατάλληλη διδακτική παρέμβαση. Στην αρχική φάση της εργασίας, έγινε μια διεξοδική μελέτη των εναλλακτικών ιδεών των παιδιών αναφορικά με τον ήχο.

Μια πιθανή αιτιολογία που τα παιδιά δυσκολεύονται να κατανοήσουν τη φύση του ήχου είναι πως πολύ συχνά τα παιδιά εφαρμόζουν τις γνώσεις και τις εμπειρίες που έχουν αποκτήσει από υλικά αντικείμενα σε έννοιες όπως ο ήχος που δεν είναι υλικά δηλαδή αντιλαμβάνονται τον ήχο σαν υλική οντότητα (Eshach et al., 2016, p. 665). Αυτή είναι η κυρίαρχη εναλλακτική ιδέα που εμφανίζεται διεθνώς σε διάφορες ηλικίες παιδιών.

Αναφορικά με την έννοια του ήχου, τα παιδιά προσχολικής ηλικίας έχουν τρία είδη βιωματικών νοητικών αναπαραστάσεων. Ειδικότερα, κάποια παιδιά αντιλαμβάνονται τον ήχο ως ανεξάρτητη υλική οντότητα δηλαδή αναγνωρίζουν πως ο ήχος έχει μια ανεξάρτητη υπόσταση τόσο από το σημείο παραγωγής του όσο και από τον αποδέκτη. Επίσης, κάποια από τα παιδιά προσχολικής ηλικίας αντιλαμβάνονται τον ήχο ως προϊόν της ανθρώπινης και κοινωνικής δραστηριότητας δηλαδή επικεντρώνονται στην πηγή

παραγωγής του ήχου και συνδέουν τον ήχο με την ηχητική πηγή. Τέλος, κάποια παιδιά θεωρούν πως ο ήχος είναι προϊόν φωνητικής έκφρασης δηλαδή αναγνωρίζουν μια μονοσήμαντη σχέση του ήχου με τη φωνή (Καλιαμπός κ.ά., 2020, σελ. 33). Παρομοίως, η πλειοψηφία των παιδιών προσχολικής ηλικίας συσχετίζει τον ήχο είτε με το αντικείμενο που τον παρήγαγε είτε με το αντικείμενο που τον λάμβανε (Ravanis et al., 2021, p. 14-15). Επομένως, βασική εναλλακτική ιδέα που έχουν τα παιδιά αυτής της ηλικίας για τον ήχο είναι πως αποτελεί φυσική ιδιότητα κάποιων σωμάτων, δηλαδή αποτελεί ένα χαρακτηριστικό κάποιων σωμάτων (Αποστολάκης κ.ά., χ.χ.α, σελ. 192). Υπό αυτή την έννοια, κάποια σώματα «έχουν» ήχο και κάποια «δεν έχουν». Είναι σημαντικό να επισημανθεί πως οι έρευνες αναφορικά με τη φύση του ήχου που επικεντρώνονται σε παιδιά ηλικίας δημοτικού είναι ελάχιστες διεθνώς. Για το λόγο αυτό, περιλαμβάνονται έρευνες που τα δείγμα τους είναι και μεγαλύτερης ηλικίας ώστε να δοθεί μια πληρέστερη εικόνα των ιδεών που έχουν τα παιδιά για τη φύση του ήχου.

Στις περισσότερες μελέτες που έχουν διεξαχθεί, διαπιστώθηκε πως οι μαθητές/τριες αντιλαμβάνονται τον ήχο ως μια υλική οντότητα (Ladachart, 2010, p. 20). Παρόμοιες αντιλήψεις για τον ήχο ως υλική οντότητα αναφέρει και ο Pantidos (2019, p. 217). Συχνά τα παιδιά στην πρωτοβάθμια αλλά ακόμα και αργότερα στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση υποστηρίζουν πως ο ήχος χρειάζεται χώρο για να κινηθεί, κάτι που αποδεικνύει πως αποδίδουν σε αυτόν τα χαρακτηριστικά υλικού αντικειμένου και επομένως τον αντιλαμβάνονται ως υλική οντότητα (Driver et al., 2000, σελ. 247). Παρομοίως, παιδιά που φοιτούν στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση θεωρούν ότι ο ήχος είναι ένα αόρατο αντικείμενο με διαστάσεις που απαιτεί χώρο για να κινηθεί ή ότι ο ήχος είναι αέρας (Batlolona & Jamaludin, 2024, p. 681). Οι αντιλήψεις των μαθητών/τριών για τη φύση του ήχου παρουσιάζουν αρκετές ομοιότητες με τις αντιλήψεις σε περιόδους της ιστορικής του εξέλιξης.

Οι Reiner et al. (2000, p. 5) περιγράφουν ένα σχήμα υλικής οντότητας που περιλαμβάνει τις ιδιότητες που έχουν τα υλικά σώματα που εφαρμόζεται από πολλούς για την εννοιολογική κατανόηση του ήχου. Πιο αναλυτικά αναφέρονται σε έντεκα ιδιότητες:

1. τα υλικά μπορούν να ωθηθούν ενώ είναι δυνατόν να ωθήσουν
2. τα υλικά έχουν τριβή και για αυτό μπορεί κανείς να την αισθανθεί όταν έρχονται σε επαφή με συγκεκριμένες επιφάνειες

3. μια ουσία μπορεί να συγκρατεί κάτι ή να συγκρατηθεί από κάτι
4. οι ουσίες είναι αναλώσιμες και αυτό σημαίνει ότι μπορεί να εξαντληθούν
5. τα υλικά σώματα έχουν συγκεκριμένη θέση και άρα εντοπίζονται
6. τα υλικά σώματα μπορούν να μετακινηθούν ή να κινηθούν
7. τα υλικά σώματα παρουσιάζουν σταθερότητα και κατά συνέπεια δεν μπορούν να εμφανιστούν αυθόρμητα ή να εξαφανιστούν
8. τα υλικά σώματα μπορεί να έχουν σωματιδιακή φύση, έχουν επιφάνεια και όγκο
9. τα υλικά σώματα λειτουργούν προσθετικά δηλαδή μπορούν να συνδυαστούν προκειμένου να αυξήσουν τη μάζα και τον όγκο
10. τα υλικά σώματα παρουσιάζουν αδράνεια και για αυτό απαιτείται δύναμη για να επιταχυνθούν
11. τα υλικά σώματα δέχονται την επίδραση της βαρύτητας και πέφτουν όταν κάποιος τα ρίξει

Όλες αυτές οι ιδιότητες δεν είναι ανεξάρτητες η μία από την άλλη αλλά για να αποδώσει κάποιος ότι τα παιδιά σκέφτονται τον ήχο ως υλική οντότητα δεν είναι απαραίτητο να εντοπίσει όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά σε ένα δεδομένο φαινόμενο. Είναι πολύ πιθανό, τα παιδιά να αποδέχονται κάποια από τα παραπάνω κριτήρια και όχι όλα.

Έχοντας ως βάση το σχήμα της ουσίας των Reiner et al., ο Eshach (2014) δημιούργησε ένα εργαλείο, το Sound Concept Inventory Instrument (SCII) σύμφωνα με το οποίο τα κριτήρια για την ταξινόμηση των αντιλήψεων των μαθητών του ήχου ως υλική οντότητα ορίστηκαν τα ακόλουθα:

- Ο ήχος μπορεί να διαδοθεί στο κενό.
- Το μέγεθος και ο αριθμός των ηχητικών σωματιδίων επηρεάζει την εμπειρία ακοής (όγκος και ύψος).
- Ο ήχος είναι ένα αόρατο υλικό.
- Ο ήχος έχει σωματικές ιδιότητες (έχει επιφάνεια και όγκο).
- Ο ήχος μπορεί να ωθηθεί προς ή μακριά (από αντικείμενα ή από το μέσο διάδοσης).

- Ο ήχος μπορεί να παρουσιάσει τριβή.
- Ο ήχος μπορεί να περιοριστεί.
- Ο ήχος μπορεί να καταναλωθεί.
- Ο ήχος υπόκειται στη βαρύτητα και έτσι πέφτει κάτω

Οι παραπάνω αντιλήψεις λήφθηκαν υπόψη κατά τον σχεδιασμό της αρχικής μαθησιακής πορείας.

Μια πολύ ενδιαφέρουσα αντίληψη παιδιών του δημοτικού για τον ήχο παρέχεται από την πρόσφατη έρευνα της Veith (2023, p. 929) στην οποία πέρα από τις αντιλήψεις ως υλική οντότητα και ως μηχανικό κύμα αναφέρονται στον ήχο ως ανοικτό ηλεκτρικό ρεύμα, χωρίς όμως να γίνονται συγκεκριμένοι για το τι εννοούν. Η έρευνα της Veith (2023, p. 925) κατέληξε πως τα παιδιά αντιλαμβάνονται τον ήχο με βάση τέσσερις διαφορετικές αντιλήψεις αναφορικά με τη φύση του ήχου. Σύμφωνα με την πρώτη, τα παιδιά αντιλαμβάνονται τον ήχο ως μηχανικό κύμα και ειδικότερα ως κύμα πίεσης. Η δεύτερη αναφέρεται στην αντίληψη του ήχου ως ενός είδους ηλεκτρικού ρεύματος, καθώς κάποια παιδιά αναφέρουν πως τον άγει ο αέρας αλλά και πως ο ήχος είναι σαν αστραπή στο νερό. Με βάση την τρίτη αντίληψη, ο ήχος εκλαμβάνεται ως κύμα και μάλιστα εγκάρσιο ενώ με βάση την τέταρτη αντίληψη, ο ήχος γίνεται αντιληπτός ως υλική οντότητα καθώς χρειάζεται χώρο για να απομακρύνει τον αέρα και να διαδοθεί. Η συγκεκριμένη αντίληψη εμφανίστηκε στην έρευνα της Veith ως υλική οντότητα σωματιδιακή αλλά και ως ρευστή υλική οντότητα.

Οι ιδέες των μαθητών/τριών αναφορικά με τη φύση του ήχου όπου αναφέρονται και αντιλαμβάνονται τον ήχο ως υλική οντότητα επιμένουν και σε μεγαλύτερες ηλικίες έτσι όπως έχει διαπιστωθεί από πλήθος ερευνών. Τα παιδιά εξακολουθούσαν να έχουν την αντίληψη του ήχου ως υλική οντότητα, αν και μεγαλώνοντας σε ηλικία έτειναν να ασπάζονται τις απόψεις που είναι σύμφωνες με το επιστημονικό μοντέλο. Οι μαθητές/τριες πίστευαν επίσης πως ο ήχος είναι αόρατη υλική οντότητα και κυρίαρχη άποψη ήταν πως ο ήχος έχει σωματιδιακή φύση. Παράλληλα, υποστήριζαν πως ο ήχος μπορεί να πιεστεί από αντικείμενα ή ακόμα ότι ο ήχος μπορεί να πιεστεί από το μέσο. Άλλες απόψεις των μαθητών/τριών που διαπιστώθηκαν στην έρευνα αυτή είναι πως ο ήχος περιορίζεται και πως είναι αναλώσιμος. Επίσης, οι μαθητές/τριες υποστήριζαν πως ο ήχος είναι ευαίσθητος στη βαρύτητα και ότι η ακοή επηρεάζεται από το μέγεθος

του ηχητικού σωματιδίου. Τέλος, ένας σημαντικός αριθμός μαθητών/τριών θεωρούσαν πως ο ήχος μπορεί να περάσει στο κενό (Eshach et al., 2018, p. 676). Αυτή η τελευταία άποψη αποδεικνύει πως οι μαθητές/τριες ακόμα και μετά τη διδασκαλία εξακολουθούν να αντιλαμβάνονται τον ήχο ως υλική οντότητα, συμφωνώντας με τα όσα αναφέρουν οι Reiner et al. (2000) (Eshach et al., 2016, p. 7).

Όσον αφορά τη φύση του ήχου, οι περισσότεροι μαθητές/τριες ηλικίας 12 ετών έδωσαν απαντήσεις που δεν συμφωνούσαν με γνώσεις που αποκτήθηκαν από το σχολείο (περίπου 7 στους 10 μαθητές). Συγκεκριμένα, υπάρχουν μαθητές/τριες που θεωρούν ότι ο ήχος είναι «κινούμενα μόρια» της κατάστασης της ύλης του μέσου μέσω του οποίου διαδίδεται, ενώ άλλοι μαθητές/τριες πιστεύουν ότι ο ήχος είναι μόρια που εκπέμπονται από την ηχητική πηγή και κινούνται μεταξύ των μορίων ύλης του μέσου. Είναι πολύ πιθανόν οι αντιλήψεις αυτές των παιδιών να σχετίζονται με τη γλώσσα που χρησιμοποιείται (Iconomou & Skoumios, 2012, p. 58) Για το λόγο αυτό, τα παιδιά αναμένεται να χαρακτηρίζουν τον ήχο ως υλική οντότητα. Στην καθημερινή συνομιλία, ο ήχος έχει την ικανότητα να «ταξιδεύει» από τη μια περιοχή στην άλλη. Εκφράσεις όπως: «ο ήχος ταξιδεύει μέσω μιας μεταλλικής ράβδου» είναι κοινές. Η πεποίθηση ότι ο ήχος είναι σωματίδια που κινούνται από τον πομπό προς τον δέκτη είναι ένα κατάλληλο μοντέλο για να εξηγήσει ο/η μαθητής/τρια τα ηχητικά φαινόμενα. Είναι ένα πολύ απλό ερμηνευτικό μοντέλο σε σύγκριση με το κυματικό μοντέλο, που προτείνεται από το σχολείο και συμφωνεί με την επιστημονική γνώση. Ωστόσο, αυτό που επισημαίνεται είναι πως **οι ιδέες είναι ιδιαίτερα ανθεκτικές στην εννοιολογική αλλαγή και παραμένουν ακόμα και μετά την διδασκαλία του ήχου.**

Η κυρίαρχη εναλλακτική ιδέα της αντίληψης του ήχου ως υλικής οντότητας επιμένει και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Οι φοιτητές/τριες προσεγγίζουν τον ήχο μικροσκοπικά και μακροσκοπικά. Στη μικροσκοπική προσέγγιση εντοπίστηκαν δύο βασικές εννοιολογήσεις. Στην πρώτη, ο ήχος γίνεται αντιληπτός ως μια υλική οντότητα που μεταφέρεται από μεμονωμένα μόρια μέσω ενός μέσου. Στη δεύτερη, ο ήχος αναφέρεται ως μια υλική οντότητα που μεταφέρεται από το ένα μόριο στο άλλο μέσω ενός μέσου. Στη μακροσκοπική προσέγγιση, εντοπίζονται δύο βασικές εννοιολογήσεις του ήχου: ο ήχος είναι μια δεσμευμένη υλική οντότητα που ταξιδεύει με ώθηση, συνήθως με τη μορφή ροής αέρα και ο ήχος είναι μια δεσμευμένη υλική οντότητα με τη μορφή κάποιου ταξιδιωτικού σχεδίου (Linder & Erickson, 1989, p. 494).

2.2.3 Ήχος και ηχητικές πηγές

Η κυρίαρχη εναλλακτική ιδέα της αντίληψης του ήχου ως υλικής οντότητας εντοπίζεται με διάφορες μορφές και σε άλλα φαινόμενα και χαρακτηριστικά που αφορούν τον ήχο. Έτσι, αναφορικά με την παραγωγή του ήχου, πολλά παιδιά συσχετίζουν την παραγωγή του ήχου με τις φυσικές ιδιότητες του υλικού της πηγής που παράγει τον ήχο. Έτσι, τα παιδιά αναφέρουν πως ο ήχος παράγεται επειδή το αντικείμενο είναι φτιαγμένο από συγκεκριμένο υλικό όπως για παράδειγμα πλαστικό ή επειδή έχει ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό όπως για παράδειγμα είναι παχύ. Επίσης, τα περισσότερα μικρά παιδιά υποθέτουν ότι ο ήχος παράγεται μέσα στην ηχητική πηγή ή ότι βγαίνει στην επιφάνειά της. Ωστόσο, οι εξηγήσεις που παρείχαν τα μικρά παιδιά αναφορικά με την παραγωγή του ήχου ήταν εξαρτημένες από το πλαίσιο. Έτσι, άλλες εξηγήσεις έδιναν για την παραγωγή του ήχου από ένα λάστιχο και άλλες στην περίπτωση που ο ήχος παραγόταν από ένα τύμπανο. Όμως, φαίνεται μέσα από έρευνες, πώς όσο μεγαλώνουν τα παιδιά τόσο εμφανίζονται στις εξηγήσεις τους οι κινήσεις ή οι δονήσεις της ηχητικής πηγής (Driver et al, 2000, σ. 245). Τα παιδιά δυσκολεύονται να κατανοήσουν πως οι ήχοι παράγονται από ταλαντώσεις των ηχητικών πηγών καθώς αυτές δεν είναι ορατές (Αποστολάκης κ.ά, χ.χ.α, σ. 192). Επίσης, συχνά τα παιδιά δεν υιοθετούν την άποψη πως ο ήχος παράγεται λόγω διαφορών του αέρα και θεωρούν πως ο ήχος ενός μπαλονιού που σκάει έρχεται από την τρύπα του μπαλονιού (Nurjani et al. (2020, p. 3)

Η συσχέτιση της παραγωγής του ήχου με τις φυσικές ιδιότητες του υλικού της ηχητικής πηγής οδηγεί τα παιδιά ηλικίας δημοτικού να θεωρούν πως ο ήχος παράγεται μέσα στην ηχητική πηγή ή ότι βγαίνει στην επιφάνειά της (Driver et al, 2000, σ. 245). Ακόμα, για την παραγωγή του ήχου τα μικρά παιδιά καθώς θεωρούν πως ό,τι δεν είναι ορατό, όπως ο ήχος, δεν υπάρχει, προχωρούν σε σύνδεση του ήχου με άμεσα παρατηρούμενα χαρακτηριστικά ώστε να απαντούν σε ερωτήσεις. Επιπλέον, τα παιδιά συχνά συνδέουν τον ήχο με την ηχητική πηγή, χωρίς να αναφέρονται σε διάδοση κυμάτων. Ειδικότερα, για την παραγωγή του ήχου, επικεντρώνονται στο πλαίσιο παραγωγής του ήχου. Συχνές παρανοήσεις που αναφέρονται από τα παιδιά προσχολικής ηλικίας έχουν να κάνουν με την άποψη ότι οι ήχοι μπορούν να παραχθούν χωρίς τη χρήση υλικών αντικειμένων ή ότι το χτύπημα ενός αντικειμένου αλλάζει το ύψος του παραγόμενου ήχου αυξάνοντάς το (Ravanis et al., 2021, p. 2). Επίσης, πολύ συχνά τα παιδιά Πέμπτης Δημοτικού δεν μπορούν να αντιληφθούν την ηχητική πηγή και να τη διαχωρίσουν από τον ήχο καθώς συχνά ενώ κάνουν χρήση του όρου δονήσεις, δεν μπορούν να περιγράψουν σωστά την

πηγή των δονήσεων ή των κραδασμών που σχετίζονται με τον ήχο και ταυτίζουν τον ήχο με τις δονήσεις (Barman et al. 1996, p. 65)

2.2.4 Εναλλακτικές ιδέες για τα χαρακτηριστικά του ήχου:

Αναφορικά με τα χαρακτηριστικά του ήχου, δεν εντοπίστηκαν έρευνες που να αφορούν τις ιδέες που έχουν τα παιδιά που φοιτούν στη δημοτικό σχολείο. Για το λόγο αυτό, στην ενότητα αυτή αναφέρονται έρευνες που περιλαμβάνουν τις ιδέες των μαθητών/τριών της δευτεροβάθμιας και της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης.

Αναφορικά με τις ιδέες των μαθητών/τριών γυμνασίου σχετικά με την ταχύτητα του ήχου διαπιστώθηκε ότι έχουν διάφορες εναλλακτικές ιδέες. Πιο συγκεκριμένα, τα παιδιά θεωρούν πως ο ήχος διαδίδεται πιο γρήγορα στο κενό σε αντίθεση με την επιστημονική άποψη (Sozen et Bolat, 2012), κάτι που έχει άμεση σχέση με την κυρίαρχη εναλλακτική ιδέα πως ο ήχος είναι υλική οντότητα. Επίσης, ως εναλλακτικές ιδέες εμφανίστηκαν ότι ο ήχος δεν διαδίδεται στα στερεά καθώς και ότι η αύξηση της θερμοκρασίας επιβραδύνει την ταχύτητα του ήχου. Τέλος, τα παιδιά πιστεύουν πως η ταχύτητα του ήχου αυξάνεται όσο αυξάνεται η απόσταση μεταξύ των ατόμων του μέσου όπου διαδίδεται ο ήχος. Επίσης, αναφορικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα του ήχου διαπιστώθηκε πως φοιτητές/τριες διατηρούν τρεις διαφορετικές εννοιολογήσεις παραγόντων που επηρεάζουν την ταχύτητα του ήχου: η πρώτη αναφέρεται στα μόρια που λειτουργούσαν ως εμπόδια για τη διάδοση του ήχου μέσω ενός μέσου, η δεύτερη αφορά την απόσταση που έπρεπε να διανύσει ένα μόριο πριν μπορέσει να αλληλεπιδράσει με έναν γειτονικό και, επομένως, αναφερόταν στην πυκνότητα και η τρίτη αναφέρεται στη σωστή αναγνώριση των παραγόντων που επηρεάζουν την ταχύτητα (Linder, 1993, p. 661-662).

Μια άλλη εναλλακτική ιδέα των παιδιών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης είναι πως τα μουσικά όργανα παράγουν διαφορετικούς ήχους, καθώς παίζονται από διαφορετικούς ανθρώπους. Αναφορικά με τα χαρακτηριστικά του ήχου, τα παιδιά θεωρούν πως το περιβάλλον όπου παίζονται τα μουσικά όργανα έχει αντίκτυπο στην ακρόαση των ήχων διαφορετικών και ότι ο ήχος ακούγεται διαφορετικά από διαφορετικούς ανθρώπους (Bostan Sarioglan, 2016, p. 93).

Αναφορικά με την ένταση του ήχου, οι φοιτητές/τριες συνέδεσαν την ένταση με τον τόνο του ήχου θεωρώντας πως ένας ήχος υψηλής συχνότητας είχε πάντα υψηλότερη ένταση από έναν μπάσο ήχο. Νόμιζαν ότι ένας ήχος με μεγάλο ύψος είχε πάντα

υψηλότερη ένταση από έναν μπάσο ήχο. Ωστόσο, σε μετέπειτα δραστηριότητες αποσύνδεσαν την έννοια της έντασης από αυτή της συχνότητας, καθώς πειραματικά διαπίστωσαν πως η ένταση δεν επηρεάζει τη συχνότητα. Τέλος, συνέδεσαν την ένταση με το πλάτος (Iliaki et al., 2019, pp. 233-234).

Αναφορικά με τα χαρακτηριστικά του ήχου, υποψήφιοι μηχανολόγοι διατηρούν λανθασμένες αντιλήψεις όπως για παράδειγμα τη σύνδεση της συχνότητας του ήχου με την ένταση ή/και τη διανυθείσα απόσταση. Παράλληλα, συχνά υποθέτουν πως η συχνότητα εξαρτάται από το μέσο διάδοσης. Ακόμα, συχνά διατηρούν την αντίληψη πως η ταχύτητα του ήχου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως την ταχύτητα της ηχητικής πηγής, τη συχνότητα ή την ένταση. Υπάρχουν φοιτητές/τριες που έδωσαν επιστημονικά αποδεκτές απαντήσεις για τη συχνότητα δηλώνοντας ότι είναι ανεξάρτητη της έντασης. Ωστόσο, εντοπίστηκαν αρκετές ασυνέπειες στις απαντήσεις με το αντίστοιχο μοντέλο ήχου. Επίσης, υπήρχαν πολλές απαντήσεις που δεν ήταν επιστημονικά αποδεκτές, όπως η σύγχυση του μήκους κύματος με το πλάτος δόνησης. Η κύρια παρανόηση αφορούσε την υπόθεση ότι μεγαλύτερη συχνότητα σημαίνει και μεγαλύτερη ένταση. Αναφορικά με την ταχύτητα του ήχου στα στερεά και στον αέρα, λίγοι/ες συμφώνησαν με την επιστημονική άποψη ότι μεγαλύτερη ταχύτητα ήχου υπάρχει στα στερεά. Κυρίαρχη ήταν η άποψη πως η ταχύτητα είναι η ίδια σε στερεά όπως στον αέρα και αυτό που αλλάζει είναι η ένταση του ήχου (Pejuan et al., 2012, p. 670)

2.2.4 Εναλλακτικές ιδέες για τη διάδοση του ήχου:

Αναφορικά με τη διάδοση του ήχου, τα παιδιά προσχολικής ηλικίας ζωγραφίζουν τον ήχο να πηγαίνει μόνο προς τους ανθρώπους δηλαδή αντιλαμβάνονται τον ήχο μόνο ως προς τον δέκτη. Από την ηλικία των 10 ετών περίπου τα παιδιά ζωγραφίζουν τον ήχο να πηγαίνει προς όλες τις κατευθύνσεις και κατά συνέπεια αντιλαμβάνονται πως ο ήχος έχει σχέση με την ηχητική πηγή και όχι αποκλειστικά με τον δέκτη (Mazens & Lautrey, 2003, p. 167-168)

Αναφορικά με τη διάδοση του ήχου στα στερεά, εμφανίζεται και πάλι η κυρίαρχη εναλλακτική ιδέα των παιδιών πως ο ήχος είναι υλική οντότητα. καθώς κάποια παιδιά ηλικίας 6 έως 10 ετών τείνουν να αποδίδουν ορισμένες από τις ιδιότητες της ύλης στον

ήχο και ισχυρίζονται ότι ο ήχος μπορεί να περάσει μέσα από ένα στερεό αντικείμενο, αν είναι πιο δυνατός από το αντικείμενο ή η διάδοση στα στερεά είναι εφικτή, καθώς το στερεό έχει κάποιες τρύπες μέσα από τις οποίες περνά ο ήχος. Επομένως, ως βασικές εναλλακτικές ιδέες των παιδιών είναι πως ο ήχος περνά μέσα από τρύπες του μέσου και έτσι διαδίδεται αλλά και ότι ο ήχος δεν μπορεί να περάσει μέσα από μη διαπερατά περιβάλλοντα δηλαδή στερεά εκτός αν είναι πιο δυνατός (Mazens & Lautrey, 2003, p. 167-168). Η κυρίαρχη εναλλακτική ιδέα του ήχου ως υλικής οντότητας στο φαινόμενο της διάδοσης του ήχου επιβεβαιώνεται και από άλλες έρευνες παιδιά στο δημοτικό σχολείο υποστηρίζουν πως κατά τη διάδοση του ήχου, ο ήχος μετακινεί σωματίδια μέσα στο μέσο. Μάλιστα, θεωρούν πως τα σωματίδια αυτά μετακινούνται προς την ίδια κατεύθυνση, μακριά από την ηχητική πηγή. Επομένως, αντιλαμβάνονται τον ήχο ως υλική οντότητα (Sözen & Bolat, 2011, p. 1064). Το συγκεκριμένο νοητικό μοντέλο συναντάται σε όλες τις βαθμίδες (Hrepić, 2002, p. 46).

Ένα μεγάλο μέρος των αντιλήψεων των μαθητών/τριών δημοτικού αναφορικά με τη διάδοση του ήχου στον αέρα έχει ως αφετηρία τις αντιλήψεις τους πως ο αέρας είναι μη υλικό σώμα, δεν έχει δηλαδή υλική υπόσταση και έτσι δεν είναι σε θέση να αντιληφθούν τις αναφορές που γίνονται και στο σχολικό εγχειρίδιο για πυκνώματα και αραιώματα. Σύμφωνα με τα ερευνητικά δεδομένα των Watt και Russell τα παιδιά σπάνια αναφέρθηκαν στον αέρα ως απαραίτητο μέσο για τη διάδοση του αέρα. Επομένως, τα παιδιά σε μικρή ηλικία δεν έχουν αντίληψη της υλικής υπόστασης του αέρα (Driver et al., 2000, σ. 247). Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία καθώς είναι η μη αντίληψη της υλικής υπόστασης του αέρα πιθανόν να δυσκολεύει την κατανόηση της διάδοσης του ήχου στον αέρα.

Μια άλλη εναλλακτική αντίληψη είναι πως, σύμφωνα με μαθητές/τριες πέμπτης δημοτικού, ο ήχος δεν διαδίδεται σε αεροπλάνα ή στη θάλασσα. Επομένως, θεωρούν πως ο ήχος δεν διαδίδεται στο νερό και στον αέρα (Bostan Sarioglan, 2016, p. 93) Αναφορικά με τη διάδοση του ήχου στον αέρα, πολλά παιδιά και ειδικότερα μικρής ηλικίας, θεωρούν ότι ο ήχος είναι ρευστό που διαδίδεται στον αέρα γι' αυτό δύσκολα προσεγγίζουν την έννοια του μη ορατού ηχητικού κύματος (Αποστολάκης και άλλοι (χ.χ.α, σ. 192). Οι Watt και Russel διαπίστωσαν ότι τα παιδιά δεν εξέφραζαν εύκολα την άποψη ότι ο ήχος διαδίδεται. Κι όταν ακόμα υποστήριζαν κάτι τέτοιο, είχαν την τάση να πιστεύουν ότι, προκειμένου ο ήχος να διαδοθεί, χρειάζεται να περάσει μέσα από ένα μονοπάτι χωρίς εμπόδια. Σε άλλες περιπτώσεις θεωρούν ότι ο ήχος απλώνεται

μέσα στο χώρο, χωρίς να αναφέρουν τον τρόπο. Είναι πιθανόν τα παιδιά να φαντάζονται τον ήχο ως μία αόρατη κινούμενη υλική οντότητα με συγκεκριμένες διαστάσεις, που όμως χρειάζεται χώρο για να κινηθεί (Driver et al., 2000, σ. 247).

Παράλληλα, συνεχίζοντας με τη διάδοση τα παιδιά συχνά αναφέρουν τις δονήσεις και υποστηρίζουν ότι ο ήχος διαδίδεται μέσω δονήσεων αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις δεν γνωρίζουν ότι μεταδίδεται ενέργεια μέσω των παλμικών δονήσεων. Τα παιδιά έχουν ανεπαρκείς πληροφορίες για τη διάδοση του ήχου μέσω δονήσεων δηλαδή μέσω μεταφοράς ενέργειας από το ένα μόριο στο άλλο κατά μήκος του μέσου διάδοσης (Driver et al. 2000, σελ. 245). Η άποψη αυτή συνάδει και με την ιδέα που έχουν τα παιδιά για τα ηχητικά κύματα. Ειδικότερα, τα παιδιά του δημοτικού θεωρούν πως το ηχητικό κύμα κατά την κίνησή του προκαλεί την κίνηση όλων των πραγμάτων μπροστά του (Sözen & Bolat, 2011, p. 1064). Επομένως, η κυρίαρχη εναλλακτική ιδέα του ήχου ως υλικής οντότητας εμφανίζεται σε πληθώρα ερευνών που επικεντρώνονται στη διάδοση του ήχου και στις σχετικές αντιλήψεις των παιδιών.

Για παράδειγμα, κάποια παιδιά μικρής ηλικίας θεωρούν πως ο ήχος διαδίδεται ανάλογα με τις ιδιότητες του μέσου. Ειδικότερα, τα παιδιά συχνά αντιλαμβάνονται τον ήχο ως αντικείμενο που μετακινείται από το ένα μέρος στο άλλο. Πολλά παιδιά της Πέμπτης Δημοτικού θεωρούν πως ο τρόπος που κινούνται ο ήχος ήταν αναπηδώντας σε διαφορετικά αντικείμενα όπως από τον τοίχο στο τραπέζι και έπειτα στον δέκτη. Αναφορικά με τη διάδοση του ήχου, ανέφεραν πως ο ήχος διαδίδεται μέσα από στερεά αντικείμενα, αλλά δυσκολεύονταν να αντιληφθούν ότι διαδίδεται μέσω του αέρα. (Barman et al., 1996, p. 65).

Μια άλλη ιδέα των παιδιών αναφορικά με τη διάδοση του ήχου είναι πως τα υλικά αντικείμενα επιβραδύνουν τη διάδοση του ήχου. Επίσης, αν ο ήχος είναι πιο δυνατός τότε αυτός διαδίδεται πιο γρήγορα. Αναφορικά με τη διάδοση του ήχου, μια άλλη ιδέα είναι πως τα παιδιά ηλικίας 12 και 15 ετών υποστηρίζουν πως ο ήχος ακούγεται πιο δυνατά στον αέρα συγκριτικά με το νερό ενώ συχνά συγχέεται το χαρακτηριστικό της έντασης με αυτό του ύψους του ήχου (Özkan & Selçuk, 2013, p. 15). Παρομοίως, παιδιά ηλικίας έξι ετών δεν διαχωρίζουν το χαρακτηριστικό της έντασης και το ταυτίζουν με αυτό του ύψους (Butts et al., 1994, p. 8).

Συνοψίζοντας τις βασικές εναλλακτικές ιδέες των παιδιών δημοτικού, μια βασική ιδέα των παιδιών αναφέρεται στην αντίληψη του ήχου ως υλική οντότητα, η οποία κατά τη

διάδοσή της καθώς αλληλεπιδρά με υλικά, μπορεί να διαδοθεί ή όχι. Η διάδοση του ήχου συναρτάται με τα χαρακτηριστικά του υλικού μέσου. Στην περίπτωση που είναι σκληρό, ο ήχος δε διαδίδεται αλλά αν είναι δυνατός ο ήχος, τότε διαδίδεται. Επίσης, μια βασική εναλλακτική ιδέα επικεντρώνεται στην αντίληψη της υλικής υπόστασης του αέρα. Τα περισσότερα παιδιά δεν αντιλαμβάνονται την ύπαρξη αέρα και κατά συνέπεια δεν αντιλαμβάνονται τον αέρα ως μέσο διάδοσης του ήχου. Πολύ συχνά επίσης, υποστηρίζουν πως ο ήχος δε διαδίδεται στο νερό ενώ προβληματική είναι η αντίληψη της έντασης του ήχου καθώς θεωρούν πως ο ήχος ακούγεται πιο δυνατά στον αέρα. Ακόμα, κατά τη διάδοση του ήχου, τα μικρά παιδιά ζωγραφίζουν τον ήχο με μια κατεύθυνση, κατά κύριο λόγο προς το αυτί του ατόμου. Δεν έχουν αντίληψη των ηχητικών κυμάτων και πως ο ήχος διαδίδεται προς όλες τις κατευθύνσεις. Τέλος, τα μικρά παιδιά μπορεί να κάνουν χρήση επιστημονικών όρων όπως «δονήσεις» αλλά δεν γνωρίζουν τη σημασία τους.

Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών για τη διάδοση του ήχου έχει διαπιστωθεί ότι παραμένουν και σε μεγαλύτερες ηλικίες. Στην έρευνα του Sadoglu (2013, p. 25) αναδύθηκαν τα νοητικά μοντέλα που φέρουν τα παιδιά δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τον ήχο, με βάση τα σχέδια τους και τις συνεντεύξεις. Πέρα από τα δύο μοντέλα που είναι και τα επιστημονικά αποδεκτά, το ηχητικό μοντέλο και το μηχανικό μοντέλο, εμφανίζονται άλλα δύο μοντέλα.

Σύμφωνα με τον μοντέλο της ανεξάρτητης οντότητας ή το μοντέλο της ύλης, τα παιδιά θεωρούν πως ο ήχος είναι ανεξάρτητος και επομένως για τη διάδοσή του δεν είναι απαραίτητη η ύπαρξη κάποιου μέσου. Διαδίδεται σε μέσο χωρίς οξυγόνο και ο ήχος είναι υλική οντότητα. Τα σωματίδια του ήχου είναι διαφορετικά από τα σωματίδια του μέσου και η διάδοση του ήχου γίνεται καθώς τα σωματίδια του ήχου περνούν μέσα από τα σωματίδια που σχηματίζουν το μέσο. Όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση μεταξύ των σωματιδίων του μέσου τόσο καλύτερα διαδίδεται ο ήχος. Επομένως, η διάδοση του ήχου σύμφωνα με αυτό το μοντέλο είναι πιο εύκολη και γίνεται με μεγαλύτερη ταχύτητα όταν το μέσο είναι αέριο.

Το τεχνητό μοντέλο προκύπτει από τον συνδυασμό των γνώσεων που αφορούν το μοντέλο της υλικής οντότητας και το κυματικό μοντέλο. Αυτό το μοντέλο καθώς προκύπτει από τον συνδυασμό παρανοήσεων ή έλλειψης γνώσης καλείται και υβριδικό μοντέλο ή μοντέλο σύνθεσης. Το μοντέλο αυτό συνιστά ένα αρχικό μοντέλο που τα

παιδιά διαμορφώνουν ανάλογα με τις πρότερες τους γνώσεις. Επειδή ακριβώς βασίζεται σε εσφαλμένες αντιλήψεις των παιδιών, η διάδοση του ήχου δεν γίνεται κατανοητή από τα παιδιά ακολουθώντας την επιστημονική θεώρηση. Με βάση τα παραπάνω, αρκετά παιδιά υποστηρίζουν πως ο ήχος διαδίδεται ανάλογα με τις ιδιότητες του μέσου, ενώ η διάδοση εξηγείται με βάση τη συσχέτιση μεταξύ της ηχητικής πηγής, του μέσου διάδοσης και του δέκτη. Επίσης, κάποια άλλα παιδιά ανέφεραν πως η απόσταση μεταξύ ηχητικής πηγής και δέκτη επηρεάζει τη διάδοση του ήχου αλλά επηρεάζει και την ταχύτητα του ήχου. Ωστόσο, βρέθηκε πως κάποια από τα παιδιά υποστηρίζουν πως ο ήχος διαδίδεται στο διάστημα, κινείται σαν κύματα νερού, προχωρά χάρη στα κενά μέσα στα υλικά σώματα, η ταχύτητά του μειώνεται σε πυκνό μέσο ενώ, όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση μεταξύ των ατόμων ενός μέσου, τόσο πιο γρήγορα διαδίδεται. Επομένως, φαίνεται πως κάποια παιδιά συσχετίζουν τη διάδοση του ήχου με το νερό και τα φωτεινά κύματα.

Αναφορικά με τη διάδοση του ήχου, τα παιδιά συνήθως επιχειρούν να κάνουν μια σύνδεση μεταξύ της ηχητικής πηγής, του μέσου διάδοσης και του δέκτη (Sadoglu, 2013, p. 21). Επίσης, η απόσταση μεταξύ της ηχητικής πηγής και του δέκτη θεωρείται ότι επηρεάζει την διάδοση του ήχου και την ταχύτητά του. Αναφορικά με τη διάδοση στο κενό, είναι πιθανόν τα παιδιά θεωρούν πως ο ήχος διαδίδεται στο διάστημα σαν κύμα νερού που μπορεί να προχωρήσει εξαιτίας των κενών που υπάρχουν. Έτσι, η ταχύτητά του μειώνεται σε πυκνό μέσο ενώ όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση μεταξύ των ατόμων, τόσο πιο γρήγορα διαδίδεται. Αυτό σημαίνει πως τα παιδιά σε κάποιες περιπτώσεις συσχετίζουν τη διάδοση του ήχου με το νερό και τα φωτεινά κύματα (Sadoglu, 2013, p. 22). Συνοψίζοντας τις ιδέες των παιδιών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, ως η πιο συχνά εμφανιζόμενη και πιο σταθερή ιδέα παρουσιάζεται πως ο ήχος διαδίδεται ως υλική οντότητα. Αυτό αποτελεί και το κυρίαρχο νοητικό μοντέλο των παιδιών που σε άλλες περιπτώσεις καλείται το μοντέλο της οντότητας ή της ύλης (Okur & Artur, 2014, p. 46; Costa et al. 2023, p. 5).

Αναφορικά με τη διάδοση του ήχου οι ιδέες που έχουν οι φοιτητές τριτοβάθμιας εκπαίδευσης φαίνεται πως μπορούν να ταξινομηθούν σε τέσσερα νοητικά μοντέλα. Στο πρώτο μοντέλο, η διάδοση του ήχου γίνεται αντιληπτή ως δόνηση μορίων αέρα ή στερεού τοιχώματος που διαδίδεται σε γειτονικά μόρια. Στο δεύτερο μοντέλο, η διάδοση γίνεται αντιληπτή ως μόρια αέρα που κινούνται μέσα από άλλα μόρια αέρα ή όποια μόρια με στερεό τοίχωμα που μπορεί να χτυπήσουν. Στο τρίτο νοητικό μοντέλο,

τα ηχητικά σωματίδια κινούνται με τη βοήθεια της τυχαίας κίνησης του αέρα ή των μορίων στερεού τοιχώματος μεταφέροντας τα ηχητικά σωματίδια από το ένα μόριο στο επόμενο. Τέλος, στο τέταρτο νοητικό μοντέλο, τα σωματίδια ήχου κινούνται μέσω του αέρα ή του σώματος με συμπαγές τοίχωμα με αποτέλεσμα να δονούνται (Hrepic et al., 2010, p. 11; Pejuan et al. (2012, p. 670). Επομένως, εξακολουθεί να υπάρχει η αντίληψη πως ο ήχος είναι ανεξάρτητη υλική οντότητα που έχει μάζα και όγκο, μπορεί να διαδοθεί σε μέσο χωρίς οξυγόνο και εκφράζει τη διάδοση των ηχητικών σωματιδίων του ήχου που είναι διαφορετικά από τα σωματίδια του μέσου.

Μια από τις πιο επίμονες αντιλήψεις των μαθητών/τριών είναι η συσχέτιση του μεγέθους ενός αντικειμένου με τον ήχο, ανεξάρτητα από την προέλευσή του (Menchen & Thompson, 2005, p. 84). Επίσης, οι φοιτητές/τριες δεν διακρίνουν με λειτουργικό τρόπο τις έννοιες της αντήχησης και της διάδοσης. Μάλιστα, η προσοχή τους αποσπάστηκε από τις ιδιότητες του αντικειμένου, του μέσου μέσω του οποίου διαδίδεται ο ήχος

2.2.5 Εναλλακτικές ιδέες για την ανάκλαση του ήχου:

Αναφορικά με το φαινόμενο της ανάκλασης δεν εντοπίστηκαν έρευνες που να επικεντρώνοντας σε μαθητές/τριες δημοτικού. Για το λόγο αυτό γίνεται αναφορά σε έρευνες που υλοποιήθηκαν με φοιτητές/τριες. Με βάση τη μελέτη της διεθνούς βιβλιογραφίας, προκύπτει πως το φαινόμενο της ανάκλασης δεν γίνεται κατανοητό από μεγαλύτερες ηλικίες. Κατά συνέπεια, η κατανόησή του από παιδιά μικρής ηλικίας είναι προβληματική. Για παράδειγμα, φοιτητές μηχανολόγοι δεν κατανοούν το φαινόμενο της ανάκλασης (Nurjani et al., 2020, p. 3) και μάλιστα έχουν την αντίληψη πως οι ήχοι ακούγονται πάντα σε κάθε δωμάτιο και η ανάκλαση δεν σχετίζεται με αυτό. Για τον λόγο αυτό, συχνά διατηρούν και μια άλλη εναλλακτική ιδέα, που σχετίζεται με την ανάκλαση. Ειδικότερα, δεν συμφωνούν με την επιστημονική άποψη πως κάποια ζώα χρησιμοποιούν τα ηχητικά κύματα ως εργαλείο πλοήγησης και συγκεκριμένα εκμεταλλευόμενα τα φαινόμενα της ανάκλασης, αλλά θεωρούν πως οι νυχτερίδες μπορούν να κινούνται τη νύχτα χρησιμοποιώντας τα μάτια τους.

Αναφορικά με τον μηχανισμό της ανάκλασης του ήχου, διαπιστώθηκε πως οι φοιτητές/τριες έχουν την αντίληψη πως οι μαλακές ή σκληρές και οι τραχιές ή λείες επιφάνειες αντανακλούν περισσότερο ήχο. Παράλληλα, μια άλλη ιδέα είναι πως η

ανάκλαση του ήχου ως φαινόμενο δεν συμβαίνει σε μια καμπύλη επιφάνεια. Τέλος, υποστηρίζουν πως ο ήχος μπορεί να διαδοθεί σε όλα τα μέσα αλλά δεν μπορεί να γίνει ανάκλασή του (Aygün & Hacıoglu, 2022, p. 265).

2.2.6 Εναλλακτικές ιδέες για την απορρόφηση του ήχου:

Σύμφωνα με όσα αναφέρονται από τους Driver et al. (2000, σ. 249) τα παιδιά κάθε ηλικίας δεν επιδεικνύουν κατανόηση της διαδικασίας της απορρόφησης. Πιο αναλυτικά, στις περιπτώσεις εκείνες που οι ερευνητές κάλυπταν ένα αντικείμενο που εξέπεμπε ήχο, η πλειοψηφία των μαθητών/τριών υποστήριζαν πως ο ήχος θα καταπνιγόταν και επιχειρηματολογούσαν λέγοντας πως «ο ήχος παγιδεύεται» ή «βγαίνει πιο αργά». Ως εξήγηση για το γεγονός ότι ο ήχος μπορούσε ακόμα να ακουστεί ακόμα και όταν είχε καλυφθεί το αντικείμενο, τα παιδιά κάθε ηλικίας υποστήριζαν πως υπάρχει κάποιο είδος διαρροής μέσα από τις τρύπες ή τις χαραμάδες. Επομένως, κατά κύριο λόγο, αναφέρονταν στο υλικό από το οποίο ήταν φτιαγμένο το κάλυμμα. Ελάχιστοι μαθητές/τριες βάσισαν την εξήγησή τους στην έννοια των δονήσεων. Οι ιδέες αυτές επιβεβαιώνονται και από άλλες έρευνες όπου παιδιά δημοτικού;γ αναφέρθηκαν στον ήχο ως μια άυλη οντότητα ενώ υπήρχαν και παιδιά που έκαναν χρήση του όρου «δονήσεις», χωρίς όμως να δίνουν την κατάλληλη επιστημονική εξήγηση (Mazens & Lautrey, 2003, p. 167).

Συνήθως τα παιδιά δημοτικού συσχετίζουν την ανάκλαση με την απορρόφηση ενώ διαθέτουν αντιλήψεις για την ανάκλαση του ήχου στα στερεά και όχι στα υγρά ή τα αέρια. Ειδικότερα, τα παιδιά μπορούν να αναγνωρίσουν ότι ο ήχος θα είναι πιο δυνατός σε ένα δωμάτιο με γύψινους τοίχους συγκριτικά με ένα δωμάτιο όπου οι τοίχοι έχουν επενδυθεί με μοκέτα αλλά τα περισσότερα από αυτά πιθανότατα δεν θα είναι σε θέση να εξηγήσουν γιατί συμβαίνει αυτό όπως διαπιστώθηκε σε έρευνα με παιδιά ηλικίας έξι ετών Barman et al., 1996, p. 65).

Αναφορικά με την απορρόφηση του ήχου, τα μικρά παιδιά του δημοτικού συνήθως δεν κατανοούν τη διαδικασία της απορρόφησης (Driver et al., 2000, σ. 249), προβαίνοντας σε εξηγήσεις όπως αυτές που προαναφέρθηκαν. Μάλιστα, στις περιπτώσεις εκείνες που υπάρχει μερική απορρόφηση, υποστηρίζουν πως ο ήχος εξακολουθεί να ακούγεται επειδή υπάρχει κάποιου είδους διαρροή μέσα από τις τρύπες ή τις χαραμάδες του

υλικού που καλύπτει την ηχητική πηγή. Είναι πολύ πιθανόν ως επιχειρηματολογία να αναφέρουν όσα επισημαίνουν οι Mazens και Lautrey (2003, p. 167) για την μερική ή ολική απορρόφηση του ήχου:

1. Ο ήχος δεν ακούγεται γιατί παγιδεύεται ή υπάρχουν τρύπες, οι οποίες μπορεί να είναι ορατές ή μικροσκοπικές
2. Ο ήχος ακούγεται ή δεν ακούγεται ανάλογα με την σκληρότητα και τη «δύναμη» του υλικού
3. Ο ήχος συμπεριφέρεται ως άυλη οντότητα
4. Χρησιμοποιείται ο όρος «δονήσεις», χωρίς όμως τη χρήση της ανάλογης επιστημονικής εξήγησης.

Αναφορικά με τη απορρόφηση του ήχου, οι φοιτητές/τριες της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης θεωρούν πως ο ήχος, καθώς διαδίδεται, φθείρεται και εξαφανίζεται. Επίσης, έχουν την αντίληψη πως ο ήχος δεν διαδίδεται στα στερεά και στο νερό αλλά εν μέρει περνάει μέσω των υγρών και περισσότερο μέσω των αερίων. Μια άλλη ιδέα των φοιτητών/τριών αναφορικά με την απορρόφηση είναι πως θεωρούν πως ο ήχος απορροφάται περισσότερο σε επίπεδες επιφάνειες και ειδικότερα σκληρές και λείες όπως το σίδερο, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αίθουσες κινηματογράφου για ηχομόνωση. Μια άλλη επίσης ιδέα είναι πως το φαινόμενο της απορρόφησης αφορά την απουσία μέσου διάδοσης. Ως υλικά που απορροφούν τον ήχο θεωρούν τα μέταλλα ενώ το μαλλί, η τσόχα, το ύφασμα, το χαλί, τα διπλά τζάμια και το καουτσούκ δεν θεωρούνται ηχομονωτικά υλικά. Τέλος, μια άλλη ιδέα αναφέρεται στην αντίληψη των φοιτητών/τριών πως κατά την απορρόφηση η ενέργεια φεύγει (Aygün & Hacıoglu, 2022, p. 265).

Καθώς υπάρχουν πλήθος παρανοήσεων στα παιδιά αναφορικά με τα ηχητικά κύματα, το διδακτικό πείραμα της παρούσας έρευνας δεν περιλαμβάνει καθόλου αναφορές στο νοητικό μοντέλο των κυμάτων. Αναφορικά με τα νοητικά μοντέλα που έχουν τα παιδιά είναι απαραίτητο να επισημανθεί πως πολύ συχνά αυτά περιλαμβάνουν αντιφατικά μεταξύ τους στοιχεία και δεν διακρίνονται από επιστημονική ακρίβεια (Sadgolu, 2013, p. 22).

Κεφάλαιο 3^ο: Η έρευνα

3.1 Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα:

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση μιας μαθησιακής πορείας ακολουθώντας τη μακροσκοπική προσέγγιση του ήχου. Με βάση τον συγκεκριμένο σκοπό τέθηκαν τρία ερευνητικά ερωτήματα:

1. Ποιες είναι οι προηγούμενες εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών σχετικά με τον ήχο και τα φαινόμενα αλληλεπίδρασής του (Διάδοση, Ανάκλαση και απορρόφηση) με υλικά αντικείμενα;
2. Ποια χαρακτηριστικά της αρχικής μαθησιακής πορείας συνέβαλαν στη μάθηση μέσω της μακροσκοπικής προσέγγισης;
3. Πώς διαμορφώθηκε η τελική μαθησιακή πορεία με βάση την εφαρμογή της;

3.2 Διδακτικό πείραμα και διδακτική μαθησιακή πορεία:

Για τη διεξαγωγή της παρούσας έρευνας, λαμβάνοντας υπόψη το στόχο και τα διατυπωθέντα ερευνητικά ερωτήματα, ακολουθήθηκε η ποιοτική προσέγγιση ως ερευνητική στρατηγική καθώς διερευνήθηκε ένα θέμα ώστε να εξασφαλιστεί η βαθιά κατανόησή του (Creswell, 2016, σ. 20). Πιο συγκεκριμένα, επιχειρήθηκε να διερευνηθεί ένα κοινωνικό φαινόμενο, η εφαρμογή μιας μαθησιακής πορείας μέσω σε παιδιά δημοτικού σχολείου με τη χρήση διδακτικού υλικού και οι αλλαγές που προκύπτουν με βάση τις ιδέες και τις εμπειρίες των παιδιών (Τσιώλης, 2013, σ. 3). Η ποιοτική προσέγγιση έδωσε τη δυνατότητα στην ερευνήτρια να στοχεύσει στο τι σημαίνει για τα παιδιά ο ήχος και πως αντιλαμβάνονται τα φαινόμενα που σχετίζονται με αυτόν παρατηρώντας τα ίδια τα παιδιά (Bryman, 2016, σελ. 410·Παρασκευοπούλου-Κόλλια, 2008, σ. 4).

Ως εργαλείο στην παρούσα έρευνα έγινε χρήση του διδακτικού πειράματος καθώς η ερευνήτρια επεδίωκε αφενός την ανάδειξη των ιδεών των παιδιών της τάξης και αφετέρου στόχευε στην προσαρμογή της μαθησιακής πορείας με βάση τις ιδέες των παιδιών που αναδείχθηκαν. Το διδακτικό πείραμα συνιστά μια παραλλαγή της τεχνικής συνέντευξης. Ένα διδακτικό πείραμα περιλαμβάνει μια ακολουθία διδακτικών επεισοδίων. Κάθε διδακτικό επεισόδιο περιλαμβάνει έναν εκπαιδευτικό, που στην

προκειμένη περίπτωση ήταν η ερευνήτρια, τα παιδιά, έναν παρατηρητή/τρια και μια μέθοδο καταγραφής του τι συμβαίνει κατά τη διάρκεια του επεισοδίου. Οι καταγραφές αυτές χρησιμοποιήθηκαν για την προετοιμασία των επόμενων επεισοδίων αλλά και για την ανάλυση του διδακτικού πειράματος (Steffe & Thomson, 2000, p. 273).

Η επιλογή του διδακτικού πειράματος έγινε με βάση τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει. Πιο αναλυτικά, η επιλογή για την παρούσα έρευνα τεκμηριώθηκε με βάση το κύριο πλεονέκτημα που παρουσιάζει, ότι επέτρεψε τη δοκιμή νέων δραστηριοτήτων με την ανάλυση που ακολούθησε να δείχνει με ποια δραστηριότητα επιτεύχθηκε η αλλαγή των παιδιών προς την επιστημονική άποψη (Engelhardt et al, 2004, p. 2). Τα διδακτικά πειράματα αφορούν μια ακολουθία διδακτικών επεισοδίων όπου οι ερευνητές δοκιμάζουν υποθέσεις σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο μαθαίνουν τα παιδιά. Κατά τη διάρκεια όμως των διδακτικών επεισοδίων προκύπτουν νέες υποθέσεις, οι οποίες ελέγχονται μέσω της παρατήρησης και καταγραφής δεδομένων (Steffe & Thompson 2000, p. 274). Αυτά τα δεδομένα παρέχουν στους ερευνητές μεγαλύτερη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο τα παιδιά κατασκευάζουν έννοιες. Αυτά τα ευρήματα αποτελούν στη συνέχεια τις βάσεις για την ανάπτυξη των επόμενων διδακτικών επεισοδίων (Lamb & Geiger, 2012). Το διδακτικό πείραμα εμφανίστηκε αρχικά ως ένας τρόπος έρευνας στα μαθηματικά (Steffe & Thomson, 2000, p. 270) αλλά γρήγορα χρησιμοποιήθηκε ως τρόπος έρευνας και στις φυσικές επιστήμες.

Το διδακτικό πείραμα που επιλέχθηκε για την παρούσα έρευνα έχει συγκεκριμένα διδακτικά επεισόδια οδηγώντας σε μια διδακτική μαθησιακή πορεία. Η διδακτική μαθησιακή πορεία δίνει έμφαση στο μαθητοκεντρικό μοντέλο και αναφέρεται σε μια σειρά λεπτομερών σχεδιασμένων διδασκαλιών που πραγματοποιείται σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα που συνήθως είναι περιορισμένο (Pardo et al., 2013, p. 30). Οι διδασκαλίες αυτές αξιοποιούν τα ευρήματα εμπειρικών ερευνών πάνω σε έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών και, στην προκειμένη περίπτωση, σε έρευνες που αφορούσαν την έννοια του ήχου και τα φαινόμενα αλληλεπίδρασής του με υλικά (Καλομπρατσίδης & Μόγιας, 2023, σελ. 59). Τα παιδιά τοποθετήθηκαν στο κέντρο της μαθησιακής διαδικασίας και, κατά επέκταση, η όλη διαδικασία εξελίχθηκε με βάση τις ιδέες και τις εμπειρίες τους.

Το διδακτικό πείραμα στην παρούσα έρευνα περιλάμβανε τρία συστατικά στοιχεία: τη μοντελοποίηση των απαντήσεων των παιδιών, τα διδακτικά επεισόδια και ατομικές ή

ομαδικές συνεντεύξεις (Komorek & Duit, 2004, p. 623-625; Engelhardt et al., 2004, p. 1). Στην παρούσα έρευνα, οι συνεντεύξεις πήραν τη μορφή ομαδικών συζητήσεων που έγιναν στο πλαίσιο της τάξης και καταγράφηκαν ως δεδομένα από την παρατηρήτρια και την ερευνήτρια. Οι Engelhardt et al. (2004, p. 1) αναφέρουν ως σημαντικότερη πτυχή του διδακτικού πειράματος τη μοντελοποίηση των απαντήσεων των παιδιών σε μια συνεκτική εικόνα που παρουσιάζει την πρόοδο τους σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Στα διδακτικά επεισόδια της παρούσας έρευνας συμμετείχαν η δασκάλα/ερευνήτρια, μια παρατηρήτρια, η οποία βρισκόταν κατά τη διάρκεια όλων των διδακτικών επεισοδίων στην τάξη και τα παιδιά που φοιτούσαν στη Γ' Τάξη. Η παρουσία της παρατηρήτριας αποτέλεσε βασικό στοιχείο του διδακτικού πειράματος καθώς η ερευνήτρια που ήταν παράλληλα και η εκπαιδευτικός της τάξης ήταν δύσκολο να είναι ταυτόχρονα και εντός της αλληλεπίδρασης με τα παιδιά και να καλείται να βρεθεί εκτός αυτής για να ερμηνεύσει απροσδόκητους τρόπους σκέψης και εναλλακτικές ιδέες των παιδιών. Για το λόγο αυτό, η παρουσία της παρατηρήτριας βοήθησε την εκπαιδευτικό-ερευνήτρια καθώς μπορούσε να της παρέχει μια εναλλακτική ερμηνεία και οπτική των γεγονότων. Επιπρόσθετα, η παρατηρήτρια μπορούσε να συλλάβει σημαντικά στοιχεία των ενεργειών των παιδιών που η εκπαιδευτικός - ερευνήτρια μπορούσε να παραλείψει. Ακόμα, η παρατηρήτρια είχε σαφή και διακριτή θέση και μπορούσε να εμπλακεί στο σχεδιασμό της επόμενης δραστηριότητας που θα γινόταν με την εκπαιδευτικό-ερευνήτρια και βασιζόταν στις παρατηρήσεις της δραστηριότητας που προηγήθηκε (Steffe & Thomson, 2000, p. 283). Στην παρούσα έρευνα, η παρατηρήτρια κατέγραφε τις παρατηρήσεις που αποτέλεσαν δεδομένα για τον σχεδιασμό των επόμενων διδακτικών επεισοδίων.

Κάθε διδακτικό επεισόδιο καταγραφόταν μέσω των παρατηρήσεων της ερευνήτριας και της παρατηρήτριας. Τα δεδομένα που συγκεντρώνονταν σε κάθε διδακτικό επεισόδιο ήταν οι παρατηρήσεις από τη ερευνήτρια και την παρατηρήτρια, τα φύλλα εργασίας των παιδιών στα οποία περιλάμβαναν κείμενο και σχέδια τους και σχέδια και κείμενο που αναγραφόταν στον πίνακα της τάξης. Τα δεδομένα αυτά αναλύονταν κάθε φορά από την ερευνήτρια οδηγώντας στο επόμενο διδακτικό επεισόδιο. Στη φάση αυτή της ανάλυσης, η ερευνήτρια με βάση τις απαντήσεις που λάμβανε από κάθε διδακτικό επεισόδιο προχωρούσε στο σχεδιασμό του επόμενου διδακτικού επεισοδίου έχοντας στο επίκεντρο τα ίδια τα παιδιά και τις ιδέες του έτσι ώστε να κάνει τις ανάλογες

προσαρμογές (Engelhardt et al, 2004, p. 2: Steffe, & Thompson, 2000, p. 273-280). Η παρατηρήτρια παρείχε μια άλλη οπτική των αλληλεπιδράσεων που συνέβαιναν κατά τη διάρκεια του κάθε διδακτικού επεισοδίου (Steffe & Thompson, 2000, p. 283) και με τον τρόπο αυτό συνέβαλλε στην εγκυρότητα της παρούσας έρευνας.

3.3 Σύντομη περιγραφή της τάξης και προφίλ μαθητών/τριών:

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δημοτικό σχολείο μιας αστικής περιοχής. Πιο αναλυτικά, έγινε σε παιδιά που φοιτούσαν στην Τρίτη τάξη του δημοτικού σχολείου. Σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών του Δημοτικού, τα παιδιά αυτής της ηλικίας δεν διδάσκονται επίσημα φυσικές επιστήμες και ειδικότερα για τον ήχο μέχρι να φτάσουν στην Πέμπτη Δημοτικού με εξαίρεση μια ενότητα για τον ήχο στην Α΄ Δημοτικού. Ωστόσο, τα παιδιά ήδη έχουν πολλές εμπειρίες λόγω της καθημερινής επαφής τους με τον ήχο και φαινόμενα που σχετίζονται με αυτόν. Αυτό αποτέλεσε τη βασική πρόκληση για την ερευνήτρια, η οποία έχοντας διδάξει στην Πέμπτη δημοτικού τη θεματική που αφορά τον ήχο και τα σχετικά φαινόμενα, διαπίστωσε πως οι ιδέες των παιδιών δεν λαμβάνονταν υπόψη και η διδασκαλία βασιζόταν στην κυματική προσέγγιση, γεγονός που δυσκόλευε την κατανόηση των παιδιών (Stephans, 1996 όπως αναφέρεται στους Αρβανιτάκη & Τσουπάκη, 2022, σελ 358).

Η υλοποίηση της έρευνας πραγματοποιήθηκε μέσα σε μια τάξη που αποτελούνταν από 22 παιδιά, εκ των οποίων τα δέκα ήταν κορίτσια και τα δώδεκα ήταν αγόρια. Τα παιδιά ήταν ηλικίας οκτώ έως εννέα ετών και φοιτούσαν στην Τρίτη δημοτικού ενός σχολείου που βρίσκεται εντός του ιστού μιας πόλης της κεντρικής Ελλάδας. Οι μαθητές/τριες γνωρίζονταν μεταξύ τους από την είσοδό τους στο δημοτικό σχολείο με εξαίρεση ένα μαθητή που ξεκίνησε να φοιτά στο συγκεκριμένο σχολείο κατά την χρονιά διεξαγωγής της έρευνας.

Μέσα στην συγκεκριμένη τάξη, περιλαμβάνονταν πέρα των άλλων και παιδιά που έχουν μεταναστευτικό υπόβαθρο αλλά και παιδιά που έχουν επίσημα χαρακτηριστεί ως παιδιά με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες. Πιο συγκεκριμένα, υπήρχαν τέσσερα παιδιά που είναι δίγλωσσα με καταγωγή από την Αλβανία. Από την άλλη, υπήρχαν τρία παιδιά που είχαν επίσημα χαρακτηριστεί ως μαθητές/τριες με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες. Στο συγκεκριμένο τμήμα, υπάρχει ένας μαθητής με ΔΕΠΥ μεικτού τύπου για τον οποίο

έχει εγκριθεί παράλληλη στήριξη μέσα στην τάξη, ένας μαθητής με οριακό νοητικό δυναμικό και δυσπραξία και ένας μαθητής με υψηλής λειτουργικότητας Διαταραχή αυτιστικού φάσματος (ΔΑΦ) για τον οποίο εγκρίθηκε επίσης παράλληλη στήριξη. Για την υποστήριξη των παιδιών στην τάξη ορίστηκε εκπαιδευτικός ειδικής αγωγής, η οποία λειτούργησε και ως παρατηρήτρια στο σύνολο των παρεμβάσεων που υλοποιήθηκαν μέσα στην τάξη.

Αυτό που είναι σημαντικό να επισημανθεί καθώς αφορά την παρούσα έρευνα είναι πως τα παιδιά δεν είχαν μέχρι πρότινος εργαστεί σε ομάδες. Η τάξη ήταν οργανωμένη με βάση το παραδοσιακό δασκαλοκεντρικό πρότυπο κάτι που φαινόταν και από τη διάταξη των θρανίων μέσα στην τάξη όπου το ένα ήταν τοποθετημένο πίσω από το άλλο. Ωστόσο, η ερευνήτρια θέτοντας τα παιδιά στο επίκεντρο της μαθησιακής διαδικασίας οργάνωσε την τάξη σε ομάδες από την αρχή σχεδόν του σχολικού έτους. Καθώς τα παιδιά δεν είχαν εργαστεί άλλη φορά σε επίπεδο ομάδας και λαμβάνοντας υπόψη τον αριθμό των παιδιών, η ερευνήτρια αποφάσισε οι τρεις ομάδες να έχουν από τέσσερα άτομα και δύο ομάδες να έχουν από πέντε άτομα. Οι ομάδες αυτές παρέμειναν σταθερές κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του συνόλου των διδακτικών επεισοδίων. Επιπλέον, πριν την οργάνωση των παιδιών σε ομάδες πραγματοποιήθηκε κοινωνιόγραμμα καθώς αποτελεί μια από τις πιο αξιόπιστες μεθόδους για την δημιουργία ομάδων. Η μέθοδος αυτή παρείχε σε κάθε παιδί τη δυνατότητα να επιλέξει σε ποια ομάδα θα ανήκει ενώ επέτρεψε στην ερευνήτρια να αποκωδικοποιήσει το πλέγμα των διαπροσωπικών σχέσεων που υπήρχε στην τάξη (Τριάντου & Πασχάλης, 2014, σελ. 534)

Η επιλογή της οργάνωσης των παιδιών σε ομάδες έχει άμεση σχέση με την παρούσα έρευνα και τους στόχους της. Η ομαδοσυνεργατική μάθηση αφορά την οργάνωση σε ομάδες έτσι ώστε οι μαθητές/τριες να συνεργαστούν για να βελτιώσουν τόσο τη δική τους μάθηση όσο και τη μάθηση ο ένας του άλλου. Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η αυτοπεποίθησή τους και αναπτύσσονται οι επικοινωνιακές τους δεξιότητες (Akçay & Doymuş, 2014, p. 18). Πλήθος μελετών επισημαίνουν πως η συνεργατική μάθηση αποφέρει οφέλη σε όλους τους τομείς περιεχομένου, σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης και σε όλους τους μαθητές/τριες συμπεριλαμβανομένων μαθητών/τριών με ΕΕΑ, υψηλών επιδόσεων, ειδικών αναγκών, χαρισματικών, αστικών, αγροτικών και όλων των εθνικών και φυλετικών ομάδων (Ho & Boo, 2007, p. 3-4). Η τάξη οργανώθηκε ώστε να δουλεύει συνεργατικά ανά ομάδες, κάτι που επέτρεψε να δοθεί έμφαση σε

στρατηγικές μαθητοκεντρικές και ενεργητικές (Akçay & Doymuş, 2014, p. 18), οδηγώντας σε υψηλότερες ακαδημαϊκές επιδόσεις (Ho & Boo, 2007, p. 7-8; Parveen & Batool, 2012, p. 157; Mehta & Kulshrestha, 2014, p. 5), αναπτύσσοντας την υπευθυνότητα (Artut & Tarim, 2007, p. 129) και την επικοινωνία (Blosser, 1993, p. 2).

3.4 Δεοντολογία και ηθική:

Η δεοντολογία και η ηθική αποτέλεσε αναπόσπαστο κομμάτι κατά τον ερευνητικό προγραμματισμό και τη διαδικασία υλοποίησής του στην παρούσα έρευνα (Mertens, 2009, σελ. 64). Καθώς η ερευνήτρια ακολούθησε την ποιοτική προσέγγιση χρειάστηκε να λάβει τα ανάλογα μέτρα έτσι ώστε να μην προκύψουν ηθικά ζητήματα που κυρίως αφορούν την αλληλεπίδραση της με τους/τις συμμετέχοντες/ουσες που στην προκειμένη περίπτωση ήταν παιδιά (Robson, 2010, σελ. 77; Γαλάνης, 2018, σ. 838). Η ερευνήτρια ακολούθησε όσα αναγράφονται στον εσωτερικό κανονισμό ηθικής και δεοντολογίας της έρευνας του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης (ΠΤΔΕ) του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Ειδικότερα, ακολουθήθηκαν οι ακολουθήθηκαν οι βασικές αρχές της αυτονομίας των προσώπων, της ωφέλειας, της μη βλάβης και της δικαιοσύνης (Mertens, 2009, σελ. 64-65 Babbie, 2010, σ. 145).

Καθώς στην παρούσα έρευνα η ερευνήτρια ήταν η εκπαιδευτικός της τάξης και οι συμμετέχοντες/ουσες ήταν παιδιά λήφθηκαν όλα τα απαραίτητα μέτρα για τη διασφάλιση της ηθικής και της δεοντολογίας της έρευνας (Robson, 2010, σελ. 77-78; Σαββάκης, 2023, σελ. 97). Πρώτα από όλα, εξέφρασε τον σεβασμό της για τον χώρο της έρευνας μέσω της εξασφάλισης άδειας εισόδου στον χώρο από τους ιθύνοντες (Cresswell, 2016, σ. 24). Επίσης, εξέφρασε τον σεβασμό της στην αξιοπρέπεια και την προσωπικότητα των συμμετεχόντων/ουσών και απέφυγε τις διακρίσεις κάθε είδους, σύμφωνα με τον εσωτερικό κανονισμό ηθικής και δεοντολογίας έρευνας του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Επιπλέον, η ερευνήτρια ακολούθησε την υποχρέωση ενημέρωσης των ατόμων που συμμετείχαν στην έρευνα. Ειδικότερα, απέστειλε τα σχετικά έγγραφα, άδεια εισόδου - συγκατάθεσης διευθυντή και συγκατάθεσης γονέων-κηδεμόνων, το πρωτόκολλο της παρούσας έρευνας καθώς και την έγγραφη δήλωση ότι έλαβε γνώση του εσωτερικού κανονισμού που ισχύει στην επιτροπή δεοντολογίας και ηθικής της έρευνας του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Με βάση τη απόφαση με αριθμό 3026/31-1-2024 έλαβε έγκριση. Μέσω αυτής εξασφαλίστηκε πως η ερευνήτρια σχεδίασε μια έρευνα

λαμβάνοντας υπόψη τις ηθικές αρχές που πρέπει να εφαρμόζονται με γνώμονα το όφελος των συμμετεχόντων/ουσών (Robson, 2010, σελ. 81; Γαλάνης, 2018, σελ. 838).

Στη συνέχεια, όπως αναφέρεται στον εσωτερικό κανονισμό, η ερευνήτρια ενημέρωσε τον διευθυντή της σχολικής μονάδας αναλυτικά για το σκοπό και τα οφέλη της έρευνας και στη συνέχεια προέβη σε ενημέρωση των γονέων και κηδεμόνων των παιδιών της τάξης που θα συμμετείχαν στην έρευνα για το σκοπό και τα οφέλη της έρευνας καθώς και για το δικαίωμά τους να αποσυρθούν σε όποιο στάδιο της έρευνας το επιθυμούσαν (Robson, 2010, σ. 82-83; Babbie, 2010, σ. 143; Verma & Mallick, 2004, σ. 294; Ίσαρη & Πουρκός, 2015, σ. 89) και εξασφάλισε την έγγραφη συναίνεση των γονέων και κηδεμόνων. Η διασφάλιση πληροφορημένης έγγραφης συναίνεσης από πλευράς των γονέων και κηδεμόνων αλλά και από πλευράς του διευθυντή της σχολικής μονάδας περιλάμβανε την ενημέρωση για το σκοπό και τη μεθοδολογία της έρευνας, την αναφορά σε αναμενόμενα οφέλη, την ελευθερία επιλογής για τη συμμετοχή στην έρευνα και τη δυνατότητα διακοπής σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή, τον τρόπο με τον οποία η ερευνήτρια είχε επιλέξει για να διαφυλάξει τα προσωπικά δεδομένα των παιδιών, τον ρόλο των παιδιών στην έρευνα, τον χρόνο που υπολογίστηκε ότι θα απαιτηθεί για αυτή και το όνομα και τα στοιχεία της ερευνήτριας ώστε να έχουν τη δυνατότητα να απευθυνθούν σε αυτή ανά πάσα στιγμή (Robson, 2010, σελ. 82-83 Babbie, 2010, σ. 146). Η ενημέρωση έγινε με διαφανή, κατανοητή και εύκολα προσβάσιμη μορφή, με τρόπο ώστε να γίνει αντιληπτός και κατανοητός από τους γονείς και κηδεμόνες των παιδιών που συμμετείχαν στην έρευνα.

Ακόμα, η ερευνήτρια προέβη σε ειδική αιτιολόγηση της επιλογής να συμμετάσχουν στην έρευνα ανήλικοι καθώς η έρευνα είχε ως στόχο την ανάδειξη των ιδεών παιδιών δημοτικού αναφορικά με τον ήχο.

Επιπρόσθετα, η ερευνήτρια έλαβε μέτρα για τη διασφάλιση της ανωνυμίας των συμμετεχόντων καθώς σε καθένα από τα παιδιά δόθηκε ένα όνομα ως ψευδώνυμο που λειτούργησε ως ασφάλεια για τη μη παροχή πληροφοριών για την ταυτότητά τους. Επίσης, η ερευνήτρια φρόντισε να μην είναι ορατό το όνομα των παιδιών στα φύλλα εργασίας και τα σκίτσα που συμπλήρωσαν τα παιδιά. Παρομοίως, φρόντισε το φωτογραφικό υλικό που λήφθηκε να μην παρουσιάζει τα πρόσωπα των παιδιών και να χρησιμοποιηθεί αποκλειστικά για την παρουσίαση των δραστηριοτήτων των διδακτικών επεισοδίων (Verma & Mallick, 2004, σ. 292). Η διατήρηση του απορρήτου

κρίθηκε ως καθοριστικής σημασίας προκειμένου να διασφαλιστεί το κύρος της ερευνήτριας και της εμπιστοσύνης της επιστημονικής κοινότητας και των συμμετεχόντων/ουσών. Η διασφάλιση της ανωνυμίας των συμμετεχόντων/ουσών κρίθηκε απαραίτητη καθώς η παρούσα έρευνα πρόκειται να δημοσιοποιηθεί και για τον λόγο αυτό, σε καμία περίπτωση δεν έπρεπε να είναι δυνατή η αντιστοίχιση των παιδιών με την πραγματική τους ταυτότητα (Mertens, 2009, σελ. 387·Γαλάνης, 2018, σελ. 389· Babbie, 2010, σ. 149).

Τα φύλλα εργασίας, τα σκίτσα, τα σχέδια, οι παρατηρήσεις της ερευνήτριας και της παρατηρήτριας αποτέλεσαν τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση. Παράλληλα, τηρήθηκε έντιμη στάση και συμπεριφορά απέναντι στα παιδιά και τους γονείς και κηδεμόνες τους (Mertens, 2009, σ.387·Ίσαρη & Πουρκός, 2015, σ. 90). Το υλικό που συγκεντρώθηκε συμφωνήθηκε να διατηρηθεί για κάποιο διάστημα και στη συνέχεια να καταστραφεί. Τα δεδομένα και τα αποτελέσματα της έρευνας ανήκουν στην ερευνήτρια που σχεδίασε και διεξήγαγε την έρευνα. Τέλος, η ερευνήτρια είχε την ελευθερία να ερμηνεύσει και να δημοσιεύσει τα ευρήματά της χωρίς λογοκρισία ή έγκριση από κάποιον οργανισμό (Verma & Mallick, 2004, σ. 297).

3.5 Εγκυρότητα και αξιοπιστία:

Καθώς η ποιοτική προσέγγιση που επιλέχθηκε στην παρούσα έρευνα διαφέρει από την ποσοτική, δεν εφαρμόστηκαν τα κριτήρια της αξιοπιστίας και της εγκυρότητας και αντικαταστάθηκαν από άλλα κριτήρια (Bryman, 2017, σελ. 418).

Ένα από τα κριτήρια που ακολούθησε η παρούσα έρευνα είναι η τριγωνοποίηση. Η τριγωνοποίηση αποτέλεσε έναν τρόπο για την επίτευξη της εγκυρότητας καθώς η ερευνήτρια επιζήτησε τη σύγκλιση μεταξύ πολλών και διαφορετικών πηγών πληροφοριών για τη διαμόρφωση θεμάτων ή κατηγοριών (Golafshani, 2003, p. 604). Αποτέλεσε μια τυπική στρατηγική για τη βελτίωση της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας της έρευνας ή αξιολόγησης των ευρημάτων. Μέσω αυτής, επαληθεύτηκαν οι κρίσεις και οι ερμηνείες με την εξαγωγή αποδεικτικών στοιχείων από περισσότερες από μία πηγές (Verma & Mallick 2004, σ. 386). Στην περίπτωση της παρούσα έρευνας, η τριγωνοποίηση συνέβαλε στην ενίσχυσή της με συνδυασμό μεθόδων. Ειδικότερα, στην προκειμένη περίπτωση, η τριγωνοποίηση επετεύχθη μέσω της χρήσης πολλών

πηγών δεδομένων όπως τα φύλλα εργασίας, τις καταγεγραμμένες παρατηρήσεις από την ερευνήτρια και την παρατηρήτρια και τα σκίτσα των παιδιών. Από την άλλη, η παρουσία της παρατηρήτριας λειτούργησε προς όφελος της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας αφού μέσω των παρατηρήσεών της συνέβαλε στην τριγωνοποίηση της ανάλυσης των ευρημάτων (Golafshani, 2003, p. 604).

Στην παρούσα έρευνα καθώς τίθεται υπό το πρίσμα του ερμηνευτικού παραδείγματος υιοθετήθηκαν τα κύρια κριτήρια των Lincoln Cuba (1985 όπως αυτά αναφέρονται στον Bryman, 2017, σελ. 419-421). Ειδικότερα υιοθετήθηκε το κριτήριο της φερεγγυότητας η οποία περιλάμβανε τέσσερα κριτήρια: πειστικότητα, γενικευσιμότητα, βασιμότητας και επαληθευσιμότητα. Το κριτήριο της φερεγγυότητας διασφαλίστηκε μέσω της πειστικότητας καθώς η παρούσα έρευνα εκπονήθηκε με βάσει τους κανόνες της ορθής πρακτικής και πρόκειται να υπάρξει ανακοίνωση των σχετικών ευρημάτων. Επίσης, διασφαλίστηκε μέσω του κριτηρίου της βασιμότητας καθώς η ερευνήτρια κράτησε αναλυτικό αρχείο για όλες της φάσεις της έρευνας (Bryman, 2017, σ. 421 Mertens, 2009, σ. 306) ενώ περιέγραψε αναλυτικά και σε κάθε στάδιο την ερευνητική διαδικασία έτσι ώστε ο κάθε αναγνώστης να καταλήξει σχετικά με τις ερμηνείες και τα συμπεράσματα (Bryman, 2017, σ. 421· Χασσάνδρα & Γουδάς, 2003, σελ. 40). Τέλος, το κριτήριο της αυθεντικότητας που αφορά σε ένα ευρύτερο σύνολο ζητημάτων, διασφαλίστηκε μέσω της αμεροληψίας καθώς στην έρευνα αποτυπώθηκαν οι διαφορετικές απόψεις των συμμετεχόντων/ουσών αμερόληπτα (Bryman, 2017, σ. 421).

Κεφάλαιο 4^ο: Περιγραφή της αρχικής και της τελικής Διδακτικής Μαθησιακής Πορείας

4.1 Αρχική μαθησιακή πορεία:

Για τον σχεδιασμό της αρχικής μαθησιακής πορείας λήφθηκαν υπόψη οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών της ανάλογης ηλικίας έτσι όπως αυτές έχουν διαπιστωθεί μέσα από εμπειρικές έρευνες. Επίσης, η ερευνήτρια έλαβε υπόψη τις προτεινόμενες δραστηριότητες που αναφέρονται στο βιβλίο του εκπαιδευτικού καθώς και τις βασικές δυσκολίες που αντιμετωπίζουν τα μικρότερα παιδιά του δημοτικού να προσεγγίσουν τον ήχο μικροσκοπικά. Με βάση τα παραπάνω, αποφασίστηκε αρχικά από την ερευνήτρια ότι θα επικεντρωθεί στα ακόλουθα:

- Φύση του ήχου
- Χαρακτηριστικά του ήχου
- Διάδοση του ήχου σε υγρά, στερεά και αέρια
- Ανάκλαση του ήχου
- Απορρόφηση του ήχου

Η επιλογή αυτή βασίστηκε στα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν από την ερευνήτρια ενώ συμφωνεί με τα θέματα και τα ζητήματα που προσεγγίζονται στο δημοτικό σχολείο με βάση το Νέο ΑΠΣ.

Στη συνέχεια, η ερευνήτρια σχεδίασε με μεγαλύτερη λεπτομέρεια το πρώτο διδακτικό επεισόδιο, λαμβάνοντας υπόψη τις εναλλακτικές ιδέες των παιδιών όπως παρουσιάζονται στη διεθνή βιβλιογραφία. Ειδικότερα, η ερευνήτρια για το σχεδιασμό του πρώτου διδακτικού επεισοδίου επέλεξε την τεχνική του καταγισμού ιδεών καθώς δημιουργεί μια πιο χαλαρή ατμόσφαιρα μέσα στην τάξη, η οποία επιτρέπει στα παιδιά να εκφραστούν πιο ελεύθερα. Οι ιδέες που η ερευνήτρια έλαβε υπόψη της είναι πως τα παιδιά συνήθως αντιλαμβάνονται τον ήχο ως υλική οντότητα δηλαδή του αποδίδουν χαρακτηριστικά υλικού. Μέσα στο πλαίσιο αυτό, μια αναμενόμενη απάντηση στον καταγισμό ιδεών είναι να δώσουν απαντήσεις που να αφορούν μόνο αντικείμενα και κυρίως μουσικά όργανα. Αν συνέβαινε αυτό, η ερευνήτρια είχε σχεδιάσει μια δραστηριότητα με αντικείμενα που όλα ήταν δυνατόν να λειτουργήσουν ως ηχητικές πηγές ώστε τα παιδιά να χρειαστεί να σκεφτούν πως ένα αντικείμενο από μόνο του δεν

παράγει ήχο. Επίσης, είχε προγραμματίσει να ελέγξει αν τα παιδιά έχουν αυτή την αντίληψη μέσω της χρήσης των κριτηρίων που αναφέρουν οι Reiner et al. (2000, p. 5). Ακόμα, μια άλλη ιδέα που έλαβε υπόψη της είναι πως τα παιδιά σκέφτονται πως ο ήχος είναι χαρακτηριστική ιδιότητα κάποιων σωμάτων. Με βάση τις απαντήσεις των παιδιών και τις τελικές απαντήσεις που θα προέκυπταν μετά τη συζήτηση μέσα στις ομάδες και την αλληλεπίδραση σε επίπεδο ολομέλειας, η ερευνήτρια θα επέλεγε είτε να διερευνήσει περαιτέρω τις ιδέες των παιδιών για τον ήχο μέσω ενός φύλλου εργασίας είτε να προχωρήσει στη διερεύνηση των χαρακτηριστικών του ήχου. Στη συνέχεια του πρώτου διδακτικού επεισοδίου, η ερευνήτρια επέλεξε να ελέγξει αν τα παιδιά διαχωρίζουν τον ήχο από την ηχητική πηγή ή ταυτίζουν τον ήχο με αυτή (Driver et al, 2000, σ. 245). Αν τα παιδιά δεν ήταν σε θέση να διαχωρίσουν τον ήχο από την ηχητική πηγή είχε σχεδιάσει μια δραστηριότητα με αντικείμενα που μπορούσαν να λειτουργήσουν ως ηχητικές πηγές.

Για το δεύτερο διδακτικό επεισόδιο, η ερευνήτρια κατά κύριο λόγο επικεντρώθηκε στα χαρακτηριστικά της έντασης και της συχνότητας που πιθανόν να γνωρίζουν τα παιδιά και που υπάρχει η μεγαλύτερη προβληματική έτσι όπως καταγράφεται στις έρευνες. Ειδικότερα, είχε λάβει υπόψη της πως τα παιδιά μπορεί να συγχέουν τη συχνότητα με την ένταση και είναι πολύ πιθανό να κάνουν χρήση των όρων «συχνότητα» και «ένταση» αποδίδοντας όμως διαφορετικό νόημα σε αυτούς (Iliaki et al., 2019, p. 234; Rejuan et al., 2012, p. 670). Επίσης, θεώρησε πως η ταχύτητα του ήχου θα μπορούσε να μελετηθεί καλύτερα μέσα στο πλαίσιο του διδακτικού επεισοδίου που αφορούσε τη διάδοση του ήχου. Για το συγκεκριμένο διδακτικό επεισόδιο επιλέχθηκε η συζήτηση στο πλαίσιο των ομάδων και της ολομέλειας και η συμπλήρωση ενός φύλλο εργασίας.

Στη συνέχεια, η ερευνήτρια έκανα ένα αδρό σχεδιασμό για τα φαινόμενα της διάδοσης, της ανάκλασης και της απορρόφησης.

Για τη διάδοση του ήχου είχε αποφασίσει να ασχοληθεί με τη διάδοση στα στερεά, υγρά και αέρια και στο τέλος να επικεντρωθεί στη μη διάδοση του ήχου στο κενό. Επίσης, σε σχέση με το φαινόμενο της διάδοσης θα διερευνούσε αν τα παιδιά αντιλαμβάνονται την ταχύτητα ως χαρακτηριστικό του ήχου και την αντίληψη που έχουν τα παιδιά για την κατεύθυνση του ήχου. Οι εναλλακτικές ιδέες που λήφθηκαν υπόψη για τη διάδοση είναι πως τα παιδιά συνήθως παρουσιάζουν τον ήχο να πηγαίνει προς τους ανθρώπους, δηλαδή αντιλαμβάνονται τον ήχο σε σχέση με τον δέκτη,

θεωρούν πως ο ήχος διαδίδεται στα στερεά αν είναι πιο δυνατός (Mazens & Lautrey, 2003, p. 167), ο ήχος διαδίδεται ανάλογα με τις ιδιότητες του μέσου (Barman et al., 1996, p. 65) και πως τα παιδιά είναι πιθανόν να μην έχουν αντίληψη της υλικής υπόστασης του αέρα ο οποίος λειτουργεί ως μέσο που διαδίδει τον ήχο. Τα σχολικά εγχειρίδια επισημαίνουν πως για τη διάδοση του ήχου είναι απαραίτητη προϋπόθεση η ύπαρξη ενός μέσου μέσω του οποίου ο ήχος θα ταξιδέψει. Ωστόσο, τα παιδιά μπορούν να αντιληφθούν ως μέσο εύκολα το ξύλο ή το νερό αλλά δεν αντιλαμβάνονται ως υλικό τον αέρα. Κατά συνέπεια, η ερευνήτρια έκρινε σημαντικό να ελεγχθεί πριν από την όποια διδακτική παρέμβαση αφορούσε τη διάδοση του ήχου στον αέρα αν τα παιδιά αντιλαμβάνονται την υλική υπόσταση του αέρα.

Η ερευνήτρια υπολόγισε χρονικά ένα ή δύο διδακτικά επεισόδια για το φαινόμενο της διάδοσης. Ωστόσο, η χρονική διάρκεια θα προσαρμοζόταν ανάλογα με τις δραστηριότητες που θα κρίνονταν απαραίτητες για την κατανόηση της διάδοσης και στις τρεις μορφές της ύλης και στο κενό.

Επίσης, έλαβε υπόψη της τις διδακτικές προσεγγίσεις και τα παραδείγματα που αναφέρονται στο βιβλίο του εκπαιδευτικού αλλά και αυτές που προτείνονται ως αποτελεσματικές μέσα από τις εμπειρικές έρευνες. Η διαδικασία παραγωγής και διάδοσης του ήχου αποσαφηνίζεται με ένα παράδειγμα στο βιβλίο του δασκάλου που αναφέρεται σε ένα πολύ μεγάλο σε μήκος σωλήνα που περιέχει κάποιο αέριο. Στο παράδειγμα αυτό, το ένα άκρο του σωλήνα που περιέχει το αέριο κλείνεται με ένα έμβολο. Όταν το έμβολο τεθεί σε ταλάντωση, το αέριο που βρίσκεται σε επαφή με το εσωτερικό τοίχωμα του σωλήνα συμπιέζεται και εκτονώνεται περιοδικά ακολουθώντας την κίνηση του εμβόλου. Κάθε φορά που το έμβολο πιέζει το αέριο του σωλήνα, δημιουργείται δεξιά από το έμβολο ένα στρώμα συμπιεσμένου αέρα, ένα πύκνωμα, καθώς ο χώρος που είχε αρχικά στη διάθεσή του το αέριο περιορίζεται. Όταν πάλι το έμβολο οπισθοδρομεί στον σωλήνα, το αέριο που βρίσκεται σε επαφή μαζί του εκτονώνεται, καθώς έχει τη δυνατότητα να καταλάβει μεγαλύτερο χώρο από πριν, με αποτέλεσμα δεξιά από το έμβολο να δημιουργείται ένα αραιώμα. Τα πυκνώματα και αραιώματα διαδίδονται κατά μήκος του σωλήνα, καθώς τα συμπιεσμένα μόρια του αερίου συμπιέζουν με τη σειρά τους τα μόρια που βρίσκονται δεξιά τους. Η διάδοση των πυκνωμάτων και αραιωμάτων γίνεται χωρίς τα μόρια του αερίου να κινούνται κατά μήκος του σωλήνα. Τα μόρια του αερίου εκτελούν ταλάντωση γύρω από μια θέση ισορροπίας, που είναι διαφορετική για κάθε μόριο. Με βάση τα παραπάνω, γίνεται

αντιληπτό πως το φαινόμενο της διάδοσης του ήχου στο δημοτικό σχολείο γίνεται μέσω πυκνωμάτων και αραιωμάτων καθώς η διάδοση νοείται ως η αλληλουχία αυτών, η οποία επιτελείται με ένα διάμηκες κύμα (Αποστολάκης κ.ά., χ.χ.α, σελ. 193). Η διδακτική αυτή προσέγγιση δεν επιλέχθηκε καθώς προσεγγίζει το φαινόμενο της διάδοσης μικροσκοπικά.

Επίσης, δεν έγινε καμία αναφορά σε ηχητικά κύματα. Με βάση τα ευρήματα της έρευνας των Costa et al. (2024, p. 15) γίνεται αντιληπτό πως η κατανόηση από πλευράς των παιδιών της διάδοσης του ήχου περνά από διαφορετικά επίπεδα. Η μαθησιακή εξέλιξη που προτείνουν οι ερευνητές αυτοί για τη διδασκαλία της διάδοσης του ήχου στον αέρα στηρίζεται στις ιδέες των παιδιών και είναι έτσι σχεδιασμένη ώστε στα χαμηλά επίπεδα να έχει μικρό συντελεστή δυσκολίας και στα υψηλότερα επίπεδα μεγάλο συντελεστή δυσκολίας. Παρομοίως, στην έρευνα των Okur και Artun (2016, p. 58-59) διαπιστώθηκε πως οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών για τη διάδοση του ήχου διατηρούνται στις περιπτώσεις όπου το διδακτικό υλικό και η διδακτική προσέγγιση δεν είναι κατάλληλα. Αντίθετα, επέρχεται εννοιολογική αλλαγή στις περιπτώσεις όπου περιλαμβάνονται κείμενα εννοιολογικής αλλαγής, αναλογίες, φύλλα εργασίας και ψηφιακό υλικό. Για τον λόγο αυτό, στην παρούσα έρευνα επιλέχθηκαν τα φύλλα εργασίας.

Για την ανάκλαση του ήχου, είχε σχεδιαστεί να ελεγχθεί αν τα παιδιά κατανοούν τη ανάκλαση στα στερεά, υγρά και αέρια, αν αναγνωρίζουν τις συνθήκες της ανάκλασης, αν συνδέουν χαρακτηριστικά των υλικών με την ανάκλαση του ήχου, αν γνωρίζουν εφαρμογές της ανάκλασης και αν μπορούν να περιγράψουν και να εξηγήσουν το φαινόμενο της ηχούς. Ωστόσο, είχε ληφθεί υπόψη πως η ανάκλαση σύμφωνα με όσα αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία δυσκολεύει ιδιαίτερα τα παιδιά και μεγαλύτερων ηλικιών. Χρονικά αρχικά είχε υπολογιστεί ότι θα γίνουν τρία διδακτικά επεισόδια που να αφορούν την ανάκλαση.

Στο βιβλίο του εκπαιδευτικού (Αποστολάκης κ.ά, χ.χ.α, σ. 203) η ηχώ αναφέρεται ως η επανάληψη του ήχου, η οποία οφείλεται στην ανάκλασή του σε σκληρή και λεία επιφάνεια. Επίσης, γίνεται λόγος για την απόσταση, που αποτελεί βασική προϋπόθεση για να διακρίνει κάποιος τον ήχο και να αντιληφθεί την ηχώ. Τέλος, ως παραδείγματα περιπτώσεων, όπου μπορεί να ακουστεί καθαρή η ηχώ αναφέρονται η περίπτωση του να βρίσκεται κανείς σε κλειστό φαράγγι και να υπάρχει σε κάποια απόσταση απέναντι

σκληρή και λεία επιφάνεια, όπου θα γίνει η ανάκλαση του ηχητικού κύματος. Ωστόσο, επισημαίνεται πως δεν χρειάζεται να αναφερθούν στα παιδιά οι αριθμητικές προϋποθέσεις για να ακουστεί η ηχώ, αλλά κυρίως να δοθεί έμφαση στο περιβάλλον όπου τα παιδιά άκουσαν ηχώ σε μια προσπάθεια να προκληθεί από τα ίδια η διατύπωση των προϋποθέσεων για τη δημιουργία της.

Τέλος, για το φαινόμενο της απορρόφησης λήφθηκαν υπόψη οι βασικές εναλλακτικές ιδέες που επεσήμαναν οι Mazens και Lautrey (2003, p. 167) που επικεντρώνεται στις εξηγήσεις που δίνουν τα παιδιά πως ο ήχος δεν ακούγεται γιατί παγιδεύεται ή υπάρχουν τρύπες, οι οποίες μπορεί να είναι ορατές ή μικροσκοπικές. Επίσης, λήφθηκε υπόψη πως τα παιδιά πιθανόν δεν γνωρίζουν εφαρμογές της ανάκλασης και, κατά κύριο λόγο, μπορεί να αναφέρονται στην απορρόφηση σε σχέση με τα χαρακτηριστικά των υλικών.

Στο βιβλίο του εκπαιδευτικού (Αποστολάκης κ.ά, χ.χ.α, σ. 205) επισημαίνεται πως τα παιδιά μπορεί να αναφέρουν πως τα μαλακά και πορώδη υλικά όπως το πανί και το σφουγγάρι «εμποδίζουν», «ρουφούν» ή «μειώνουν» τον ήχο. Για το λόγο αυτό, προτείνεται να γίνει διόρθωση από τον/την εκπαιδευτικό, προτείνοντας τον όρο «απορροφούν» τον ήχο. Ωστόσο, σε αυτό το σημείο γίνεται αντιληπτό πως τα παιδιά δυσκολεύονται να κατανοήσουν τον φαινόμενο της απορρόφησης. Για το φαινόμενο της απορρόφησης, είχε χρονικά σχεδιαστεί ότι θα γίνουν δύο διδακτικά επεισόδια.

4.1.1 Σύντομη περιγραφή της αρχικής μαθησιακής πορείας:

Με βάση τα παραπάνω, η αρχική μαθησιακή πορεία διαμορφώθηκε όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα:

Μάθημα	Τίτλος	Στόχος
1 ^ο	Η φύση του ήχου	Ανάδειξη των ιδεών για τη φύση του ήχου
2 ^ο	Χαρακτηριστικά του ήχου	Εντοπισμός Χαρακτηριστικών του ήχου (ένταση, συχνότητα)

3 ^ο - 4 ^ο	Διάδοση (υγρά, στερεά, αέρια)	Αναγνώριση υγρών, στερεών και αερίων ως μέσα διάδοσης του ήχου Κατεύθυνση και ταχύτητα του ήχου
5 ^ο -7 ^ο	Ανάκλαση	Κατανόηση της ανάκλασης σε υγρά, στερεά και αέρια Αναγνώριση των συνθηκών για την ανάκλαση Ηχώ-εξήγηση του φαινομένου
8 ^ο -9 ^ο	Απορρόφηση από διαφορετικά υλικά	Χαρακτηριστικά των υλικών που απορροφούν τον ήχο

4.2 Τελική μαθησιακή πορεία:

4.2.1 Η φύση του ήχου:

Στόχοι:

1. Να αναδειχθούν οι ιδέες των παιδιών για τη φύση του ήχου
2. Να αναγνωριστούν οι ηχητικές πηγές
3. Να διαχωρίζονται οι ήχοι από τις ηχητικές πηγές

Περιγραφή δραστηριοτήτων:

Η ερευνήτρια ενημέρωσε τα παιδιά ότι θα ασχοληθούν με τον ήχο. Οι δύο δραστηριότητες που ακολούθησαν είχαν τη μορφή καταιγισμού ιδεών. Στην πρώτη δραστηριότητα, δόθηκε σε κάθε ομάδα μια σελίδα, στο κέντρο της οποίας υπήρχε η λέξη «ήχος» και ζητήθηκε καταγραφούν λέξεις που σχετίζονται με τη λέξη αυτή. Στις ομάδες δόθηκε συγκεκριμένος χρόνος για να συζητήσουν τι θα καταγράψουν. Στη δεύτερη δραστηριότητα, κάθε ομάδα παρουσίασε στην ολομέλεια της τάξης τις λέξεις ή τις φράσεις που κατέγραψε σημειώνοντάς τις στον πίνακα. Ταυτόχρονα, μέσω

ανοικτής συζήτησης, αναδείχθηκαν κριτήρια συσχετισμού των λέξεων με τον «ήχο» και διαγράφηκαν ή διορθώθηκαν όσες λέξεις δεν συμφωνούσαν με τα κριτήρια αυτά. Ακολούθησε μια συμπερασματική συζήτηση με στόχο τον διαχωρισμό του ήχου από την πηγή του.

4.2.2 Χαρακτηριστικά του ήχου:

Στόχοι:

1. Να διαχωρίζουν την ηχητική πηγή από τον ήχο
2. Να εντοπίζουν χαρακτηριστικά του ήχου όπως συχνότητα, ένταση χωρίς να κάνουν χρήση ορολογίας

Περιγραφή δραστηριοτήτων:

Η ερευνήτρια έθεσε στα παιδιά ερωτήσεις που στόχευαν στην ανάκληση της συμπερασματικής συζήτησης που έγινε κατά το προηγούμενο μάθημα. Οι ερωτήσεις αυτές αποτέλεσαν τη γέφυρα σύνδεσης του προηγούμενου μαθήματος με το νέο μάθημα. Τα παιδιά απάντησαν στις ερωτήσεις και έτσι έγινε μια συζήτηση μέσα σε κάθε ομάδα για τη φύση του ήχου. Ακολούθησε μια ατομική δραστηριότητα διαμορφωτικής αξιολόγησης. Δόθηκε σε κάθε παιδί ένα φύλλο εργασίας με τρεις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, η συμπλήρωση του οποίου είχε στόχο την ανάδειξη των ιδεών, όπως αυτές διαμορφώθηκαν από το πρώτο μάθημα. Ως συνέχεια της δραστηριότητας, ακολούθησε συζήτηση με βάση τις ερωτήσεις και τις απαντήσεις που δόθηκαν με σκοπό τον διαχωρισμό της πηγής από τον ήχο που παράγει και τον εντοπισμό χαρακτηριστικών του ήχου. Από την συζήτηση προέκυψαν χαρακτηριστικά του ήχου μέσω άτυπων ομαδοποιήσεων για ήχους όμοιων χαρακτηριστικών.

4.2.3 Η διάδοση του ήχου στα υγρά:

Στόχοι:

1. Να αναδειχθούν οι εμπειρίες τους από τη διάδοση του ήχου μέσα στο νερό
2. Να αντιληφθούν το νερό ως μέσο για τη διάδοση του ήχου
3. Να αντιληφθούν έννοιες που έχουν σχέση με τη διάδοση του ήχου όπως η κατεύθυνση, η ένταση

Περιγραφή δραστηριοτήτων:

Πρώτη δραστηριότητα:

Τέθηκε το ερώτημα «Πώς φτάνει ο ήχος στα αυτιά μας;» το οποίο ζητήθηκε από την ερευνήτρια να συζητηθεί σε κάθε ομάδα. Τα συμπεράσματα των ομαδικών συζητήσεων ανακοινώθηκαν στην ολομέλεια.

Δεύτερη δραστηριότητα:

Η ερευνήτρια έφερε στην τάξη ένα γυάλινο διάφανο δοχείο με νερό και δύο μεταλλικά κουτάλια. Ζήτησε από τα παιδιά να προβλέψουν αν θα ακούγεται ο ήχος των κουταλιών όταν χτυπηθούν μεταξύ τους μέσα στο γυάλινο δοχείο. Η ερευνήτρια καθοδήγησε τα παιδιά να προβούν σε τεκμηρίωση των απόψεών τους και να εξηγήσουν γιατί κάνουν τις συγκεκριμένες προβλέψεις. Στη συνέχεια, η ερευνήτρια έκανε πράξη το χτύπημα των κουταλιών μέσα στο νερό επιβεβαιώνοντας ή απορρίπτοντας τις προβλέψεις. Η ερευνήτρια κατηύθυνε τη συζήτηση για τη διάδοση του ήχου στα υγρά ενισχύοντας αναφορές σε έννοιες που συνδέονται με τη διάδοση του ήχου όπως η ένταση και η κατεύθυνση. Στο τέλος της δραστηριότητας, δόθηκε στα παιδιά από ένα χαρτί στο οποίο κλήθηκαν να σχεδιάσουν κάτι το οποίο να δείχνει πως γίνεται η διάδοση του ήχου στο νερό.

4.2.4 Η διάδοση του ήχου στα στερεά:

Στόχοι:

1. Να αναδειχθούν οι ιδέες τους για τη διάδοση του ήχου στα στερεά
2. Να αντιληφθούν ότι τα στερεά αποτελούν μέσο για τη διάδοση του ήχου
3. Να κάνουν συγκρίσεις με αναφορές στη διάδοση του ήχου στα υγρά και στα στερεά

Περιγραφή δραστηριοτήτων:

Πρώτη δραστηριότητα:

Η ερευνήτρια πρόβαλε στον βιντεοπροβολέα της τάξης μια εικόνα (Αποστολάκης κ.ά, χ.χ.β, σελ. 147) που απεικονίζει δύο ανθρώπους εκ των οποίων ο ένας είναι όρθιος και ο άλλος έχει το αυτί του πάνω στις ράγες και δείχνει ανήσυχος και στη συνέχεια ζητήθηκε από τα παιδιά να περιγράψουν την εικόνα και να δώσουν εξηγήσεις για το τι συμβαίνει. Στη συνέχεια, ρώτησε πως ταξιδεύει ο ήχος σε αυτές τις δύο περιπτώσεις που παρατηρούν στην εικόνα. Τα παιδιά έκαναν προβλέψεις και υποθέσεις για το τι μπορεί να συμβαίνει και ο άνθρωπος που έχει το αυτί τους στις ράγες είναι ανήσυχος.

Δεύτερη δραστηριότητα:

Η ερευνήτρια ζήτησε από τις ομάδες να σκεφτούν τρόπο μέσω του οποίου θα μπορούσαν να δείξουν τι συμβαίνει με τις ράγες. Κατηύθυνε προς την υλοποίηση προτεινόμενων ομαδικών δραστηριοτήτων εφικτών, στην υλοποίησή τους, εντός της τάξης. Για παράδειγμα, ένα παιδί να χτυπήσει το θρανίο και ένα άλλο παιδί ακουμπώντας το αυτί του στο θρανίο, χωρίς να βλέπει το πρώτο, να πει αν άκουσε ήχο και, αν ναι, να πει τι ήχο άκουσε. Οι ομάδες υλοποίησαν τις δραστηριότητες καταλήγοντας σε συμπεράσματα.

Τρίτη δραστηριότητα:

Για να ελεγχθούν οι υποθέσεις των παιδιών, υλοποιήθηκε μια δραστηριότητα από την ερευνήτρια κατά την οποία τα παιδιά κλήθηκαν να κάνουν προβλέψεις και, στη συνέχεια, με βάση τις παρατηρήσεις τους να καταλήξουν σε συμπεράσματα. Η ερευνήτρια έδωσε δύο μεταλλικά κουτάλια μεταξύ τους με έναν σπάγκο. Αρχικά, η ερευνήτρια χτύπησε τα δύο κουτάλια μεταξύ τους και στη συνέχεια ζητήθηκε από τα παιδιά να πλησιάσουν στο αυτί τους το ένα κουτάλι καθώς η ερευνήτρια χτυπά το άλλο κουτάλι που βρίσκεται δεμένο στην άλλη άκρη του σπάγκου. Τα παιδιά διατύπωσαν τις παρατηρήσεις τους για το πότε ο ήχος ακούγεται πιο δυνατά.

Τέταρτη δραστηριότητα:

Δόθηκαν στα παιδιά δύο πλαστικά ποτήρια που ήταν μεταξύ τους δεμένα με σπάγκο, σαν τηλέφωνα. Χρησιμοποίησαν την κατασκευή για να ελέγξουν τον ρόλο του σπάγκου ως μέσου για τη διάδοση του ήχου ενώ διερεύνησαν και το ρόλο της απόστασης. Ένα παιδί βγήκε έξω από την τάξη και χρησιμοποίησε το ποτήρι για να μιλήσει. Την ίδια στιγμή, ένα άλλο παιδί παρέμεινε μέσα στην αίθουσα και ανέφερε αν και τι άκουσε από το άλλο παιδί. Η ίδια δραστηριότητα υλοποιήθηκε αλλάζοντας κάποια στοιχεία. Έτσι, τα παιδιά έκαναν το ίδιο με τον σπάγκο τεντωμένο και χαλαρό και με το παιδί σε κοντινή απόσταση και σε μακρινή. Η ερευνήτρια απηύθυνε ερωτήσεις όπως «Πότε ακούγεται πιο δυνατά;», «Πότε ακούγεται πιο γρήγορα;».

4.2.5 Η διάδοση του ήχου στα αέρια:

Στόχοι:

4. Να αναδειχθούν οι ιδέες των παιδιών για τη διάδοση του ήχου στα αέρια
5. Να διερευνηθούν οι απόψεις των παιδιών για τον αέρα

6. Να αντιληφθούν τον αέρα ως μέσο για τη διάδοση του ήχου
7. Να κάνουν συγκρίσεις με αναφορές στη διάδοση του ήχου στα υγρά, στα στερεά και στα αέρια

Περιγραφή δραστηριοτήτων:

Πρώτη δραστηριότητα:

Η ερευνήτρια προχώρησε σε μια ανακεφαλαίωση όσων έχουν ειπωθεί για τη διάδοση του ήχου στα υγρά και στα στερεά και στη συνέχεια ρώτησε τα παιδιά «πώς ακούγεται η φωνή μου μέσα στην τάξη;». Η ερώτηση έγινε με σκοπό να διερευνηθεί αν τα παιδιά έχουν αντίληψη του αέρα ως μέσου για τη διάδοση του ήχου καθώς και της υλικής υπόστασής του. Ανάλογα με τις απαντήσεις των παιδιών προχώρησε σε δραστηριότητα. Καθώς τα παιδιά είχαν αντίληψη της υλικής υπόστασης του αέρα, υλοποίησε μια δραστηριότητα προκειμένου τα παιδιά να είναι σε θέση να επεξηγούν τι κάνει ο αέρας και διαδίδεται ο ήχος. Για τις ανάγκες της δραστηριότητας χρησιμοποιήθηκε ένα μεταλλικό κουτί με καπάκι, μια διαφανή μεμβράνη, μικρά χαρτάκια και μια μεγάλη κουτάλα. Εξήγησε στα παιδιά ότι πρόκειται να καλύψει το ανοιχτό κουτί με μεμβράνη όπου πάνω της θα τοποθετούσε τα χαρτάκια και στη συνέχεια θα χτυπούσε με τη μεγάλη κουτάλα το καπάκι του κουτιού. Ζήτησε από τα παιδιά να κάνουν υποθέσεις και προβλέψεις για το τι θα συμβεί με τα χαρτάκια. Στη συνέχεια, υλοποίησε τη δραστηριότητα, τα παιδιά έλεγξαν αν οι υποθέσεις τους επαληθεύτηκαν και επιχειρηματολόγησαν για το ρόλο του αέρα.

4.2.6 Η διάδοση του ήχου στο κενό και η εισαγωγή της επιστημονικής ορολογίας

Στόχοι:

1. Να κάνουν χρήση της επιστημονικής ορολογίας και συγκεκριμένα των όρων «διάδοση», «υγρά, στερεά, αέρια» και «ο ήχος διαδίδεται»
2. Να παρουσιάζουν τη διάδοση του ήχου με διάφορους τρόπους
3. Να επιχειρηματολογούν για τη διάδοση του ήχου στο κενό
4. Να τεκμηριώνουν με βάση τις γνώσεις τους γιατί ο ήχος δε διαδίδεται στο κενό με αναφορά στην έλλειψη μέσου διάδοσης.

Περιγραφή δραστηριοτήτων:

Πρώτη δραστηριότητα:

Η ερευνήτρια με συζήτηση ανακεφαλαίωσε ό,τι έχει ειπωθεί για το ταξίδι του ήχου και σε αυτό το σημείο εισήγαγε την επιστημονική ορολογία μέσω των όρων «διάδοση», «υγρά, στερεά, αέρια» και «ο ήχος διαδίδεται». Κάλεσε τα παιδιά να περιγράψουν εμπειρίες τους σχετικές με τη διάδοση του ήχου και κατέγραψε αν έγινε χρήση της επιστημονικής ορολογίας ή όχι.

Δεύτερη δραστηριότητα:

Η ερευνήτρια κάλεσε τα παιδιά να αναπαραστήσουν με όποιο τρόπο επιθυμούν τη διάδοση του ήχου εργαζόμενα μέσα στις ομάδες. Τα παιδιά επέλεξαν τη δραματοποίηση και την αφήγηση και παρουσίασαν τη διάδοση. Στη συνέχεια, τα παιδιά περιέγραψαν τη διάδοση και εξήγησαν τι συμβαίνει κατά τη διάδοση στα υγρά, στερεά και αέρια.

Τρίτη δραστηριότητα:

Η ερευνήτρια έθεσε το ερώτημα «Ακούμε στο διάστημα;» με στόχο να διερευνήσει τις απόψεις των παιδιών και να ελέγξει αν έχουν αντιληφθεί το ρόλο του μέσου στη διάδοση. Μετά τη διατύπωση των απόψεων των παιδιών και την υλοποίηση ενός μικρού debate όπου τα παιδιά επιχειρηματολόγησαν, η ερευνήτρια πρόβαλε ένα βίντεο που παρουσίαζε τη διάδοση του ήχου στο κενό. Τα παιδιά περιέγραψαν τι είδαν στο βίντεο και εξήγησαν με βάση όσα ήδη γνώριζαν γιατί δεν ακούγεται ο ήχος στο κενό.

Τέταρτη δραστηριότητα

Τα παιδιά με παρότρυνση της ερευνήτριας συζήτησαν στις ομάδες για τη διάδοση του ήχου και συμπλήρωσαν ένα σχετικό φύλλο εργασίας με ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής (Βλ. Παράρτημα, σελ. 138).

4.2.7 Ανάκλαση του ήχου- Ηχώ

Στόχοι:

1. Να αναδειχθούν οι ιδέες και οι εμπειρίες των παιδιών για την ηχώ
2. Να περιγράφουν τα παιδιά το φαινόμενο της ηχούς μέσα από τις εμπειρίες
3. Να αναφέρουν τις συνθήκες όπου παρατηρείται η ηχώ
4. Να καταλήγουν σε συμπεράσματα αναφορικά με τις προϋποθέσεις που πρέπει να ισχύουν για να παρατηρηθεί το φαινόμενο της ηχούς

Περιγραφή δραστηριοτήτων:

Πρώτη δραστηριότητα:

Η ερευνήτρια διάβασε στην τάξη το μύθο για την Ηχώ και ακολούθησε συζήτηση με βασικό ερώτημα «Τι θέλησαν να εξηγήσουν οι αρχαίοι με αυτό το μύθο;». Αρχικά, έγιναν κάποιες ερωτήσεις κατανόησης για τον μύθο που διαβάστηκε και έπειτα τα παιδιά ανέφεραν αν έχουν εμπειρίες σχετικές με την ηχώ. Η συζήτηση επεκτάθηκε και σε πιθανές εξηγήσεις του φαινομένου με βάση όλα όσα έμαθαν μέχρι τώρα αλλά και τις προσωπικές τους εμπειρίες. Τα παιδιά διατύπωσαν τα συμπεράσματά τους για το φαινόμενο της ηχούς.

4.2.8 Ανάκλαση του ήχου στα στερεά:

Στόχοι:

- Να αναδειχθούν οι ιδέες των παιδιών για την ανάκλαση στα στερεά
- Να περιγράφουν το φαινόμενο της ανάκλασης στα στερεά
- Να κατανοούν τι συμβαίνει όταν ο ήχος αλληλεπιδρά με υλικά που έχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά
- Να χρησιμοποιούν την κατάλληλη ορολογία «ανάκλαση» και «ανακλάται»

Περιγραφή δραστηριοτήτων:

Πρώτη δραστηριότητα:

Η ερευνήτρια κάλεσε τα παιδιά να εξηγήσουν και να αποδείξουν μέσω μιας πειραματικής κατάστασης την ανάκλαση του ήχου απαντώντας στην ακόλουθη ερώτηση: «πώς ακούγεται η φωνή της εκπαιδευτικού μέσα στην τάξη και τι συμβαίνει όταν τα παράθυρα είναι ανοιχτά και όταν είναι κλειστά;».

Πάνω στα θρανία είχαν διαθέσιμα διάφορα αντικείμενα όπως ρολόι, μεταλλικά κουτιά, μεγάλο κουτί με ανοιγοκλεινόμενο καπάκι, ποτήρια πλαστικά, κουτάλια. Η ερευνήτρια μέσω ερωτήσεων ανέδειξε τις κατακτημένες γνώσεις και δεν κατήθυνε τα παιδιά. Τα παιδιά σχεδίασαν την εξήγηση της ανάκλασης του ήχου με συζήτηση μέσα στην ομάδα.

Δεύτερη δραστηριότητα:

Τα παιδιά εξήγησαν το φαινόμενο της ανάκλασης του ήχου υλοποιώντας μια δραστηριότητα και έτσι επέστρεψαν στην αρχική ερώτηση της ερευνήτριας. Η ερευνήτρια εισήγαγε την ανάλογη ορολογία «ανάκλαση του ήχου» και «ο ήχος ανακλάται». Η συζήτηση συνεχίστηκε με την εξήγηση της κατάστασης και τεκμηρίωσης της άποψής τους στις περιπτώσεις που τα παράθυρα είναι ανοικτά και τα παράθυρα είναι κλειστά.

4.2.9 Απορρόφηση του ήχου στα στερεά:

Στόχοι:

- Να αναδειχθούν οι ιδέες των παιδιών για την απορρόφηση του ήχου
- Να περιγράφουν το φαινόμενο της απορρόφησης στα στερεά
- Να αναγνωρίζουν χαρακτηριστικά των υλικών που απορροφούν τον ήχο
- Να διακρίνουν την ολική και τη μερική απορρόφηση στα στερεά
- Να αναγνωρίζουν τα ηχομονωτικά υλικά
- Να χρησιμοποιούν την κατάλληλη ορολογία «απορρόφηση» και «απορροφάται»

Περιγραφή δραστηριοτήτων:

Πρώτη δραστηριότητα:

Η ερευνήτρια έθεσε μια προβληματική κατάσταση στα παιδιά και τα κάλεσε να κάνουν τις προτάσεις για την επίλυση του προβλήματος τεκμηριώνοντας τις απόψεις τους. Η προβληματική κατάσταση που έθεσε η ερευνήτρια ήταν η ακόλουθη:

«Δυσκολεύομαι να κοιμηθώ το βράδυ όταν ακούγεται ο χτύπος του ρολογιού. Όμως χρειάζομαι το ρολόι στο δωμάτιο για να βλέπω την ώρα το πρωί. Υπάρχει κάποιος τρόπος να έχω το ρολόι στο δωμάτιο και να μην ακούω τον ήχο;»

Η ερευνήτρια μαζί με το ρολόι έφερε στην τάξη διάφορα υλικά τα οποία τα παιδιά μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν προκειμένου να λύσουν την προβληματική κατάσταση. Τα υλικά αυτά ήταν: σφουγγάρι, βιβλίο, χαρτί, πετσέτα, ύφασμα, φελιζόλ, μεταλλικό κουτί. Τα παιδιά έκαναν προτάσεις για την επίλυση του προβλήματος και έγινε συζήτηση για κάθε πρόταση. Τέθηκε επίσης το θέμα ολικής και μερικής απορρόφησης ενώ παράλληλα έγιναν ερωτήσεις που επικεντρώθηκαν στα

χαρακτηριστικά των υλικών όπως π.χ. πορώδη, σκληρά, μαλακά, λεία, με μεγάλο πάχος, λεπτά και τη σχέση που έχουν τα χαρακτηριστικά αυτά με την απορρόφηση.

Δεύτερη δραστηριότητα:

Η ερευνήτρια εισήγαγε την ορολογία που χρησιμοποιείται για το συγκεκριμένο φαινόμενο: «απορρόφηση» και «ο ήχος απορροφάται». Ζήτησε από τα παιδιά να εξηγήσουν το φαινόμενο αυτό με βάση την προηγούμενη δραστηριότητα και τις προσωπικές τους εμπειρίες. Διερευνήθηκε αν η χρήση του όρου συνέβαλε θετικά στις εξηγήσεις που έδωσαν τα παιδιά.

Τρίτη δραστηριότητα:

Η ερευνήτρια κάλεσε τα παιδιά να σκεφτούν καταστάσεις όπου υπάρχει μερική και ολική απορρόφηση και να εξηγήσουν τα υλικά που επιλέγονται.

Κεφάλαιο 5^ο: Ανάλυση ευρημάτων

5.1 1^ο διδακτικό επεισόδιο: Η φύση του ήχου:

Η πρώτη παρέμβαση είχε ως κύριο στόχο τη διερεύνηση των ιδεών των παιδιών της τάξης για την έννοια και τη φύση του ήχου.

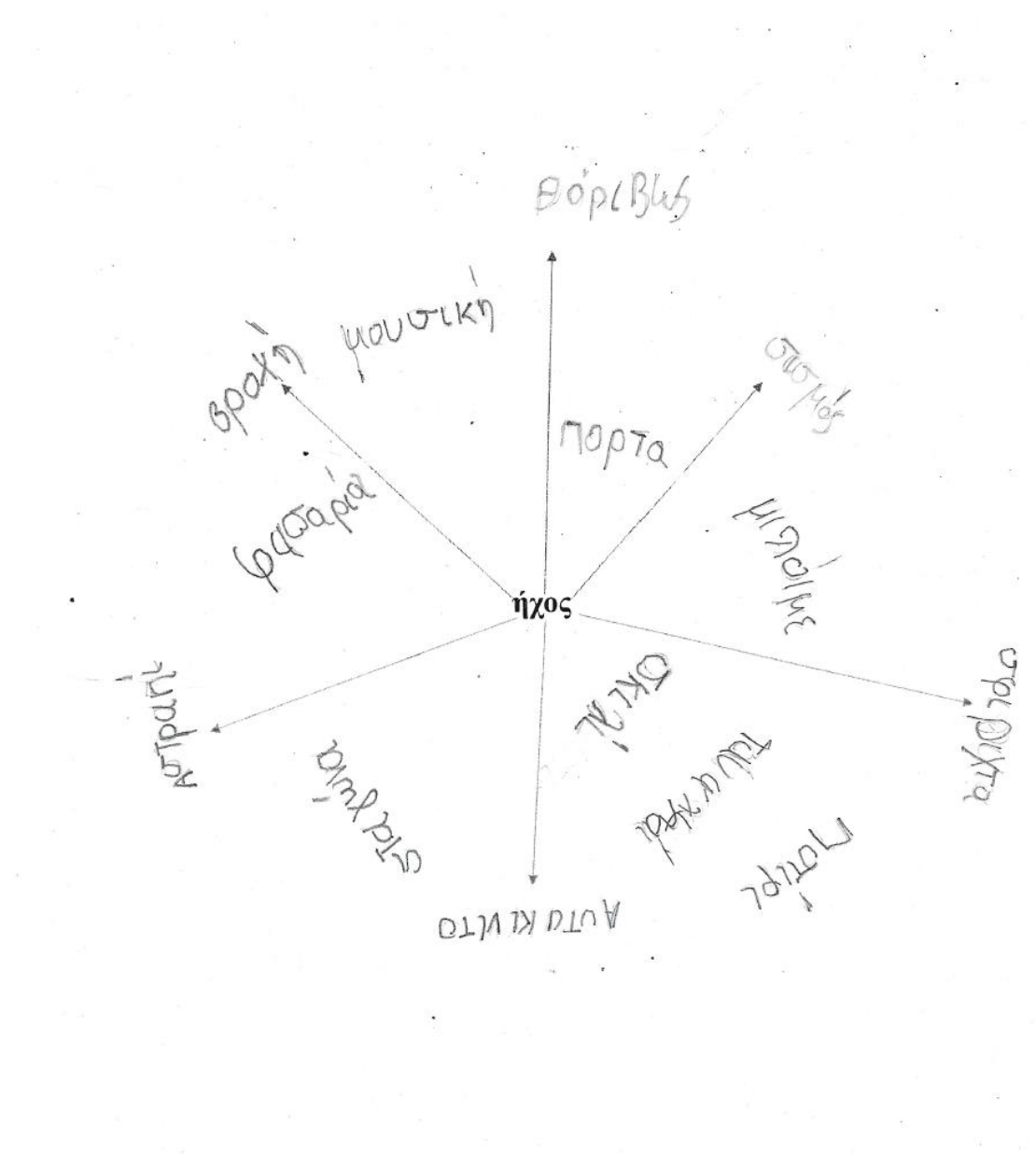
Για τη διερεύνηση των απόψεων, έγινε χρήση της τεχνικής του καταιγισμού ιδεών, ο οποίος σε πρώτη φάση έγινε σε επίπεδο ομάδων κάνοντας χρήση ενός φύλλου εργασίας (Βλέπε παράρτημα, σελ. 135). Η κάθε ομάδα κατέγραψε τις ιδέες της στο φύλλο εργασίας και στη συνέχεια αυτές παρουσιάστηκαν στην ολομέλεια της τάξης και καταγράφηκαν στον πίνακα της τάξης με βάση ένα βασικό κριτήριο που συζητήθηκε με τα παιδιά στην τάξη. Το κριτήριο που τέθηκε ήταν:

- Λέξεις ή φράσεις που είναι σχετικές με τον ήχο

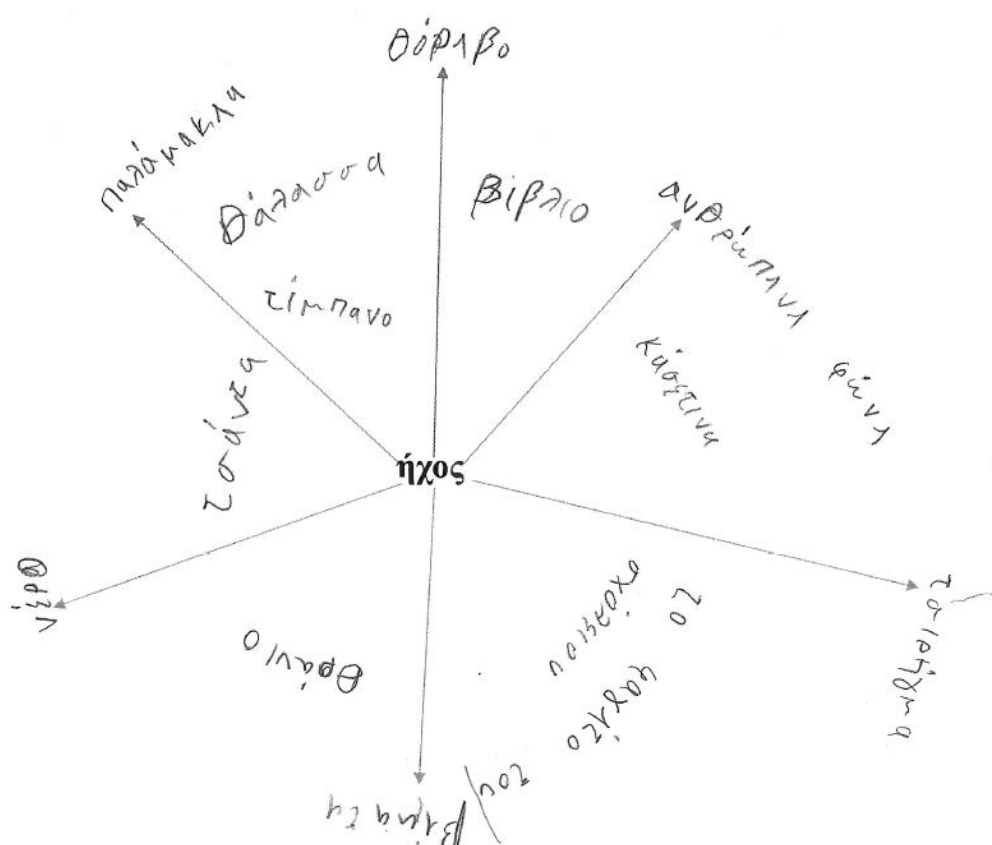
Επίσης, είναι σημαντικό να ειπωθεί πως είχαν δοθεί οδηγίες στα παιδιά για τη συμπλήρωση του φύλλου εργασίας. Σε όλες τις ομάδες παρατηρήθηκε πως τα παιδιά δεν έγραφαν μόνο στο τέλος από τα βέλη αλλά έγραφαν πάνω στις γραμμές και στον ενδιάμεσο χώρο ανάμεσα στα βέλη. Η ερευνήτρια και η παρατηρήτρια δεν προέβησαν σε διορθώσεις.

Αναλύοντας τα φύλλα εργασίας των ομάδων, διαπιστώνεται πως στις τρεις από τις πέντε ομάδες τα παιδιά σημείωσαν στο φύλλο εργασίας λέξεις που κατά κύριο λόγο ήταν αντικείμενα όπως ποτήρι, αυτοκίνητο, σκυλί ή ένα είδος ήχων όπως φασαρία, μουσική, θόρυβος (Βλέπε εικόνα 1 και εικόνα 2). Αντίθετα, σε δύο ομάδες μαθητών, οι ιδέες και σκέψεις των παιδιών ήταν πιο περιγραφικές και αναφέρονται σε αλληλεπιδράσεις αντικειμένων.

Εικόνα 1 Ιδέες- σκέψεις της πρώτης ομάδας

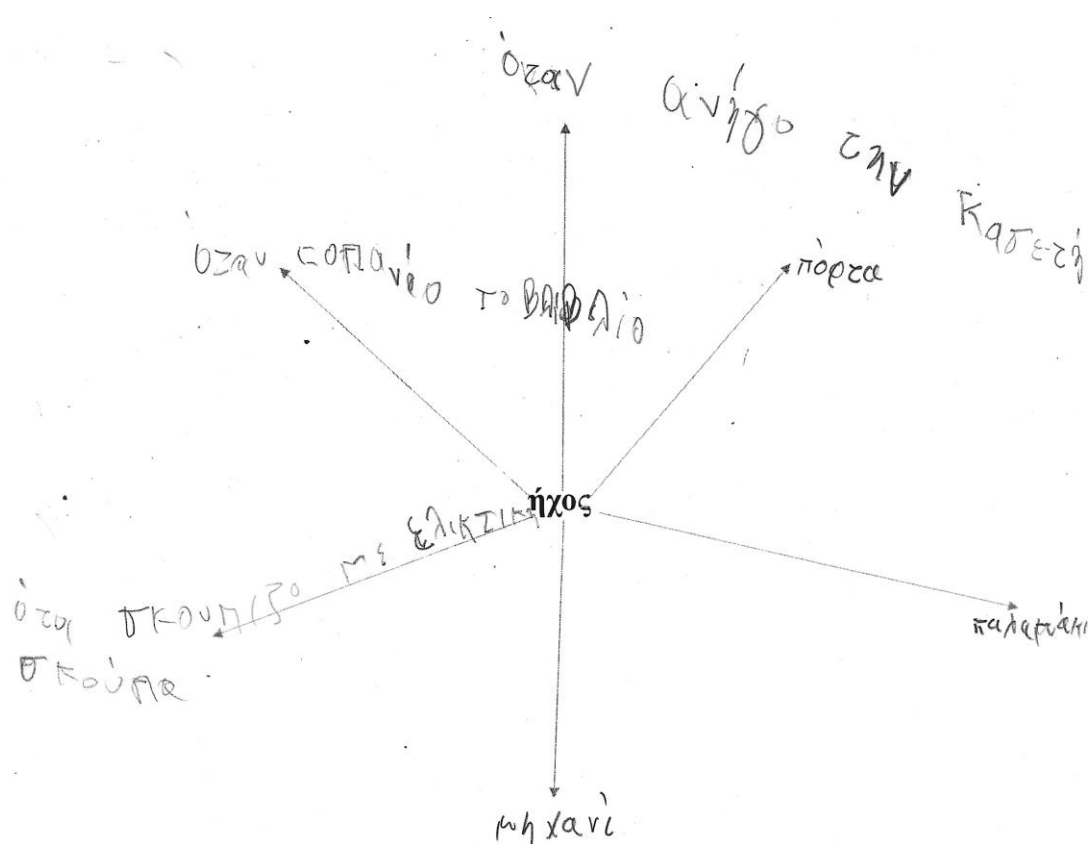


Εικόνα 2 Ιδέες Σκέψεις 2η ομάδα



Στις άλλες δύο ομάδες παιδιών, οι σημειώσεις ήταν πιο περιγραφικές και αναφέρονται σε δράσεις επί αντικειμένων. Χαρακτηριστικά καταγράφουν «όταν σκουπίζω με ηλεκτρική σκούπα» ή «όταν ανοίγω την κασετίνα» ή «όταν κοπανάω το βιβλίο» (βλ. Εικόνα 2). Σύμφωνα με τις σημειώσεις της παρατηρήτριας, οι δύο ομάδες παιδιών ξεκίνησαν να γράφουν τόσο μεμονωμένες λέξεις όπως «πόρτα» αλλά άμεσα έγραψαν και φράσεις ώστε να συμπεριλαμβάνεται η αλληλεπίδραση. Επίσης, η παρατηρήτρια επεσήμανε πως μέσα στη μία από τις δύο ομάδες, υπήρχε συζήτηση και επιχειρηματολογία από τα μέλη πως ένα αντικείμενο από μόνο του δεν «έχει» ήχο. Η συζήτηση αυτή πιθανόν επηρέασε και τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας. Για τον λόγο αυτό, το φύλλο εργασίας τους περιλαμβάνει τόσο λέξεις όσο και φράσεις.

Εικόνα 3 Απαντήσεις τέταρτης ομάδας



Από τις αναφορές όλων των ομάδων σε ιδιαίτερους ήχους, «τσιρίδες», «φασαρία», «μουσική» κλπ, φαίνεται ότι τα παιδιά αντιλαμβάνονται διαφορές σε ήχους με βάση χαρακτηριστικά του ήχου όπως το ηχόχρωμα και την ένταση, χωρίς βέβαια να αναφέρουν αυτές τις διαφορές ρητά. Αυτό μπορεί να ερμηνευτεί ως μια δυνατότητα των παιδιών να διαχωρίζουν τους ήχους και να τους ταξινομούν με βάση κάποια χαρακτηριστικά τους. Ωστόσο, φαίνεται να κυριαρχεί ο διαχωρισμός σε έντονους ήχους που ενοχλούν και σε ευχάριστους ήχους που δεν ενοχλούν.

Στην επόμενη φάση, ο καταιγισμός ιδεών συνεχίστηκε σε επίπεδο ολομέλειας με παρουσίαση από τις ομάδες των λέξεων/φράσεων που σημείωσαν και ταυτόχρονη εφαρμογή μέσω συζήτησης του κριτηρίου που τέθηκε και εξ αρχής για τη συμπλήρωση του φύλλου «έχει σχέση αυτή η λέξη με τον ήχο;». Όσες λέξεις αποφασίζοταν ότι πληρούσαν το κριτήριο καταγραφόταν στον πίνακα της τάξης. Πιο αναλυτικά, παρατηρήθηκε πως αρχικά καταγράφηκαν μόνο λέξεις που αντιστοιχούσαν σε

αντικείμενα ικανά να παράγουν ήχο, όπως «κουκουβάγια», «τύμπανο», «σκούπα ηλεκτρική» (βλ. εικόνα 4 με μπλε βέλη) δηλαδή αναφέρονταν σε ηχητικές πηγές. Από τις σημειώσεις των ομάδων και από τις παρατηρήσεις της ερευνήτριας φαίνεται πως η παρουσίαση των λέξεων άρχισε από τις τρεις ομάδες που είχαν αναφερθεί μόνο σε αντικείμενα που παράγουν ήχους και δεν συζητήθηκε η σχέση τους με τον ήχο. Η παρατηρήτρια επιβεβαίωσε πως η παρουσίαση είχε αυτή τη σειρά. Μέχρι εκείνη τη στιγμή, οι σκέψεις που κατέγραφαν τα παιδιά έδειχναν πως τα παιδιά όταν σκέφτονται κάτι σχετικό με τον ήχο αναφέρονται σε υλικά αντικείμενα δηλαδή να σκέφτονται τον ήχο ως υλική οντότητα, κάτι που συμφωνεί με τα όσα αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία. Επομένως, είναι πιθανόν να αποδίδουν στον ήχο τα χαρακτηριστικά ενός υλικού αντικειμένου αφού σε πολλές περιπτώσεις αναφέρουν ένα αντικείμενο που δυνητικά μπορεί να αποτελέσει ηχητική πηγή ως ήχο. Αυτό μπορεί να ερμηνευτεί ως ταύτιση του αντικειμένου με τον ήχο, δηλαδή ταύτιση της ηχητικής πηγής με τον ήχο.

Το έναυσμα για την έναρξη της συζήτησης δόθηκε όταν ο Παναγιώτης, εκπρόσωπος της ομάδας Δ, είπε τη λέξη «βάζο». Ο Χρήστος, μέλος της ίδιας ομάδας παρενέβη λέγοντας «από μόνο του το βάζο δεν κάνει ήχο» (σημείωση: μόνο ο λόγος των παιδιών μίας ομάδας καταγράφηκε και άρα στις περισσότερες περιπτώσεις, όπως και σε αυτή, η απόδοση δεν είναι αυτολεξεί αλλά προκύπτει από τις σημειώσεις της ερευνήτριας και της παρατηρήτριας). Η παρέμβαση του Χρήστου οδήγησε τον Παναγιώτη να επιχειρηματολογήσει και να υποστηρίξει την άποψή του για το βάζο – σε συμφωνία με το κριτήριο της σχέσης του με τον ήχο - θέτοντας το «βάζο» σε ένα πλαίσιο αλληλεπίδρασης με άλλο αντικείμενο: «το βάζο που πέφτει κάτω και σπάει, αυτό κάνει ήχο». Η ολομέλεια της τάξης συμφώνησε για την σχέση του «βάζου που πέφτει και σπάει» με τον ήχο και καταγράφηκε στον πίνακα (βλ. εικόνα 4 τα καφέ βέλη). Η παρατηρήτρια στις σημειώσεις της αναφέρει πως παρόμοια συζήτηση προηγήθηκε προηγουμένως μέσα σε αυτή την ομάδα όπου πάλι ο Χρήστος είχε επισημάνει στον Παναγιώτη να αναφέρει αντικείμενα στο πλαίσιο της αλληλεπίδρασης.

πιθανότητα, τα παιδιά να αντιλαμβάνονται τον ήχο και το φαινόμενο της παραγωγής τους ως μια ιδιότητα των σωμάτων που εκδηλώνεται υπό προϋποθέσεις.

Πίνακας 1 Παραδείγματα καταγεγραμμένων από τις ομάδες λέξεων και της διαμόρφωσής τους σε προτάσεις πριν και μετά τη συζήτηση, αντίστοιχα

<u>Σημειώσεις από τις ομάδες</u>	<u>Καταγραφές στον πίνακα</u>
Μηχανάκι	Το μπωλ όταν το χτυπάμε
βάζο	Το βάζο που σπάει
Ανθρώπινη φωνή	Ποτήρι όταν σπάει
μαράκα	Κλειστό ποτήρι όταν το κουνάμε
Θόρυβος	Τηλέφωνο όταν χτυπάει
τύμπανο	Η κυρία όταν φοράει τακούνια

5.2 2^ο διδακτικό επεισόδιο: χαρακτηριστικά του ήχου:

Στη δεύτερη παρέμβαση, βασική επιδίωξη ήταν να αναδειχθούν οι ιδέες των παιδιών αναφορικά με τα χαρακτηριστικά του ήχου και ειδικότερα τη συχνότητα και την ένταση. Αρχικά, η ερευνήτρια απηύθυνε ερωτήσεις στα παιδιά με σκοπό να ανακεφαλαιωθούν όσα συζητήθηκαν στο προηγούμενο μάθημα και αφορούσαν την έννοια του ήχου. Έτσι, έγινε μια συζήτηση μέσα στην τάξη όπου με βάση όσα ειπώθηκαν από τα παιδιά και καταγράφηκαν στις παρατηρήσεις της ερευνήτριας και της παρατηρήτριας, προέκυψαν τρία στοιχεία. Πρώτα από όλα, τα παιδιά στην προφορική τους συζήτηση όταν αναφέρονται σε ήχους δεν αναφέρουν μόνο ένα αντικείμενο που δυνητικά μπορεί να παράξει ήχο και να λειτουργήσει ως ηχητική πηγή. Αυτό σημαίνει πως πιθανόν δεν αντιλαμβάνονται τον ήχο ως μια υλική οντότητα, ως ιδιότητα που αποδίδεται σε ένα αντικείμενο ή ως ένα χαρακτηριστικό ενός αντικειμένου. Επομένως, δεν έχουν αντίληψη του ήχου ως υλικής οντότητας. Αντίθετα, αναφέρουν τον ήχο μέσα στο πλαίσιο μιας αλληλεπίδρασης με άλλα υλικά ή ως αποτέλεσμα μιας δράσης. Αυτή η διαπίστωση επιβεβαιώνεται και από τις σημειώσεις

της παρατηρήτριας όπου αναφέρεται πως τα παιδιά δεν χρησιμοποίησαν μονολεκτικές απαντήσεις ακόμα κι όταν πρόκειται για μουσικά όργανα. Αυτό μπορεί να ερμηνευτεί ως γνώση ότι δυνητικά τα αντικείμενα μπορούν να αποτελέσουν ηχητική πηγή και να παράξουν ήχο.

Με βάση τις σημειώσεις της παρατηρήτριας, κάποιες απαντήσεις των παιδιών αποδεικνύουν πως τα παιδιά διαχωρίζουν τον ήχο από την ηχητική πηγή. Ειδικότερα, ο Χρήστος ανέφερε τη μαράκα που βγάζει ήχο, κάνει μουσική όταν την κουνάμε. Επίσης, ο Γιώργος υποστήριξε πως η πόρτα βγάζει ήχο, θόρυβο όταν κλείσει απότομα από τον αέρα ή όταν χτυπήσει κάποιος το χέρι του. Τα παιδιά ανέφεραν κι άλλα παραδείγματα: χτυπώ τα χέρια μου και κάνω παλαμάκια και ακούγονται, η βροχή που πέφτει πάνω στη σκεπή.

Το δεύτερο στοιχείο που προέκυψε είναι πως τα παιδιά προβαίνουν σε μια άτυπη κατηγοριοποίηση των ήχων με βάση ένα από τα χαρακτηριστικά του ήχου, την ένταση. Συγκεκριμένα, κατά τη συζήτηση παρατηρήθηκε πως τα παιδιά τοποθετούν στην κατηγορία των ήχων τη φασαρία και τη μουσική, τις τσιρίδες και τα τραγούδια αλλά και το αυτοκίνητο που γκαζώνει. Διαφορετικά παιδιά ανέφεραν τις παραπάνω λέξεις και όχι ως αντιθετικά ζεύγη. Έτσι, τέθηκε μια ερώτηση από την ερευνήτρια για τον εντοπισμό τυχόν διαφορών ανάμεσα σε αυτά. Τα παιδιά ανέφεραν πως κάποιοι ήχοι είναι πολύ δυνατοί και μπορεί να γίνουν ενοχλητικοί. Επίσης, ανέφεραν πως κάποιοι ήχοι είναι πιο χαμηλοί όπως η μουσική. Σε διευκρινιστική ερώτηση της ερευνήτριας αν η μουσική μπορεί να είναι και δυνατή, τα παιδιά απάντησαν πως η μουσική μπορεί να γίνει δυνατή. Με βάση τις απαντήσεις τους, που επιβεβαιώνονται και μέσα από τις σημειώσεις της παρατηρήτριας φάνηκε πως τα παιδιά στο σύνολο των ομάδων αναγνωρίζουν ένα από τα χαρακτηριστικά του ήχου, την ένταση και διακρίνουν τους ήχους σε «δυνατούς» και «χαμηλούς». Μάλιστα, κάνουν χρήση του όρου «ένταση» όταν με ερώτηση της ερευνήτριας ζητήθηκε να προσδιορίσουν πώς γίνεται αυτό στην καθημερινότητά τους. Χαρακτηριστικά, τα παιδιά ανέφεραν πως για να αυξήσουν την ένταση πατάνε το σχετικό κουμπί που συνήθως αντιστοιχεί στο σύμβολο + στον υπολογιστή, στο κινητό, την τηλεόραση, το τάμπλετ και στον βιντεοπροβολέα της τάξης. Αντίστοιχα, όταν δεν θέλουν κάτι να ακούγεται δυνατά ή είναι μεσημέρι και δε θέλουν να ενοχλήσουν τους άλλους, χαμηλώνουν την ένταση ή το volume ή πατάνε το -. Ωστόσο, δεν υποστήριξαν πως όλοι οι δυνατοί ήχοι είναι ενοχλητικοί. Έτσι, με βάση τις παρατηρήσεις της ερευνήτριας, τα παιδιά αναφέρονται και στο ηχόχρωμα ως

χαρακτηριστικό των ήχων, το οποίο το διακρίνουν από την ένταση. Δηλαδή, τα παιδιά κατηγοριοποιούν τους ήχους με βάση της έντασης και με βάση ένα υποκειμενικό στοιχείο που έχει να κάνει με την ενόχληση που μπορεί να προκαλέσει ένας ήχος. Τέλος, δεν υπάρχει αναφορά στα παραδείγματα των παιδιών που να σχετίζεται με το ύψος του ήχου. Δεν κατέστη δυνατό μέσα από την ανάλυση των απαντήσεων να αποσαφηνιστεί αν τα παιδιά αυτής της ηλικίας έχουν αντίληψη του χαρακτηριστικού του ύψους του ήχου. Πιθανόν να κρίνουν έναν ήχο ως ενοχλητικό ή μη με βάση το χαρακτηριστικό του ύψους αλλά αυτό δεν προκύπτει από τη συζήτηση και τις σκέψεις που διατύπωσαν τα παιδιά. Επίσης, δεν υπάρχει αναφορά από τα παιδιά στο μήνυμα που μπορεί να έχει ή να μην έχει ένας ήχος.

Το τρίτο στοιχείο που αναδείχθηκε με βάση τις απαντήσεις είναι ότι τα παιδιά δεν έχουν πιθανόν αντίληψη της συχνότητας ως ενός από τα χαρακτηριστικά του ήχου. Ειδικότερα, τα παιδιά αναφέρθηκαν σε εμπειρίες που έχουν από τα ζώα που έχουν στο σπίτι. Συγκεκριμένα, μέσα στο πλαίσιο της διαλογικής συζήτησης, τα παιδιά ανέφεραν ότι τα ζώα (σκύλοι και γάτες) που έχουν στο σπίτι σηκώνουν τα αυτιά τους και δείχνουν να ακούνε κάτι την ίδια στιγμή που οι άνθρωποι δεν ακούνε κάτι. Με βάση τις σημειώσεις της παρατηρήτριας, τα παιδιά ανέφεραν πως τα ζώα ακούνε ήχους που οι άνθρωποι δεν ακούνε. Επίσης, η ερευνήτρια κατέγραψε σε δύο απαντήσεις παιδιών πως τα παιδιά έχουν αντίληψη ότι υπάρχουν ήχοι που ακούγονται από το ανθρώπινο αυτί και κάποιοι που δεν ακούγονται. Ειδικότερα, σε δύο απαντήσεις παιδιών υπήρχε αναφορά σε υπερηχητικά αεροπλάνα καθώς και σε εξέταση γιατρού με υπέρηχο. Επομένως, μια άλλη άτυπη κατηγοριοποίηση στη οποία προβαίνουν έχει να κάνει με τη συχνότητα. Ωστόσο, δεν έκαναν χρήση του συγκεκριμένου όρου αφού πιθανότατα δεν τον γνωρίζουν. Παρόλα αυτά, γνώριζαν και ανέφεραν τον όρο «υπέρηχο» αλλά όχι τον όρο «υπόηχο». Μια ερμηνεία που προκύπτει είναι πως η χρήση των όρων δεν έχει αποσαφηνιστεί από τα παιδιά αυτής της ηλικίας και βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στις εμπειρίες που έχουν αποκτήσει. Έχουν άμεση εμπειρία μέσα από παρατήρηση των ζώων συντροφιάς στο περιβάλλον τους αλλά δεν προβαίνουν σε περεταίρω εξηγήσεις πέρα από την ερμηνεία ότι υπάρχουν ήχοι που οι άνθρωποι δεν «ακούνε». Δεν προβαίνουν σε κάποιες εξηγήσεις για το γεγονός αυτό ούτε αναρωτήθηκαν κατά τη διάρκεια της συζήτησης γιατί συμβαίνει αυτό με τα ζώα. Φάνηκε πως αποδέχονται πως συμβαίνει. Η παρατηρήτρια κατέγραψε πως ο Χρήστος ανέφερε πως αυτό γίνεται γιατί το έχει δει στο σκύλο του. Επίσης, σε καμία απάντηση δεν ακούστηκε ο όρος

«συχνότητα». Αναφορικά με τον όρο «υπέρηχο» αναγνωρίζουν ότι εμπεριέχει τη λέξη «ήχο» και έχουν εμπειρία από σχετική εξέταση. Δεν προβαίνουν σε εξηγήσεις και ερμηνεία για την εξέταση αυτή. Ανέφεραν ως πιο γνωστή την εξέταση μιας γυναίκας που είναι εγκυμονούσα και ο γιατρός με αυτή την εξέταση μπορεί να «δει» το μωρό. Συνέδεσαν τον υπέρηχο με το μηχανήμα μέσω του οποίου πραγματοποιείται η εξέταση. Πιθανότατα, καθώς πολλά παιδιά της τάξης είχαν μικρότερα αδέρφια είχαν εμπειρία από τον υπέρηχο ή είχαν ακούσει για τη σχετική εξέταση. Ωστόσο, είχαν πολύ περιορισμένη κατανόηση του όρου.

Τέλος, σε αυτή τη συζήτηση, τα παιδιά ανέφεραν ότι ακούν ήχους κάτω από το νερό. Ειδικότερα, ανέφεραν ότι όταν κάνουν βουτιές και μένουν κάτω από το νερό μπορούν να ακούσουν ήχους όπως τη μηχανή μιας βάρκας. Η συγκεκριμένη αναφορά χρησιμοποιήθηκε στο επόμενο διδακτικό επεισόδιο από την ερευνήτρια. Αποτέλεσε το έναυσμα για τον σχεδιασμό του επόμενου διδακτικού επεισοδίου καθώς τα παιδιά έκαναν αναφορά στη διάδοση του ήχου στο νερό. Παράλληλα, η επιλογή της ερευνήτριας για την επικέντρωση του επόμενου διδακτικού επεισοδίου στο φαινόμενο της διάδοσης στο νερό σχετίζεται και με την προσπάθειά της να αποσυνδέσει τη σκέψη των παιδιών ότι ο ήχος αποτελεί χαρακτηριστικό ενός συμβάντος. Με την επικέντρωση στο μέσο, που στην προκειμένη περίπτωση ήταν το νερό, βασική επιδίωξη ήταν τα παιδιά να αντιληφθούν τη σημασία του μέσου και έτσι να διαχωρίσουν τον ήχο από ένα συμβάν ή γεγονός του αντικειμένου. Η ερευνήτρια με αυτό τον τρόπο θέλησε να προωθήσει της ιδέα πως ο ήχος έχει να κάνει με κάτι που εκπέμπεται και ταξιδεύει και να απομακρύνει τα παιδιά από την κυρίαρχη εναλλακτική ιδέα της υλικής οντότητας.

Μετά την ολοκλήρωση της συζήτησης δόθηκε ένα φύλλο εργασίας σε κάθε παιδί ως ένα είδος διαμορφωτικής αξιολόγησης της εξέλιξης των ιδεών τους με βάση το πρώτο μάθημα και τη συζήτηση. Το φύλλο εργασίας περιλάμβανε τρεις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής (Βλέπε παράρτημα, σελ. 136).

Η πρώτη ερώτηση διερεύνησε την αντίληψη που είχαν τα παιδιά για την έννοια του ήχου θέλοντας να ελέγξει αν μετά την πρώτη παρέμβαση τα παιδιά απέδιδαν χαρακτηριστικά ουσίας στον ήχο δηλαδή σκέφτονταν τον ήχο ως υλική οντότητα. Στην ερώτηση:

Μετά από όλα αυτά που συζητήσαμε, καταλάβαμε ότι

Α) Η Μαρία λέει ότι ήχο έχει η κιθάρα

Β) η Μπούνα λέει ότι οι ήχοι είναι ό,τι ακούμε

Γ) Ο Σωτήρης αναφέρει πως οι ήχοι είναι και τα τρυπάνια αλλά και το κομπρεσέρ.

Δ) Ο Θανάσης λέει ότι ήχο βγάζει ένα βάζο που σπάει.

Με ποιον συμφωνείτε;

Οι απαντήσεις των παιδιών διαμορφώθηκαν ως εξής (Βλέπε πίνακα 2):

Πίνακας 2 Απαντήσεις παιδιών στην 1η ερώτηση του φύλλο εργασίας

Απαντήσεις	Σύνολο απαντήσεων
Ήχο έχει η κιθάρα	0
Οι ήχοι είναι ό,τι φτάνει στο αυτί μας	2
Οι ήχοι είναι τα τρυπάνια και η κιθάρα	3
Ήχο βγάζει ένα βάζο που σπάει	16

Με βάση τις απαντήσεις, διαπιστώνεται πως η πλειοψηφία των παιδιών έχει αντίληψη πως ο ήχος δεν υπάρχει μέσα στα αντικείμενα αλλά ότι είναι αποτέλεσμα μιας αλληλεπίδρασης με άλλα υλικά ή αποτέλεσμα μιας δράσης. Αναγνωρίζουν επομένως πως δυνητικά κάποια αντικείμενα μπορούν να παράξουν ήχο. Ωστόσο, υπάρχουν τρεις απαντήσεις από το σύνολο των 22 παιδιών που δεν διαχωρίζουν τα αντικείμενα ως ηχητικές πηγές και φαίνεται ότι ταυτίζουν την έννοια του ήχου με το ίδιο το αντικείμενο. Φαίνεται λοιπόν πως παρότι έγινε το μάθημα και η συζήτηση στην ομάδα, η αρχική ιδέα των παιδιών ότι ο ήχος είναι εγγενές χαρακτηριστικό κάποιων αντικειμένων επιμένει σε κάποιο αριθμό παιδιών. Επομένως, υπάρχει περίπτωση κάποια από τα παιδιά να εξακολουθούν να αντιλαμβάνονται τον ήχο ως υλική οντότητα και να συνδέουν τον ήχο με την ηχητική πηγή. Πρόκειται επομένως για μια ιδέα των παιδιών που είναι ανθεκτική όπως αναφέρεται και στη βιβλιογραφία όπως επισημαίνεται από τους Driver et al. (2000).

Η δεύτερη ερώτηση διερεύνησε αν τα παιδιά αναγνωρίζουν την έννοια της έντασης και προχωρούν σε άτυπη ταξινόμηση με βάση αυτή. Οι απαντήσεις που περιλάμβανε το φύλλο εργασίας περιείχαν τον όρο «ένταση» καθώς τα παιδιά τον γνωρίζουν και τον

χρησιμοποιούν στην καθημερινότητά τους. Επίσης, οι σχετικές απαντήσεις που περιλάμβανε το φύλλο εργασίας στόχευαν στο να ελέγξουν αν τα παιδιά συνδέουν την ένταση με κάτι το ενοχλητικό και δυσάρεστο. Στην δεύτερη ερώτηση που ήταν η ακόλουθη:

Ένα χαρακτηριστικό του ήχου είναι η ένταση δηλαδή:

A) Η Μαρία λέει ότι τα μηχανάκια που είναι ενοχλητικά έχουν μεγάλη ένταση.

B) Η Μπρούνα λέει ότι η μουσική που είναι δυνατή έχει ένταση.

Γ) Ο Θανάσης λέει ότι όταν αυξήσουμε την ένταση ενός ήχου αυτός γίνεται πιο δυνατός. Μπορεί όμως να μην είναι πάντα ενοχλητικός.

Δ) Ο Σωτήρης λέει ότι η ένταση σημαίνει κάτι έντονο άρα πάντα ενοχλητικό.

Με ποιον συμφωνείτε;

Οι απαντήσεις που δόθηκαν συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα (Βλέπε Πίνακα 3):

Πίνακας 3 Απαντήσεις παιδιών στη 2η ερώτηση του φύλλου εργασίας

Απαντήσεις	Σύνολο απαντήσεων
Η Μαρία λέει ότι τα μηχανάκια που είναι ενοχλητικά έχουν μεγάλη ένταση.	1
Η Μπρούνα λέει ότι η μουσική που είναι δυνατή έχει ένταση	2
Ο Θανάσης λέει ότι όταν αυξάνουμε την ένταση ενός ήχου αυτός γίνεται πιο δυνατός. Μπορεί όμως να μην είναι πάντα ενοχλητικός.	19
Ο Σωτήρης λέει ότι η ένταση σημαίνει κάτι έντονο άρα πάντα ενοχλητικό.	0

Με βάση τις απαντήσεις, φαίνεται πως τα παιδιά αναγνωρίζουν την ένταση ως χαρακτηριστικό του ήχου, τη διαχωρίζουν από άλλα χαρακτηριστικά και κάνουν χρήση της κατάλληλης λέξης για να περιγράψουν την ένταση. Ταυτίζουν την ένταση με κάτι

«δυνατό» αλλά όχι πάντα «ενοχλητικό». Αυτό μπορεί να συμβαίνει γιατί τα παιδιά έχουν εμπειρία της αύξησης και της έντασης του ήχου στην καθημερινότητά τους μέσα από τη χρήση συγκεκριμένων πλήκτρων. Δεν προβαίνουν όμως σε αναλύσεις της έννοιας της έντασης ούτε αναφέρουν κάτι σχετικό με τη μέτρησή της. Δεν παρατηρήθηκε σε καμία συνομιλία αναφορά σε μέτρηση της έντασης και σε μονάδα μέτρησής της. Αυτό εξηγείται και από την μικρή ηλικία των παιδιών. Ωστόσο, στις απαντήσεις τους διακρίνεται πως πιθανότατα αναγνωρίζουν ένα υποκειμενικό χαρακτηριστικό του ήχου με βάση το οποίο κάποιοι ήχοι μπορεί να είναι ενοχλητικοί και άλλοι να μην είναι.

Η τρίτη ερώτηση διερεύνησε την αντίληψη που έχουν τα παιδιά σχετικά με τη συχνότητα. Ειδικότερα έγινε μια προσπάθεια με βάση τις απαντήσεις και τις εμπειρίες των παιδιών να διερευνηθούν αν και κατά πόσο τα παιδιά έχουν αντίληψη της συχνότητας. Ωστόσο, οι απαντήσεις που περιείχε το φύλλο εργασίας στηρίχθηκαν κατά κύριο λόγο στις εμπειρίες τους και δεν περιλαμβάνονταν απαντήσεις που να στοχεύουν στη διερεύνηση και ανάδειξη των γνώσεών του. Αυτό μπορεί να σημαίνει ότι οι απαντήσεις που έδωσαν τα παιδιά μπορεί να μην εκπροσωπούν πλήρως τις γνώσεις και τις ιδέες τους. Η ερώτηση αυτή περιλάμβανε εν μέρει λανθασμένες απαντήσεις που μπορεί να άσκησαν επίδραση και στις απαντήσεις των παιδιών. Η ερώτηση που κλήθηκαν τα παιδιά να απαντήσουν ήταν η ακόλουθη:

Κάποιες φορές έχω δει το σκύλο μου να γυρίζει ή να σηκώνει τα αυτιά του χωρίς να ακούγεται κάτι. Τι μπορεί να συμβαίνει;

A) Η Μαρία λέει πως ο σκύλος ακούει καλύτερα από τους ανθρώπους

B) Η Μπρούνα επιμένει πως δεν ακούγεται κάποιος ήχος αφού η ίδια δεν τον άκουσε με τα αυτιά της.

Γ) Ο Θανάσης λέει πως εμείς οι άνθρωποι δεν ακούμε όλους τους ήχους.

Δ) Ο Σωτήρης λέει πως τα σκυλιά και οι άνθρωποι ακούνε τους ίδιους ήχους.

Με ποιον συμφωνείτε;

Οι απαντήσεις των παιδιών διαμορφώθηκαν στη συγκεκριμένη ερώτηση ως εξής (Βλέπε Πίνακα 4):

Πίνακας 4 Απαντήσεις παιδιών στην 3η ερώτηση του φύλλου εργασίας

Απαντήσεις	Αριθμός απαντήσεων
Η Μαρία λέει πως ο σκύλος ακούει καλύτερα από τους ανθρώπους	1
Η Μπρούνα επιμένει πως δεν ακούγεται κάποιος ήχος αφού η ίδια δεν τον ακούει	0
Ο Θανάσης λέει πως εμείς οι άνθρωποι δεν ακούμε όλους τους ήχους	20
Ο Σωτήρης λέει πως τα σκυλιά και οι άνθρωποι ακούν τους ίδιους ήχους	1

Με βάση αυτά, διαπιστώνεται πως τα παιδιά αναγνωρίζουν πως υπάρχουν ήχοι που ακούγονται από τους ανθρώπους και ήχοι που ακούγονται από τα ζώα. Χαρακτηριστικά τα παιδιά ανέφεραν πως έχουν δει τον σκύλο τους να σηκώνει τα αυτιά του ενώ τα ίδια δεν ακούνε κάτι. Παρόμοια με βάση τις σημειώσεις τη παρατηρήτριας, τα παιδιά ανέφεραν πως οι γάτες γυρίζουν τα αυτιά τους ενώ δεν ακούγεται κάποιος ήχος από τα ίδια. Η ερευνήτρια με βάση τα παραπάνω θεωρεί πως τα παιδιά πιθανώς αναγνωρίζουν την έννοια της συχνότητας. Σε διευκρινιστική ερώτηση της ερευνήτριας για το τι μπορεί να συμβαίνει, τα παιδιά επιβεβαίωσαν το γεγονός ότι τα ζώα αντιδρούν σε κάτι που είναι ήχος που οι άνθρωποι δεν μπορούν να ακούσουν. Επέμειναν στα όσα έχουν τα ίδια παρατηρήσει και δεν έδωσαν εξηγήσεις, πιθανότατα γιατί δεν διαθέτουν τέτοιες γνώσεις.

Η ερευνήτρια διατηρεί τις επιφυλάξεις της ότι τα παιδιά αναγνωρίζουν τη συχνότητα καθώς τα παιδιά δεν ανέφεραν τον όρο «συχνότητα» πιθανώς γιατί δεν τον γνωρίζουν ενώ παράλληλα οι απαντήσεις τους μπορεί απλά να συσχετίζονται με τις προσωπικές τους εμπειρίες ή με αυτό που πιθανολογούν ότι συμβαίνει. Ωστόσο, αφού τα 20 από τα 22 παιδιά συμφωνούν με την άποψη του Θανάση πως εμείς οι άνθρωποι δεν ακούμε όλους τους ήχους, αυτό μπορεί να ερμηνευτεί ως αντίληψη από τα παιδιά έχουν πως υπάρχουν ήχοι που δεν γίνονται αντιληπτοί από το ανθρώπινο αυτί. Δεν παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια της συζήτησης, τα παιδιά να απορούν γιατί συμβαίνει αυτό. Δεν

προχώρησαν σε τέτοιες ερωτήσεις αλλά κυρίως αφηγήθηκαν παρόμοιες εμπειρίες επικεντρωμένες στα κατοικίδια ζώα. Επομένως, ο ήχος για τα παιδιά της παρούσας έρευνας αφορά την ακοή και σχετίζεται άμεσα με αυτή αλλά η ακοή δεν αποτελεί το μοναδικό στοιχείο που ορίζει τον ήχο. Αντίθετα, αναγνωρίζεται από τα παιδιά αυτής της ηλικίας ότι υπάρχουν ήχοι που δεν γίνονται αντιληπτοί από τους ανθρώπους. Δεν δίνεται ωστόσο καμία εξήγηση για το γεγονός ότι οι άνθρωποι ακούνε κάποιους ήχους και κάποιους άλλους δεν τους ακούνε. Μια πιθανή ερμηνεία για τις απαντήσεις των παιδιών έχει να κάνει με τη λαθεμένη διατύπωση των απαντήσεων. Μια άλλη πιθανή ερμηνεία αναφέρεται στη δυσκολία που έχουν τα παιδιά να αντιληφθούν την συχνότητα σε αυτή την ηλικία καθώς συναντούν δυσκολίες στην κατανόηση του ήχου με την κυματική του φύση.

5.3 3^ο διδακτικό επεισόδιο: Η διάδοση του ήχου στα υγρά:

Το τρίτο διδακτικό επεισόδιο είχε ως κύριο στόχο την κατανόηση της διάδοσης του ήχου στα στερεά, τα υγρά και τα αέρια. Στόχευε δηλαδή να διερευνήσει τρία βασικά σημεία:

1. Ο ήχος διαδίδεται
2. Ο ήχος διαδίδεται προς όλες τις κατευθύνσεις
3. Ο ήχος διαδίδεται στα στερεά, τα υγρά και τα αέρια.

Στην αρχή του μαθήματος, σε μια προσπάθεια σύνδεσης με τα προηγούμενα, η ερευνήτρια θύμισε στα παιδιά ότι είχαν αναφέρει στο προηγούμενο μάθημα την εμπειρία τους ότι ακούν ήχους κάτω από το νερό. Τέθηκε το εξής ερώτημα: «πώς νομίζετε ότι φτάνουν οι ήχοι που αναφέρατε στα αυτιά μας; Πώς ακούμε μέσα στο νερό;». Η ερευνήτρια έχοντας λάβει υπόψη της ότι τα παιδιά έχουν την αντίληψη πως ο ήχος ακούγεται μέσα στο νερό, έθεσε ερωτήσεις για να αναδειχθούν οι ιδέες των παιδιών σχετικά με την εξήγηση του φαινομένου.

Η πρώτη απάντηση που δόθηκε από τρία παιδιά ήταν «ταξιδεύει» και αμέσως μετά τα υπόλοιπα παιδιά της τάξης άρχισαν να αναφέρουν δικές τους εμπειρίες ως παραδείγματα και ως τεκμηρίωση των απόψεών τους. Η ερευνήτρια δεν έκανε χρήση άλλου όρου αλλά συνέχισε τη συζήτηση με τα παιδιά κάνοντας χρήση του ρήματος «ταξιδεύει». Έκρινε σκόπιμο να μην προβεί ακόμα σε εισαγωγή επιστημονικής

ορολογίας αλλά να επιτρέψει τη συγκεκριμένη σύμβαση ευνοώντας την ελεύθερη έκφραση των παιδιών.

Τα παιδιά άρχισαν να αναφέρουν εμπειρίες από τη διάδοση του ήχου μέσα στο νερό. Κυρίως ανέφεραν ότι ακούν ήχους όταν βουτάνε στο κεφάλι τους στη θάλασσα. Επίσης, όπως έχει σημειώσει η παρατηρήτρια, ανέφεραν πως όσες φορές έχουν βρεθεί σε πισίνα και έχουν όλο το κεφάλι τους μέσα στο νερό, μπορούν να ακούσουν τους ήχους μέσα στο νερό. Δεν μπορούσαν όμως να ακούσουν τους ήχους που εκείνη τη στιγμή ακούγονταν έξω από το νερό. Κάποια παιδιά ανέφεραν πως δεν ήταν σε θέση να ακούσουν τη μαμά τους που τους φώναζε να βγουν έξω. Με βάση τα παραδείγματα που κατέγραψε η παρατηρήτρια και η ερευνήτρια, φάνηκε πως τα παιδιά επικεντρώθηκαν στη θάλασσα και στην πισίνα. Μια πιθανή ερμηνεία αφορά στο γεγονός πως η συγκεκριμένη τάξη εκείνο το διάστημα παρακολουθούσε μαθήματα κολύμβησης σύμφωνα με όσα προβλέπονται για τα παιδιά που φοιτούν στη Γ΄ Δημοτικού. Αυτό συνέβαλε να έχουν άμεσες εμπειρίες σχετικά με τον ήχο στο νερό, τις οποίες ανέφεραν και πρώτες συγκριτικά με τις εμπειρίες του για τη διάδοση του ήχου στα στερεά και στα αέρια. Χαρακτηριστικά, ο Γιώργος για να τεκμηριώσει την άποψή του ότι ο ήχος διαδίδεται στο νερό αφηγήθηκε μια προσωπική του εμπειρία κατά την οποία ο ίδιος άκουγε μέσα στην πισίνα καθαρά το ίδιο τραγούδι συγκριτικά με αυτό που ακουγόταν έξω από το νερό. Ειδικότερα, ανέφερε πως όταν είχε το κεφάλι του μέσα στο νερό άκουγε τη μουσική που είχαν βάλει ενώ όταν έβγαζε το κεφάλι του άκουγε τη μουσική αλλά όχι τόσο δυνατά, τόσο καθαρά. Σε αυτή την απάντηση, διακρίνεται αντίληψη της έντασης ως χαρακτηριστικό του ήχου. Το σύνολο των παιδιών επιβεβαίωσε ότι οι ήχοι ακούγονται μέσα στο νερό. Επομένως, τα παιδιά αυτής της ηλικίας έχουν εμπειρίες διάδοσης του ήχου μέσα στο νερό και τις αναφέρουν ως τεκμηρίωση της άποψης ότι ο ήχος διαδίδεται στο νερό. Αναγνωρίζουν επομένως πως ο ήχος διαδίδεται και διαδίδεται στα υγρά.

Για τον έλεγχο των γνώσεών τους αναφορικά με τον ρόλο που διαδραματίζει το νερό και γενικότερα τα υγρά ως μέσο διάδοσης του ήχου πραγματοποιήθηκε μια δραστηριότητα κατά την οποία η ερευνήτρια χτύπησε δύο κουτάλια μέσα σε ένα γυάλινο διαφανές δοχείο γεμάτο με νερό (Βλέπε εικόνες 5 και 6). Οι εικόνες δείχνουν τη διαδικασία που ακολουθήθηκε.



Εικόνα 5



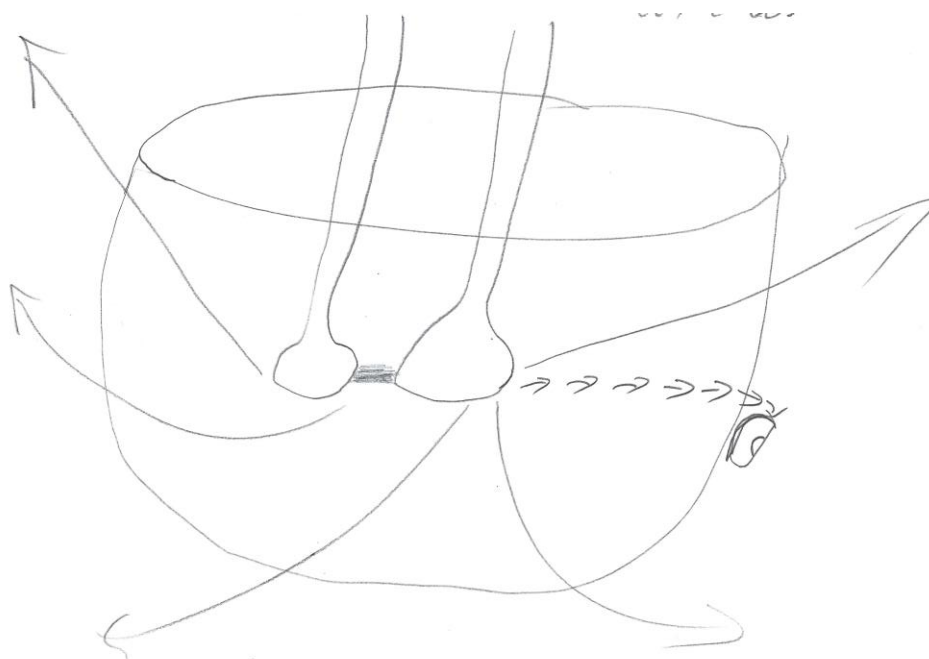
Εικόνα 6

Πριν τη διεξαγωγή της διαδικασίας, ζητήθηκε από τα παιδιά να διατυπώσουν υποθέσεις και να κάνουν προβλέψεις. Τα παιδιά με βάση τις παρατηρήσεις της ερευνήτριας και την επιβεβαίωση από την παρατηρήτρια, προέβλεψαν σχεδόν όλα πως ο ήχος των κουταλιών θα ακουστεί και μέσα στο νερό. Στη συνέχεια, έγινε έλεγχος της υπόθεσής τους αφού ακολουθήθηκε η διαδικασία που περιγράφηκε. Η άποψή τους επιβεβαιώθηκε πλησιάζοντας και κολλώντας το αυτί τους στο δοχείο του νερού. Δεν έγινε αναφορά στην ύπαρξη του γυαλιού στη δραστηριότητα από πλευράς των παιδιών. Στη συνέχεια, ζητήθηκε από τα παιδιά να εξηγήσουν πώς ακούγεται ο ήχος. Για να εξηγήσουν το πώς ακούγεται ο ήχος μέσα στο νερό, ξεκίνησε μια συζήτηση. Ο Γιώργος ανέφερε πως ο ήχος ταξιδεύει επειδή υπάρχει το νερό. Σε διευκρινιστική ερώτηση της

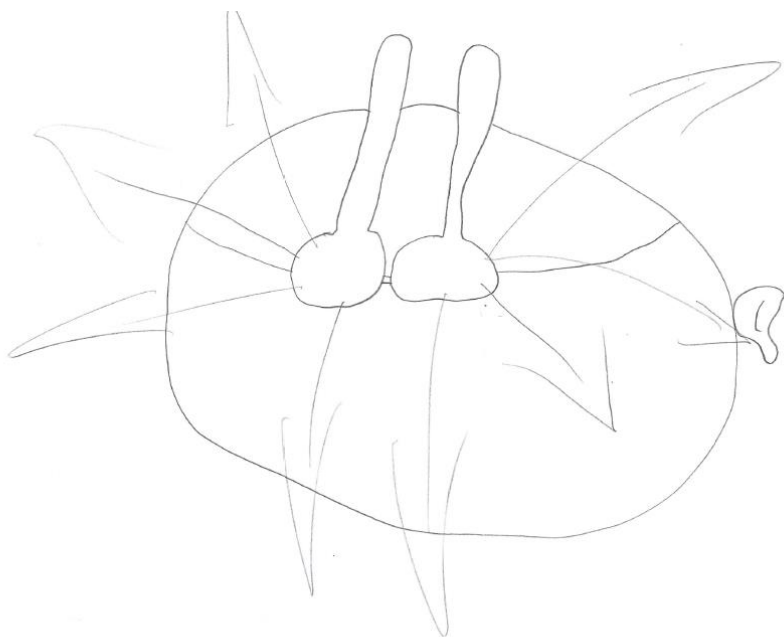
ερευνήτριας για το τι εννοεί, το παιδί ανέφερε πως το νερό βοηθά τον ήχο. Επομένως, με βάση και τα όσα εξέφρασαν και τα υπόλοιπα παιδιά προέκυψε πως αυτό που βοηθά τον ήχο «να ταξιδεύει» είναι το νερό. Οι σκέψεις τους αυτές πιθανώς σημαίνουν πως αντιλαμβάνονται το ρόλο του νερού ως μέσου. Μια άλλη ερμηνεία είναι ότι τα παιδιά αυτής της ηλικίας υιοθετούν το νοητικό μοντέλο της ροής του ήχου όταν πρόκειται για τη διάδοση του ήχου στα υγρά. Πιθανώς όμως οι απαντήσεις τους να ερμηνεύονται υπό το πρίσμα της άποψης που πολλές φορές έχουν τα παιδιά αυτής της ηλικίας ότι ο ήχος παρουσιάζει κάποια χαρακτηριστικά υλικού αντικειμένου ή ο ήχος είναι υλική οντότητα και το νερό λειτουργεί ως ένα μέσο μεταφοράς αυτής της οντότητας.

Στη συνέχεια, για την περαιτέρω κατανόηση των αντιλήψεων των παιδιών για το φαινόμενο της διάδοσης μέσα στο νερό, ζητήθηκε από τα παιδιά να ζωγραφίσουν πως νομίζουν ότι ο ήχος ταξιδεύει μέσα στο νερό και φτάνει στο αυτί τους. Με βάση τα σχέδια που έκαναν τα παιδιά, μπορούν να διακριθούν δύο βασικές ιδέες. Η πρώτη ιδέα που απεικονίζεται και στα περισσότερα σχέδια είναι πως τα παιδιά παρουσιάζουν τη διάδοση του ήχου προς όλες τις κατευθύνσεις με ομόκεντρους κύκλους ή με βελάκια προς όλες τις κατευθύνσεις. Χαρακτηριστικά παρατίθενται οι ακόλουθες εικόνες (βλέπε εικόνα 7, εικόνα 8 και εικόνα 9)

Εικόνα 7 Ο ήχος διαδίδεται προς όλες τις κατευθύνσεις (με βελάκια)



Εικόνα 8: ο ήχος διαδίδεται προς όλες τις κατευθύνσεις (Με βελάκια)



Εικόνα 9 Ο ήχος διαδίδεται προς όλες τις κατευθύνσεις (Με ομόκεντρους κύκλους)

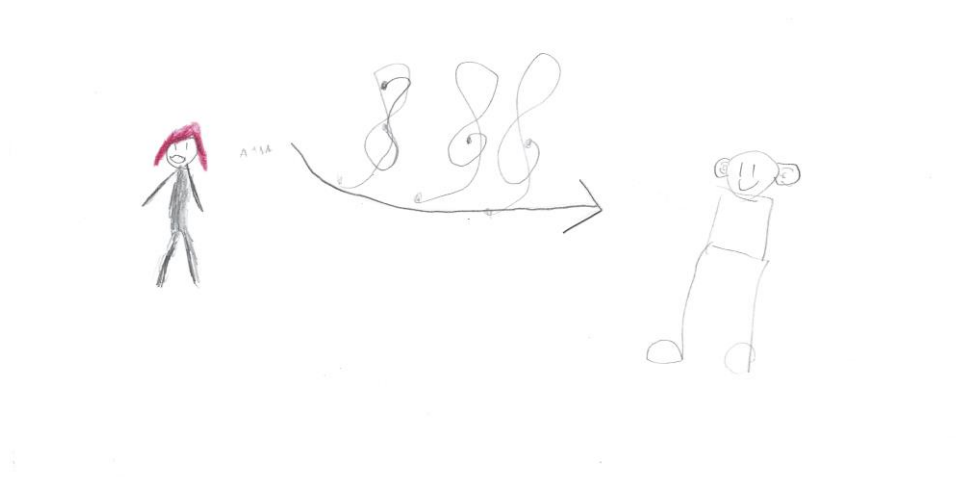


Τα περισσότερα σχήματα είχαν την μορφή της εικόνας 7 και της εικόνας 8 δηλαδή τα παιδιά ζωγράφιζαν τον ήχο με βελάκια να ταξιδεύει προς όλες τις κατευθύνσεις. Η εικόνα 9 κίνησε ιδιαίτερα την προσοχή της ερευνήτριας. Οι ιδέες που έχει το παιδί που έκανε το συγκριμένο σκίτσο παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον και με βάση της

σημειώσεις της παρατηρήτριας προέκυψε πως το παιδί εξήγησε το σχήμα όταν ρωτήθηκε από την ίδια τι είναι αυτό που ζωγράφισε αναφέροντας πως είναι ένα κινητό μέσα σε αδιάβροχη θήκη που χτυπάει. Σε ερώτηση της παρατηρήτριας για τους κύκλους, το παιδί ανέφερε πως είναι σαν το wi fi. Ωστόσο, καθώς δεν έγινε ατομική ανάλυση των ευρημάτων, το συγκεκριμένο σχήμα και οι ιδέες του παιδιού δεν ερμηνεύτηκαν.

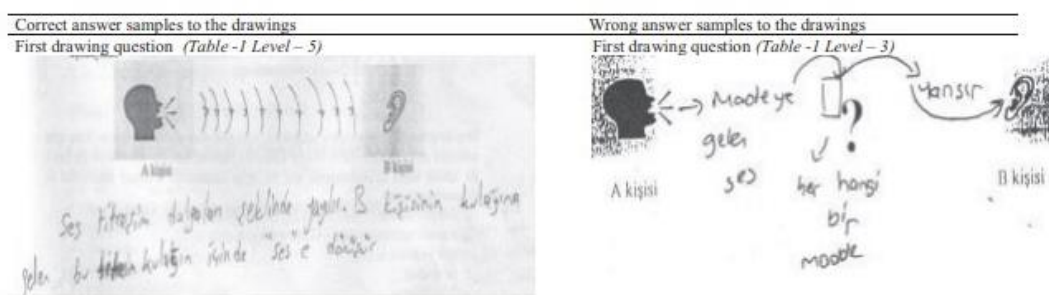
Τέλος, σε ένα σκίτσο (βλέπε εικόνα 10) παρατηρείται πως ο ήχος διαδίδεται πως μια κατεύθυνση που είναι το αντί του ανθρώπου.

Εικόνα 10 Ο ήχος διαδίδεται προς μια κατεύθυνση



Αναφορικά με τη διάδοση προς όλες τις κατευθύνσεις, τα παιδιά φαίνεται πως όλα σχεδόν έχουν αντίληψη πως ο ήχος έχει κάποια κατεύθυνση και μάλιστα θεωρούν πως διαδίδεται προς όλες τις κατευθύνσεις. Ο τρόπος που κατευθύνεται ο ήχος εμφανίζει χαρακτηριστικά προτυπικού σχεδίου που συναντάται και σε άλλες έρευνες. Χαρακτηριστικά παρατίθεται μια εικόνα (βλέπε εικόνα 11) που σχεδίασαν τα παιδιά στην έρευνα των Sozen και Bolat (2011, p. 1064).

Table-5 The correct and wrong answer samples of students



Εικόνα 11 Η διάδοση του ήχου με βάση τα σχέδια παιδιών στην έρευνα των Sozen & Bolat (2011)

Αναφορικά με τη διάδοση του ήχου προς μια κατεύθυνση, αν και σε ένα σχέδιο συναντήθηκε αυτή η αντίληψη, πιθανώς αναδεικνύει την αντίληψη που κάποια παιδιά διατηρούν πως ο ήχος έχει άμεση σχέση με το άτομο που τον ακούει. Αποδίδουν επομένως κυρίαρχο ρόλο στο άτομο που ακούει τον ήχο.

5.4 4^ο διδακτικό επεισόδιο: Η διάδοση του ήχου στα στερεά:

Με την ολοκλήρωση του διδακτικού επεισοδίου για τη διάδοση του ήχου στα υγρά, τα παιδιά έθεσαν το ερώτημα αν ο ήχος διαδίδεται μέσα στους τοίχους. Αυτό προέκυψε με βάση τη συζήτηση που έγινε σχετικά με την πρώτη δραστηριότητα με τα κουτάλια μέσα σε ένα δοχείο με νερό. Ειδικότερα, τα παιδιά με βάση τις σημειώσεις της παρατηρήτριας υπέβαλαν ερωτήσεις όπως «Μπορούμε να ακούσουμε αν βάλουμε το αυτί μας σε έναν τοίχο;» «Τι γίνεται αν ο τοίχος είναι γυάλινος» και «Πώς ακούμε πίσω από μια πόρτα» οπότε σχεδιάστηκε ένα διδακτικό επεισόδιο για τη διάδοση του ήχου στα στερεά καθώς τα παιδιά δεν αναρωτήθηκαν για τον αέρα σε αυτή ακόμα τη φάση του διδακτικού πειράματος αλλά διατύπωσαν προτάσεις που αφορούσαν τη σύγκριση της διάδοσης του ήχου στα υγρά και στα στερεά. Ειδικότερα, με βάση τις παρατηρήσεις της ερευνήτριας διατυπώθηκαν προτάσεις όπου κάποια παιδιά ανέφεραν πως ο ήχος «ταξιδεύει» πιο γρήγορα στο νερό αλλά διατυπώθηκαν και οι ακριβώς αντίθετοι ισχυρισμοί ότι ο ήχος «ταξιδεύει» πιο γρήγορα σε έναν τοίχο. Η ερευνήτρια προέτρεψε τα παιδιά να κάνουν διάλογο με βάση το ερώτημα αν ο ήχος διαδίδεται μέσα από τους τοίχους.

Στη μία ομάδα, δύο παιδιά, ο Παναγιώτης και ο Γιώργος υποστήριξαν αρχικά την άποψη ότι ο ήχος διαδίδεται πιο γρήγορα στο νερό και επομένως ακούμε καλύτερα μέσα σε αυτό σε αντίθεση με τους τοίχους (στερεά) όπου, όπως προκύπτει από τις

παρατηρήσεις της ερευνήτριας και της παρατηρήτριας, τα παιδιά ανέφεραν πως ο ήχος αργεί. Αρχικά, είναι σημαντικό να επισημανθεί πως οι δηλώσεις των παιδιών πιθανόν δείχνουν πως τα παιδιά έχουν μια στοιχειώδη αντίληψη για την ταχύτητα του ήχου και μάλιστα κάποια από τα παιδιά αναφέρουν πως η ταχύτητα του ήχου είναι μικρότερη στα στερεά και ειδικότερα σε σκληρά υλικά όπως οι τοίχοι. Μια πιθανή ερμηνεία για την ιδέα αυτή των παιδιών έχει να κάνει με κάποια από τα χαρακτηριστικά των στερεών. Τα παιδιά ανέφεραν πως ο ήχος αργεί να φτάσει και, κατά συνέπεια έχει μικρότερη ταχύτητα, αλλά περνάει. Αυτό πιθανώς σχετίζεται με τα διάφορα υλικά αντικείμενα που τα παιδιά είχαν στο μυαλό τους, όπως ο τοίχος. Μάλιστα, ανέφεραν πως ο τοίχος ήταν σκληρός. Συνδέουν την ιδιότητα της σκληρότητας με την αργή διάδοση του ήχου. Αυτό μπορεί να ερμηνευτεί ως σύνδεση του φαινομένου της διάδοσης με επιφανειακά και εμφανή χαρακτηριστικά του μέσου όπως σκληρό, μαλακό, έχει εξογκώματα κτλ. Ωστόσο, κατά τη συζήτηση, ο Παναγιώτης ανέφερε ως παράδειγμα για να αντικρούσει τον Γιώργο τα ακουστικά που συνδέουν σε ένα κινητό. Ακολούθησε συζήτηση για τη διάδοση του ήχου μέσα στα καλώδια των ακουστικών. Ο Χρήστος και ο Γιώργος μέσα από τα λεγόμενά τους που προκύπτουν από τις παρατηρήσεις σε προηγούμενη φάση διαπιστώνεται πως έχουν αντίληψη της διάδοσης του ήχου στα στερεά αν και δεν χρησιμοποιούν επιστημονικούς όρους καθώς δεν τους γνωρίζουν, θεωρούν πως το ταξίδι αυτό είναι πιο «αργό», συγκριτικά με τη διάδοση του ήχου στα υγρά. Κατά τη συζήτηση υποστήριζαν πως ο ήχος «ταξιδεύει» πιο αργά μέσα σε έναν τοίχο και, μάλλον, και σε ένα καλώδιο. Ωστόσο, δεν ήταν σε θέση να εξηγήσουν τι συμβαίνει με τα ακουστικά και επικέντρωσαν την απάντησή τους σε διαφορετικά χαρακτηριστικά των υλικών. Φάνηκε πως συνέδεαν τη διάδοση με τα «σκληρά» και «μαλακά, εύπλαστα» αντικείμενα. Επικεντρώθηκαν επομένως στα χαρακτηριστικά των στερεών αντικειμένων αν και δεν μπορούσαν με βεβαιότητα να ισχυριστούν πως στην περίπτωση των ακουστικών συμβαίνει το ίδιο με τον τοίχο. Είναι πιθανόν τα χαρακτηριστικά των υλικών να χρησιμοποιούνται ως εξήγηση δηλαδή να αποδέχονται τα παιδιά πως ο ήχος διαδίδεται και στα ακουστικά που είναι μαλακό υλικό όπως το νερό και στον τοίχο που είναι σκληρό υλικό και έτσι σε αυτό το υλικό ο ήχος διαδίδεται «πιο δύσκολα» και «πιο αργά». Πιθανολογείται από τις παρατηρήσεις της ερευνήτριας και τις σημειώσεις της παρατηρήτριας πως τα παιδιά αυτά άρχισαν να βιώνουν μια γνωστική σύγκρουση.

Σε αυτό το σημείο και προκειμένου να συνεχιστεί η συζήτηση μέσα στην τάξη, η ερευνήτρια πρόβαλε μια εικόνα με άτομο που ακουμπά το αυτί του στις ράγες και φαίνεται ανήσυχο και άτομο που είναι όρθιο και δεν φαίνεται ανήσυχο ενώ στο φόντο της εικόνας εικονίζεται ένα τρένο που πλησιάζει κινούμενο στις ράγες. Η εικόνα αυτή (Βλέπε εικόνα 12) βρίσκεται και στο βιβλίο «Ερευνώ και Ανακαλύπτω» της Ε' Δημοτικού και χρησιμοποιείται ως αφορμή για την ενότητα «Η διάδοση του ήχου στα στερεά» (Αποστολάκης κ.ά., χ.χ.β).



Εικόνα 12 εικόνα για προβληματισμό

Η εικόνα χρησιμοποιήθηκε από την ερευνήτρια με σκοπό τα παιδιά να προβληματιστούν για τη διάδοση του ήχου στα στερεά συγκριτικά με τον αέρα. Με την προβολή της εικόνας, ο Χρήστος εξέφρασε την άποψη πως ο άνθρωπος που ακουμπάει το αυτί του στις ράγες είναι ανήσυχος γιατί ακούει το τρένο να έρχεται ενώ ο άλλος δεν το ακούει. Σε επεξηγηματική ερώτηση της ερευνήτριας γιατί ο ένας ακούει το τρένο και ο άλλος δεν το ακούει, ο Χρήστος είπε πως οι ράγες του τρένου είναι σκληρές και αυτό βοηθά τον ήχο να πάει πιο γρήγορα ενώ ο άλλος δεν ακούει ακόμα το τρένο. Πιθανολογείται πως ακόμα και το παιδί να έχει αντίληψη του αέρα, οι ράγες φαίνονται ως κάτι που «πιο εύκολα» θα περνούσε ο ήχος, ίσως με τη λογική του σπρωξίματος. Τα υπόλοιπα παιδιά συμφώνησαν με την άποψή του. Επομένως, τα παιδιά αποδέχονται πως ο ήχος διαδίδεται στα στερεά και πως το μέσο διάδοσης δηλαδή τα στερεά κάνει τη διάδοση γρηγορότερη. Μια πιθανή ερμηνεία αυτών των απαντήσεων είναι πως οι απόψεις των παιδιών συμφωνούν με την αποδεκτή επιστημονική άποψη πως ο ήχος διαδίδεται στα στερεά και πιο γρήγορα συγκριτικά με τον αέρα. Ωστόσο, μια πιθανή ερμηνεία της απάντησης είναι πως τα παιδιά δέχονται πως κατά τη διάδοση υπάρχει μια υλική οντότητα, ο ήχος που μετακινείται μέσα στα στερεά γρηγορότερα συγκριτικά με το νερό λόγω κάποιων χαρακτηριστικών των στερεών. Ουσιαστικά αυτό μπορεί να σημαίνει πως τα παιδιά αναγνωρίζουν τις ράγες ως μέσο που διευκολύνει τη διάδοση

αλλά πιθανότατα θεωρούν πως ο ήχος είναι μια υλική οντότητα, δηλαδή ότι είναι ένα υλικό που διαπερνά ένα άλλο υλικό. Επίσης, τα παιδιά φαίνεται πως συνδέουν την ταχύτητα του ήχου με τα χαρακτηριστικά του μέσου που, στην προκειμένη περίπτωση, είναι οι «σκληρές» ράγες. Δεν διερευνήθηκε μέσω μιας διευκρινιστικής ερώτησης από πλευράς της ερευνήτριας αν ο ήχος θα «ταξίδευε» πιο γρήγορα σε λαστιχένιες ράγες που έχουν το χαρακτηριστικό του εύπλαστου και του μαλακού. Κατά συνέπεια, δεν διευκρινίστηκε αν τα παιδιά θεωρούν πως ο ήχος ταξιδεύει πιο γρήγορα σε όλα τα στερεά ή μόνο σε κάποια στερεά με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά.

Στη συνέχεια, τα παιδιά κλήθηκαν να ακούσουν τον ήχο του ρολογιού όντας όρθια και έπειτα τοποθετώντας το αυτί τους στο θρανίο (Βλέπε εικόνα 13). Τα παιδιά επιβεβαίωσαν την άποψη πως ο ήχος διαδίδεται στα στερεά και μάλιστα υποστήριξαν πως ακούγεται πιο δυνατά συγκριτικά με τον αέρα δηλαδή με την κατάσταση όταν ήταν όρθιοι. Στη συνέχεια, έκαναν σύγκριση της προηγούμενης εικόνας με τη δραστηριότητα με το ρολόι στην τάξη. Υποστήριξαν πως ο άνθρωπος ακούει πρώτα τον ήχο του τρένου στις ράγες και μετά ακούει ο άλλος άνθρωπος τον ήχο του τρένου στον αέρα. Επομένως, τα παιδιά δηλώνουν πως η διάδοση του ήχου στα στερεά είναι γρηγορότερη σε σχέση με τον αέρα και ο ήχος πιο δυνατός συγκριτικά με τον αέρα. Αυτό συμφωνεί με την επιστημονική άποψη. Επίσης, αποδεικνύει πως τα παιδιά έχουν αντίληψη ενός ακόμα χαρακτηριστικού του ήχου, αυτού της ταχύτητας. Δεν κάνουν χρήση του συγκεκριμένου όρου αλλά χρησιμοποιούν το «αργά» και «γρήγορα» για να δηλώσουν τη διάδοση στο χρόνο.

Εικόνα 13 Διάδοση του ήχου στα στερεά



Καθώς όμως υπήρχε η πιθανότητα τα παιδιά να εξακολουθούν να διατηρούν την άποψη ότι η διάδοση στα στερεά εξαρτάται αποκλειστικά από τα χαρακτηριστικά του στερεού, ακολούθησε άλλη μια δραστηριότητα όπου αυτή τη φορά το στερεό ήταν ένας σπάγκος. Ο σπάγκος επιλέχθηκε ως ένα στερεό που δεν είναι σκληρό αλλά μαλακό ώστε να ελεγχθεί αν τα παιδιά θεωρούσαν πως μόνο συγκεκριμένα στερεά επιτρέπουν τη διάδοση του ήχου, όπως ο τοίχος και το θρανίο και όχι μαλακά και εύπλαστα. Ειδικότερα, στην πρώτη φάση δέθηκε ένα μεταλλικό κουτάλι στο ένα άκρο ενός σπάγκου και στη δεύτερη φάση δέθηκαν δύο μεταλλικά κουτάλια με τα δύο άκρα του σπάγκου. Αρχικά, στην πρώτη φάση η ερευνήτρια χτυπούσε με ένα άλλο κουτάλι το κουτάλι που βρισκόταν στο ένα άκρο ενώ το κάθε παιδί είχε στο αυτί του το άλλο άκρο του σπάγκου χωρίς το κουτάλι. Σε δεύτερη φάση, με ένα άλλο κουτάλι χτυπούσε το κουτάλι του σπάγκου που είχε δεθεί στο ένα άκρο του σπάγκου ενώ το παιδί είχε το άλλο κουτάλι στο αυτί του. Τα παιδιά καλούνταν να ακούσουν τον ήχο αρχικά χωρίς να ακουμπάνε το άλλο κουτάλι στο αυτί τους και έπειτα ακουμπώντας το άλλο κουτάλι στο αυτί τους (Βλέπε εικόνα 14) και να αναφέρουν ό,τι παρατηρούσαν.



Εικόνα 14

Τέθηκαν ερωτήσεις στα παιδιά πριν τη διεξαγωγή της δραστηριότητας με σκοπό να εκφράσουν τις ιδέες τους για το τι θα συνέβαινε αν χτυπήσουν το ένα κουτάλι αρχικά χωρίς το άλλο κουτάλι στο αυτί τους, δηλαδή μόνο με το σπάγκο και έπειτα ακουμπώντας το άλλο κουτάλι στο αυτί τους που είχε δεθεί με το σπάγκο. Πριν τη διεξαγωγή της δραστηριότητας τα παιδιά στο σύνολό τους υποστήριξαν πως ο ήχος θα ακουστεί και στις δύο περιπτώσεις αλλά στην περίπτωση που ακουμπούσε το άλλο κουτάλι στο αυτί τους θα άκουγαν πιο καλά.

Μετά τη διεξαγωγή της δραστηριότητας, το σύνολο των παιδιών υποστήριξε πως ο ήχος ακούγεται και στις δύο περιπτώσεις. Ωστόσο, μόνο ο Χρήστος ανέφερε πως ο ήχος των κουταλιών στη δεύτερη περίπτωση που είναι δεμένα μεταξύ τους τα κουτάλια θα ακουστεί πιο δυνατά. Μάλιστα έκανε χρήση της φράσης, σύμφωνα με τις σημειώσεις της παρατηρήτριας ότι ακούγεται «σαν καμπάνα». Η απάντησή του αυτή πιθανώς αναφέρεται στην ένταση του ήχου. Δεν έγινε αναφορά όμως στην ταχύτητα του ήχου. Επομένως, το χαρακτηριστικό της έντασης εμφανίζεται και στην περίπτωση της διάδοσης του ήχου στα στερεά.

Με βάση τις απόψεις που εξέφρασαν τα παιδιά, φαίνεται πως τα παιδιά γνωρίζουν πως ο ήχος διαδίδεται στα στερεά αλλά δεν αναφέρονται όλα τα παιδιά στην ένταση του ήχου ή στην ταχύτητα με την οποία διαδίδεται συγκριτικά με τον αέρα ή το νερό. Μια πιθανή ερμηνεία είναι πως δεν έχουν τις ανάλογες εμπειρίες ενώ μια άλλη πιθανή ερμηνεία είναι πως η γλώσσα σε αυτή την περίπτωση διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην περιγραφή και παρουσίαση των ιδεών τους. Πιθανολογείται από την ερευνήτρια ότι τα παιδιά κάποια χαρακτηριστικά του ήχου τα εννοιολογούν με τον δικό τους τρόπο.

Στην επόμενη δραστηριότητα έγινε χρήση δύο πλαστικών ποτηριών που ήταν ενωμένα με σπάγκο. Τα παιδιά χρησιμοποίησαν τα ποτήρια ως τηλέφωνα. Η δραστηριότητα επιλέχθηκε ως κάτι οικείο προς τα παιδιά ενώ αποτελεί ένα μοντέλο για τη διάδοση του ήχου. Επίσης, ανάλογη δραστηριότητα υπάρχει και στο τετράδιο εργασιών της Α΄ Δημοτικού. Σε ερώτηση της ερευνήτριας για το πως ταξιδεύει ο ήχος σε αυτά τα ποτήρια, τα παιδιά είπαν πως αυτό συμβαίνει γιατί υπάρχει ο σπάγκος. Αυτό σημαίνει πως τα παιδιά αναφέρονται στο ρόλο του μέσου και αναγνωρίζουν το ρόλο του στη διάδοση του ήχου. Ειδικότερα, σε αυτή την περίπτωση αναγνώρισαν ένα στερεό που δεν είναι σκληρό αλλά μαλακό και εύπλαστο και μέσω αυτού γίνεται η διάδοση του ήχου.

Στη συνέχεια της δραστηριότητας, ένα από τα δύο παιδιά κλήθηκε να βγει έξω από την τάξη και να μιλήσει στο ένα ποτήρι που αποτελούσε τη μία πλευρά του «τηλεφώνου». Όταν το ένα παιδί βγήκε από την τάξη και μίλησε στο ποτήρι, το άλλο παιδί που τοποθέτησε το άλλο ποτήρι στο αυτί του, επιβεβαίωσε ότι άκουσε τον ήχο μέσα στην τάξη αλλά όχι τόσο δυνατά γιατί το άλλο παιδί ήταν μακριά, σύμφωνα με τις σημειώσεις της παρατηρήτριας. Με βάση αυτή του τη δήλωση, φαίνεται πως αναγνώρισε ότι διαδραματίζει ρόλο η απόσταση για την ένταση του ήχου. Σε αυτό το

σημείο, παρατηρείται πως τα παιδιά πιθανόν συνδέουν την ένταση του ήχου με την απόσταση.

Στη συνέχεια, μέσω ερωτήσεων που τέθηκαν και αφορούσαν τις αλλαγές που προτείνουν τα παιδιά για να ακουστεί καλύτερα ο ήχος, τα παιδιά πρότειναν και πρόβλεψαν ότι ο ήχος ταξιδεύει πιο γρήγορα σε έναν τεντωμένο σπάγκο σε σχέση με κάτι που είναι χαλαρό και κάνει καμπύλες. Στη συνέχεια, υλοποιήθηκε η δραστηριότητα που προτάθηκε από τα παιδιά. Μετά την υλοποίηση της δραστηριότητας, με βάση τα όσα είχε σημειώσει η ερευνήτρια, η Μαρία ανέφερε πως ο σπάγκος είναι τεντωμένος και άρα είναι λιγότερος (αναφέρεται στο μήκος) και έτσι ο ήχος πάει πιο γρήγορα. Μια πιθανή ερμηνεία αυτής της απάντησης έχει να κάνει με τις γνώσεις των παιδιών από τα μαθηματικά για τις κάθετες γραμμές και ότι αυτές είναι η πιο σύντομη διαδρομή μεταξύ δύο σημείων. Ωστόσο, από τις παρατηρήσεις που συλλέχθηκαν με βάση όσα ειπώθηκαν από τα παιδιά από την ερευνήτρια και την παρατηρήτρια, γίνεται αντιληπτό πως τα παιδιά ισχυρίζονται πως η διάδοση του ήχου συμβαίνει πιο γρήγορα στα στερεά και μπορεί επίσης να υποτεθεί πως έχουν αντίληψη της ταχύτητας. Μετά τη διεξαγωγή των δραστηριοτήτων, τα παιδιά έκανα συγκρίσεις με αυτά που παρατήρησαν και με όσα έχουν τα ίδια εμπειρία. Κάποια παιδιά επανήλθαν στη συζήτηση με τα ακουστικά και ανέφεραν πως όπως λειτουργεί ο σπάγκος στα «τηλέφωνα» έτσι λειτουργεί και το καλώδιο των ακουστικών.

5.5 5^ο διδακτικό επεισόδιο: Η διάδοση του ήχου στον αέρα:

Στο επόμενο διδακτικό επεισόδιο, στόχος ήταν τα παιδιά να κατανοήσουν και να εξηγήσουν τη διάδοση του ήχου στον αέρα. Βασικό ζήτημα που συνήθως προκύπτει στη διάδοση του ήχου στον αέρα, είναι πως τα παιδιά αυτής της ηλικίας δεν έχουν αποκτήσει αντίληψη της υλικής υπόστασης του αέρα με αποτέλεσμα να θεωρούν πως δεν υπάρχει κάτι, ένα μέσο. Μια από τις πιο συχνές αντιλήψεις των παιδιών είναι πως ο αέρας είναι μη υλικό σώμα ή πως ο αέρας είναι λεπτός και άρα του αποδίδουν εν μέρει υλική υπόσταση και θεωρούν πως δεν υπάρχει κάτι που να εμποδίζει τον ήχο να ταξιδέψει μέσω του αέρα. Κατά συνέπεια, η ερευνήτρια χρειάστηκε αρχικά να ελέγξει αν οι μαθητές είχαν αντίληψη του αέρα ή όχι.

Το διδακτικό επεισόδιο ξεκίνησε με έναν βασικό προβληματισμό με τη μορφή ερώτησης που τέθηκε από την ερευνήτρια. Στην ερώτηση της ερευνήτριας «πώς ακούγεται η φωνή μου μέσα στην τάξη;» οι αρχικές απαντήσεις των παιδιών επικεντρώθηκαν στο μέσο και έτσι απάντησαν ότι με τον αέρα η φωνή ακούγεται μέσα στην τάξη. Πιθανολογείται πως τα παιδιά ερμήνευσαν την ερώτηση για τη φωνή ως το μήνυμα που μεταφέρει η εκπαιδευτικός μέσα στην τάξη. Ζητήθηκαν εξηγήσεις για τις δηλώσεις τους ώστε να ελεγχθεί αν πράγματι είχαν αντίληψη της υλικής υπόστασης του αέρα και ειδικότερα ως μέσου διάδοσης του ήχου. Ο Παναγιώτης ανέφερε πως ο αέρας βοηθά τον ήχο να «ταξιδέψει» όπως στην πισίνα το νερό. Παρόμοιες δηλώσεις εξέφρασαν και άλλα παιδιά με βάση τις σημειώσεις της παρατηρήτριας. Αυτό που μπορεί να γίνει αντιληπτό από τις δηλώσεις των παιδιών και επιβεβαιώνεται από τις σημειώσεις της παρατηρήτριας είναι η σύνδεση της διάδοσης του ήχου με το μέσο. Επομένως, με βάση τις δηλώσεις αναγνωρίζεται τόσο το νερό όσο και ο αέρας ως μέσα διάδοσης του ήχου. Δύο παιδιά, ο Γιώργος και η Μαρία είπαν πως ο ήχος ταξιδεύει μέσω του αέρα. Ο Χρήστος σχηματοποίησε τη διάδοση του ήχου κάνοντας κινήσεις με τα χέρια του και λέγοντας πως είναι όπως το wifi. Ο Χρήστος είχε και σε προηγούμενο διδακτικό επεισόδιο (αυτό της διάδοσης του ήχου στα υγρά) αναφέρει και σχεδιάσει πως ο ήχος ταξιδεύει προς όλες τις κατευθύνσεις. Επίσης, είναι πιθανό το συγκεκριμένο παιδί αλλά και κάποια άλλα μέσα στην τάξη να έχουν επηρεαστεί από τις εμπειρίες του με την τεχνολογία και να έχουν ακούσει για κύματα που εκπέμπουν οι κεραίες των κινητών τηλεφώνων.

Οι δηλώσεις όπως προκύπτουν από δευτερογενή δεδομένα στο σύνολο των παιδιών παρουσιάζονται συνοπτικά στον ακόλουθο πίνακα (βλέπε πίνακα 6) :

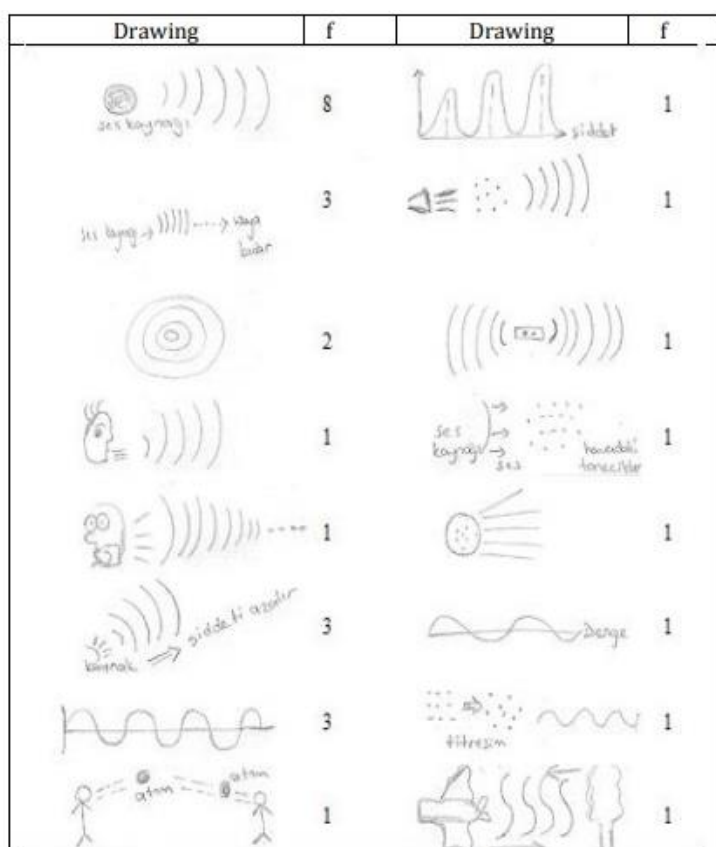
Πίνακας 5 Δηλώσεις των παιδιών για τη διάδοση του ήχου στον αέρα (δευτερογενή δεδομένα)

Απαντήσεις παιδιών	Σύνολο απαντήσεων
Ο αέρας όπως και το νερό είναι τα μέσα για τη διάδοση του ήχου	18
Ο ήχος διαδίδεται όπως το wifi	4

Με βάση τις δηλώσεις αυτές, μπορεί να διαπιστωθεί πως τα παιδιά αυτής της ηλικίας είχαν αντίληψη της υλικής υπόστασης του αέρα και, κατά επέκταση, αναγνώριζαν την ύπαρξή του που, στην προκειμένη περίπτωση, χρησιμοποιούνταν ως μέσο για τη διάδοση του ήχου. Καθώς τα παιδιά της συγκεκριμένης σχολικής τάξης έχουν αντίληψη του αέρα ως μέσου για τη διάδοση του ήχου, πιθανολογείται πως ελαχιστοποιούνται οι τυχόν εναλλακτικές ιδέες αναφορικά με το φαινόμενο της διάδοσης του ήχου στον αέρα.

Επίσης, σε τέσσερις απαντήσεις η διάδοση του ήχου στον αέρα σχηματοποιείται και παίρνει τη μορφή ομόκεντρων κύκλων. Αυτό συνάδει με τα σκίτσα που έκαναν τα παιδιά σε προηγούμενο μάθημα όταν τα παιδιά κλήθηκαν να αποδώσουν με ένα σχήμα τη διάδοση του ήχου στο νερό. Πιθανολογείται ότι συγκριτικά με το προηγούμενο διδακτικό επεισόδιο, τα παιδιά δεν διατηρούν την άποψη ότι ο ήχος ταξιδεύει προς μια κατεύθυνση. Παράλληλα, μια πιθανή ερμηνεία αυτών των τεσσάρων σχεδίων είναι πως τα παιδιά πιθανόν έχουν αναπτύξει ένα προτυπικό σχέδιο για τη διάδοση του ήχου, το οποίο χρησιμοποιούν ως μοντέλο για να εξηγούν πως ο ήχος διαδίδεται προς όλες τις κατευθύνσεις. Αυτό σημαίνει πως τα παιδιά μπορεί να έχουν δει σε κάποια ταινία ή κόμικ την αναπαράσταση του ήχου και να χρησιμοποιούν αυτή για να δώσουν εξηγήσεις. Παρόμοια σχέδια εμφανίστηκαν και στην έρευνα του Sadoglu (2013, p. 24) (Βλέπε εικόνα 15).

Εικόνα 15 Σχέδια για τη διάδοση του ήχου από παιδιά δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης από την έρευνα του Sadoglu (2013)



Για να διερευνηθεί περεταίρω η αντίληψη που έχουν τα παιδιά για τον ήχο και να ελεγχθεί αν αποδίδουν στον ήχο χαρακτηριστικά μιας υλικής οντότητας και ειδικότερα αν ένα μέρος αυτής της ουσίας μετακινείται ή μεταφέρεται από ένα σημείο σε ένα άλλο ή αν ο ήχος διαδίδεται προκαλώντας κάτι στο μέσο, όπως αναφέρουν οι Reiner et al. (2000), διεξήχθη μια ακόμα δραστηριότητα με χαρτάκια πάνω σε μια μεμβράνη. Υπενθυμίζεται πως σε αυτή τη δραστηριότητα, τοποθετήθηκαν μικρά χαρτάκια σε ένα μεταλλικό κουτί που είχε καλυφθεί με διαφανή μεμβράνη και η ερευνήτρια χτύπησε με κουτάλα το καπάκι του κουτιού. Πριν τη διεξαγωγή, τα παιδιά κλήθηκαν να κάνουν υποθέσεις. Το σύνολο των παιδιών υπέθεσαν και υποστήριξαν πως τα χαρτάκια θα αρχίσουν να κουνιούνται ή θα αρχίσουν να πηδάνε. Οι δύο απαντήσεις θεωρούνται ότι έχουν το ίδιο νόημα.

Στην ερώτηση της ερευνήτριας «πώς συμβαίνει αυτό», τα παιδιά διατύπωσαν δηλώσεις όπου φάνηκε πως θεωρούν πως ο ήχος είναι αυτός που το κάνει, δηλαδή αναγνωρίζουν πως ο ήχος κάτι προκαλεί στο μέσο που, στην προκειμένη περίπτωση, είναι ο αέρας.

Επίσης, στην ερώτηση της ερευνήτριας τι θα συμβεί όταν σταματήσει να χτυπά με την κουτάλα, τα παιδιά ανέφεραν πως μόλις σταματούσε ο ήχος, τα χαρτάκια θα σταματήσουν να κουνιούνται. Με βάση αυτές τις δηλώσεις τους, διαπιστώνεται πως τα παιδιά δε φαίνεται να έχουν εναλλακτικές ιδέες για τη διάδοση του ήχου στον αέρα και δεν διατηρούν την άποψη πως ο ήχος είναι μια υλική οντότητα που μπορεί να μεταφέρεται και να μετακινείται.

Μετά την υλοποίηση της δραστηριότητα και την επιβεβαίωση των υποθέσεων των παιδιών ζητήθηκε η τεκμηρίωση των απόψεών τους. Ο Χρήστος, όπως προκύπτει και από τις σημειώσεις της παρατηρήτριας εξήγησε ότι αυτό συμβαίνει γιατί ο ήχος ταξιδεύει με τον αέρα όπως δείχνει το wifi. Επανάφερε επομένως προς συζήτηση την προηγούμενη άποψή του. Τα υπόλοιπα παιδιά συμφώνησαν και η ερευνήτρια στη συνέχεια ρώτησε αν μετακινείται ή μεταφέρεται κάτι. Τα παιδιά δήλωσαν πως δεν μετακινείται κάτι, αλλά ο ήχος ταξιδεύει στον αέρα, σαν να τον σπρώχνει αλλά όχι μόνο προς μια κατεύθυνση.

Οι απαντήσεις αυτές οδηγούν στις ακόλουθες ερμηνείες. Τα παιδιά πιθανόν αντιλαμβάνονται πως ο ήχος κάτι προκαλεί στο μέσο αλλά δεν αναφέρουν μετακίνηση. Είναι πιθανό ωστόσο να διατηρούν την άποψη πως ο ήχος έχει τα χαρακτηριστικά υλικής οντότητας που μπορεί και «σπρώχνει» τον αέρα και έτσι γίνεται η διάδοση.

5.6 6^ο διδακτικό επεισόδιο: Εισαγωγή επιστημονικής ορολογίας και διάδοση του ήχου στο κενό

Στο συγκεκριμένο διδακτικό επεισόδιο στόχος ήταν να εισαχθεί η αντίστοιχη επιστημονική ορολογία, να περιγραφεί η διάδοση του ήχου με βάση τις νέες γνώσεις των παιδιών και τα παιδιά να επιχειρηματολογήσουν για τη διάδοση ή μη του ήχου στο κενό.

Η ερευνήτρια εισήγαγε στην αρχή του μαθήματος την επιστημονική ορολογία «διάδοση», «υγρά, στερεά, αέρια» και «ο ήχος διαδίδεται» αντί «ταξίδι», «νερό, ράγες, αέρας» και «ο ήχος ταξιδεύει» αντίστοιχα. Τα παιδιά κλήθηκαν να περιγράψουν τις σχετικές με τη διάδοση εμπειρίες τους. Με βάση τις παρατηρήσεις της ερευνήτριας και της παρατηρήτριας, φάνηκε πως τα παιδιά υιοθέτησαν πολύ γρήγορα την επιστημονική ορολογία καθώς αντικατέστησαν τη λέξη «ταξιδεύει» με τη λέξη «διαδίδεται» άμεσα.

Αυτό πιθανώς σχετίζεται με τη δυσκολία που είχαν στα προηγούμενα διδακτικά επεισόδια να περιγράψουν τη διάδοση του ήχου με λέξεις που δεν περιέγραφαν με ακρίβεια ή δεν ικανοποιούσαν τα ίδια αλλά δεν γνώριζαν τις λέξεις. Επομένως, η χρήση της επιστημονικής ορολογίας μετά την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων πιθανόν διευκόλυνε την κατανόηση του φαινομένου της διάδοσης. Για το λόγο αυτό, χρησιμοποίησαν άμεσα και τους τρεις σχετικούς όρους που αναφέρονται στις τρεις διαφορετικές μορφές της ύλης. Με βάση τις παρατηρήσεις της ερευνήτριας που διασταυρώθηκαν από τις παρατηρήσεις της παρατηρήτριας, τα παιδιά φαίνεται πως μπορούν να αναγνωρίσουν και να αντιστοιχίσουν τις τρεις διαφορετικές μορφές της ύλης και έτσι επιλέγουν να περιγράψουν τις εμπειρίες τους κάνοντας χρήση της κατάλληλης επιστημονικής ορολογίας.

Η ερευνήτρια ζήτησε από τα παιδιά να παρουσιάσουν τη διάδοση του ήχου είτε στα αέρια, είτε στα υγρά είτε στα στερεά με όποιον τρόπο θεωρούσαν πιο κατάλληλο. Οι μαθητές των ομάδων επέλεξαν διαφορετικούς τρόπους παρουσίασης. Οι τρεις ομάδες επέλεξαν τη δραματοποίηση και οι δύο ομάδες επέλεξαν την αφήγηση. Με βάση τις παρατηρήσεις που κατέγραψε η ερευνήτρια, στο σύνολο των ομάδων εντοπίζεται πως τα παιδιά έχουν κατανοήσει τη διάδοση του ήχου. Ειδικότερα, στις ομάδες που αφηγήθηκαν το φαινόμενο, παρατηρείται πως έγινε χρήση των επιστημονικών όρων με κατάλληλο τρόπο. Έτσι, ακούστηκαν φράσεις όπως:

1. Ο ήχος διαδίδεται στα υγρά όπως το νερό, στον αέρα και στα στερεά όπως οι ράγες του τρένου ή το θρανίο
2. Ο ήχος διαδίδεται πιο γρήγορα στα στερεά από τα αέρια
3. Ο ήχος διαδίδεται πιο γρήγορα στα υγρά από τα αέρια

Στις ομάδες που δραματοποίησαν το φαινόμενο της διάδοσης, διαπιστώθηκε πως τα παιδιά επέλεξαν ένα άτομο ως ηχητική πηγή, ένα άτομο που ανέλαβε να είναι το μέσο (αέρας στην προκειμένη περίπτωση), ένα παιδί που προσομοίωσε το φαινόμενο της διάδοσης και ένα παιδί που αντιστοιχούσε στον δέκτη του ήχου. Επομένως, με βάση τα παραπάνω φαίνεται πως τα παιδιά, αναγνωρίζουν ότι η διάδοση του ήχου αφορά έναν πομπό και έναν δέκτη και είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός μέσου. Δεν επέλεξαν να παρουσιάσουν τον ήχο μέσω ενός παιδιού αλλά το φαινόμενο. Αυτό πιθανότατα μπορεί να ερμηνευτεί πως τα παιδιά δεν σκέφτονται τον ήχο ως υλική οντότητα. Επίσης, δείχνει πως πιστεύουν ότι κατά τη διάδοση του ήχου δεν μεταφέρεται κάτι. Μια

σημαντική παρατήρηση προέκυψε από τις ομάδες που επέλεξαν τη δραματοποίηση καθώς, τα παιδιά που είχαν το ρόλο της προσομοίωσης του φαινομένου της διάδοσης, κίνησαν τον κορμό τους κρατώντας σταθερά τα πόδια τους. Η κίνηση αυτή έμοιαζε παλμική. Σε διευκρινιστική ερώτηση της ερευνήτριας, τα παιδιά απάντησαν ότι χρειάζονται κι άλλα παιδιά για να δείξουν τη διάδοση γιατί αυτή η κίνηση θα προκαλούσε και άλλη κίνηση στο επόμενο παιδί. Η συγκεκριμένη απάντηση πιθανόν δείχνει πως τα παιδιά αντιλαμβάνονται πως κατά τη διάδοση κάτι προκαλείται στο μέσο αλλά δεν έχουν γνώσεις που σχετίζονται με τον μικρόκοσμο ούτε και με τα ηχητικά κύματα.

Στο μοντέλο που παρουσίασαν τα παιδιά, γίνεται αντιληπτό πως αναγνωρίζεται ο πομπός και ο δέκτης. Μια πιθανή ερμηνεία αυτού του μοντέλου είναι πως αντιλαμβάνονται τον ήχο ως κάτι που φτάνει στο όργανο της ακοής και το ακούμε. Επίσης, αναγνωρίζουν πως υπάρχει κάτι που παράγει τον ήχο, η ηχητική πηγή. Αυτό συμφωνεί με τις αρχικές αντιλήψεις τους που ανέφεραν πως τα αντικείμενα από μόνα τους δεν παράγουν ήχο. Μια πιθανή εξήγηση είναι πως αντιλαμβάνονται τον ήχο ως αποτέλεσμα μιας αλληλεπίδρασης με υλικά και αυτό σημαίνει πως δεν έχουν την συνήθη αντίληψη που παρατηρείται σε αυτή την ηλικία πως ο ήχος έχει τα χαρακτηριστικά μιας υλικής οντότητας. Επίσης, κατά τη δραματοποίηση φάνηκε πως αναγνωρίζουν πως δεν μεταφέρεται κάτι αλλά κάτι προκαλεί ο ήχος που αλλάζει τον αέρα και αυτό το απέδωσαν με κίνηση ενός παιδιού που κουνιόταν πέρα δώθε. Θα μπορούσε αυτή η κίνηση να περιγραφεί ως παλμική. Ωστόσο, δεν αναφέρονται σε μεταφορά υπό την έννοια της μετακίνησης ή μεταφοράς ενός υλικού. Πιθανώς γιατί στον αέρα δε βλέπουν κάτι. Όμως παρότι δε βλέπουν τον αέρα, αναγνωρίζουν την υλική υπόστασή του και το ρόλο του για τη διάδοση του ήχου.

Μετά την παρουσίαση του φαινομένου της διάδοσης, η ερευνήτρια έθεσε ένα ερώτημα στα παιδιά για τη διάδοση του ήχου στο κενό. Αρχικά, η ερευνήτρια εξήγησε τι εννοεί με την αναφορά στο κενό. Στη συνέχεια, τα παιδιά επικεντρώθηκαν στη διάδοση του ήχου στο κενό δηλαδή στην απουσία κάποιου μέσου για τη διάδοση. Η ερευνήτρια θύμισε στα παιδιά πως σε προηγούμενο μάθημα ο Κώστας είχε αναφέρει πως στο διάστημα δεν ακούγονται οι ήχοι και ζήτησε την άποψη των παιδιών αναφορικά με το θέμα. Ο Κώστας υποστήριξε την άποψή του αλλά εξήγησε πως, μετά από αυτά που ειπώθηκαν μέσα στην τάξη και τις δραστηριότητες που υλοποιήθηκαν, ξέρει πως δεν ακούμε ήχους στο διάστημα γιατί δεν υπάρχει κάτι όπως ο αέρας. Στην τάξη, σχεδόν

όλα τα παιδιά δήλωσαν πως συμφωνούν με αυτή την άποψη αλλά ο Παναγιώτης διαφώνησε. Για το λόγο αυτό, ξεκίνησε ένας διάλογος κατά τον οποίο τα παιδιά προχώρησαν σε τεκμηρίωση της άποψής τους με τη χρήση επιχειρηματολογίας αναφορικά με το θέμα. Τα τρία από το σύνολο των τεσσάρων παιδιών που παρατηρήθηκαν από την παρατηρήτρια έκαναν χρήση των προηγούμενων γνώσεων που απέκτησαν με τις δραστηριότητες και τεκμηρίωσαν την άποψή τους με βάση αυτές. Συγκεκριμένα, ανέφεραν πως σε αυτά που κάναμε, κάτι βοηθούσε τον ήχο να ταξιδεύει. Μάλιστα, η παρατηρήτρια κατέγραψε πως τα παιδιά γρήγορα αντικατέστησαν με τον επιστημονικό όρο τη λέξη «ταξιδεύει». Συγκεκριμένα ανέφεραν πως στην πισίνα αυτό που βοήθησε για να ακουστεί το τραγούδι ήταν το νερό. Ο Χρήστος ανέφερε πως στις ράγες ήταν το μέταλλο και στην τάξη για τη φωνή ήταν ο αέρας. Ο Παναγιώτης δήλωσε πως συμφωνεί αφού δεν υπάρχει κάτι στο διάστημα. Επομένως, το σύνολο των παιδιών της συγκεκριμένης τάξης έχουν επίγνωση ότι τα υγρά, τα στερεά και τα αέρια λειτουργούν ως μέσο για τη διάδοση του ήχου.

Στη συνέχεια, για την εμβάθυνση στην κατανόηση της έννοιας του ήχου, η ερευνήτρια απηύθυνε ένα ερώτημα στους μαθητές: «Τι γίνεται με τον ήχο στην περίπτωση που παίζω μια κιθάρα στο διάστημα;». Ο Κώστας υποστήριξε πως ο ήχος είναι εκεί αλλά δεν ακούγεται. Ο Χρήστος συμπλήρωσε πως ο ήχος δεν εξαφανίστηκε αλλά δεν υπάρχει αέρας, δεν υπάρχει τίποτα για να γίνει διάδοση. Με την άποψη του Χρήστου συμφώνησαν όλα τα παιδιά. Η απάντησή τους αυτή μπορεί να ερμηνευτεί ως κατανόηση πως η έλλειψη ενός μέσου σημαίνει πως ο ήχος δε διαδίδεται. Επίσης, μια άλλη ερμηνεία έχει να κάνει με την έννοια του ήχου καθώς δεν είναι μια υλική οντότητα που εξαφανίζεται. Αντίθετα, δέχονται πως ο ήχος παράγεται από μια ηχητική πηγή αλλά δεν ακούγεται γιατί δεν υπάρχει κάποιο στερεό, υγρό ή αέριο.

Τέλος, για την καλύτερη κατανόηση κρίθηκε σκόπιμο τα παιδιά να παρακολουθήσουν ένα βίντεο με μια πειραματική δραστηριότητα όπου παρουσιαζόταν ένα κουδούνι που χτυπά μέσα σε ένα γυάλινο δοχείο και στη συνέχεια δεν ακούγεται ο ήχος λόγω αφαίρεσης του αέρα στο γυάλινο δοχείο όπου τοποθετήθηκε το κουδούνι. Τα παιδιά μετά την παρακολούθηση του βίντεο, επεσήμαναν πως το κουδούνι δεν ακούγεται γιατί έχει βγει ο αέρας από το γυάλινο δοχείο. Επομένως, μια πιθανή ερμηνεία της άποψής τους είναι ότι κατανοούν πως ο αέρας λειτουργεί ως μέσο διάδοσης του ήχου και στις περιπτώσεις που λείπει το μέσο η διάδοση δεν είναι δυνατή και άρα ο ήχος δεν ακούγεται. Τα παιδιά συμπλήρωσαν πως αν δεν είχε αφαιρεθεί ο αέρας από το γυάλινο

δοχείο, ο ήχος του κουδουνιού θα ακουγόταν κανονικά. Με βάση τα όσα εξέφρασαν, γίνεται κατανοητό πως τα παιδιά έχουν αντίληψη πως ο ήχος δεν εξαφανίζεται αλλά δεν ακούγεται καθώς απουσιάζει κάποιο από τα μέσα που γνωρίζουν.

Μετά την ολοκλήρωση όλων των δραστηριοτήτων που αφορούν το φαινόμενο της διάδοσης του ήχου, τα παιδιά κλήθηκαν να απαντήσουν σε ένα φύλλο εργασίας (Βλέπε παράρτημα, σελ. 138) που περιλάμβανε τρεις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής που επικεντρώθηκαν στον έλεγχο των ιδεών τους για τη διάδοση του ήχου.

Η πρώτη ερώτηση στόχευε στην κατανόηση του φαινομένου της διάδοσης και στο γεγονός ότι η διάδοση προϋποθέτει ένα μέσο, υγρό, στερεό ή αέριο. Ειδικότερα η πρώτη ερώτηση ήταν η ακόλουθη:

Τρία παιδιά συζητούν. Η Μαρία, ο Φίλιππος και ο Αρτιόλ συζητούν για αυτά που έμαθαν για τη διάδοση. Κύκλωσε με ποιο παιδί συμφωνείς κάθε φορά.

1) Ο ήχος «ταξιδεύει».

A) Μαρία: ναι ο ήχος ταξιδεύει γιατί μετακινείται και φτάνει στο αυτό μας. Δε χρειάζεται κάτι άλλο για να γίνει αυτό.

B) Φίλιππος: όχι δε συμφωνώ. Ο ήχος ταξιδεύει και χρειάζεται ένα μέσο. Το μέσο μπορεί να είναι το νερό ή ο αέρας ή ένα στερεό όπως ο σπάγκος.

Με βάση τις απαντήσεις που δόθηκαν, όλα τα παιδιά (σύνολο: 22) συμφώνησαν με τον Φίλιππο και αναγνώρισαν πως ο ήχος διαδίδεται στα υγρά, στερεά και αέρια και χρειάζεται ένα μέσο για να γίνει αυτό. Αυτό αποτελεί ένα σημαντικό εύρημα καθώς παιδιά μικρής ηλικίας αντιλαμβάνονται πως το φαινόμενο της διάδοσης επιτελείται και στις τρεις μορφές της ύλης.

Η δεύτερη ερώτηση διερεύνησε την κατανόηση της διάδοσης του ήχου στο νερό και μάλιστα συγκριτικά με την ένταση. Η δεύτερη ερώτηση ήταν η ακόλουθη:

2) Στο νερό ο ήχος:

A) Μαρία: Ακούγεται πολύ δυνατά σε σχέση με τον αέρα

B) Φίλιππος: Ακούγεται αλλά όχι δυνατά όσο στον αέρα

Γ) Αρτιόλ: Δεν ακούγεται καθόλου

Οι απαντήσεις των παιδιών παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Βλέπε πίνακα 7):

Πίνακας 6 Απαντήσεις παιδιών στη 2^η ερώτηση του φύλλου εργασίας

Απαντήσεις φύλλου εργασίας	Σύνολο απαντήσεων παιδιών
Ακούγεται πολύ δυνατά σε σχέση με τον αέρα	19
Ακούγεται αλλά όχι τόσο δυνατά όσο στον αέρα	3
Δεν ακούγεται καθόλου	0

Οι απαντήσεις που έδωσαν τα παιδιά σημαίνουν πως όλα τα παιδιά αναγνωρίζουν πως ο ήχος διαδίδεται στα υγρά. Με βάση την απάντηση που δόθηκε από την πλειοψηφία φαίνεται πως σχεδόν όλα τα παιδιά αναγνωρίζουν πως ο ήχος έχει μεγαλύτερη ένταση μέσα στο νερό σε σχέση με τον αέρα.

Η τρίτη ερώτηση διερεύνησε τη διάδοση του ήχου στα στερεά συγκριτικά με τα αέρια και αναφορικά με χαρακτηριστικά του ήχου, την ένταση και την ταχύτητα. Η τρίτη ερώτηση ήταν η ακόλουθη:

3) Οι Ινδιάνοι τοποθετούσαν το ένα τους αυτί στο έδαφος για να αντιληφθούν τους έφιππους εχθρούς τους από μακριά:

A) Μαρία: Γιατί στο έδαφος ο ήχος διαδίδεται πιο γρήγορα από τον αέρα

B) Φίλιππος: Γιατί στο έδαφος διαδίδεται ο ήχος πιο δυνατά από τον αέρα

Γ) Αρτιόλ: Γιατί στο έδαφος ο ήχος διαδίδεται πιο δυνατά και πιο γρήγορα από τον αέρα

Οι απαντήσεις με φάση το φύλλο εργασίας αποτυπώνονται στον πίνακα 8.

Πίνακας 7 Απαντήσεις παιδιών στην 3^η ερώτηση

Απαντήσεις φύλλου εργασίας	Σύνολο απαντήσεων παιδιών
Γιατί στο έδαφος ο ήχος διαδίδεται πιο γρήγορα από τον αέρα	3

Γιατί στο έδαφος διαδίδεται ο ήχος πιο δυνατά από τον αέρα	1
Γιατί στο έδαφος ο ήχος διαδίδεται πιο δυνατά και πιο γρήγορα από τον αέρα	18

Μια ερμηνεία των απαντήσεων είναι πως όλα τα παιδιά αναγνωρίζουν τη διάδοση του ήχου στα στερεά και ότι όλα αναγνωρίζουν τα χαρακτηριστικά της έντασης και της ταχύτητας του ήχου. Τέλος, όλα τα παιδιά είναι σε θέση να κάνουν συγκρίσεις για τη διάδοση του ήχου στα υγρά και στα αέρια και σχεδόν όλα αναγνωρίζουν ότι η διάδοση του ήχου είναι πιο γρήγορη στα στερεά και με μεγαλύτερη ένταση συγκριτικά με τα αέρια. Επομένως, τα παιδιά αντιλαμβάνονται και την ταχύτητα ως χαρακτηριστικό του ήχου.

Τέλος, στην τέταρτη ερώτηση διερευνήθηκε η κατανόηση της μη διάδοσης του ήχου στο κενό. Η τέταρτη ερώτηση ήταν η ακόλουθη:

Στο διάστημα, οι ήχοι:

A) Μαρία: Ακούγονται όπως στη Γη

B) Φίλιππος: Δεν ακούγονται γιατί δεν υπάρχει αέρας ή νερό

Γ) Αρτιόλ: Ακούγονται πολύ χαμηλά

Οι απαντήσεις των παιδιών καταγράφονται στον πίνακα 9.

Πίνακας 8 Απαντήσεις παιδιών στην 4^η ερώτηση

Απαντήσεις φύλλου εργασίας	Σύνολο απαντήσεων παιδιών
Ακούγονται όπως στη Γη	0
Δεν ακούγονται γιατί δεν υπάρχει αέρας ή νερό	21
Ακούγονται πολύ χαμηλά	1

Οι απαντήσεις των παιδιών ερμηνεύονται ως κατανόηση της μη διάδοσης του ήχου λόγω έλλειψης κάποιου μέσου. Τα παιδιά αυτής της ηλικίας θεωρούν ότι ο ήχος δε διαδίδεται αν δεν υπάρχει στερεό, υγρό ή αέριο.

5.7 7^ο Διδακτικό επεισόδιο: Η ηχώ και η ανάκλαση του ήχου

Στο έβδομο διδακτικό επεισόδιο, στόχος ήταν να διερευνηθούν οι απόψεις των παιδιών για την ανάκλαση του ήχου και στη συνέχεια να προσεγγιστεί το φαινόμενο αυτό. Αρχικά, καθώς τα παιδιά φοιτούν στην Τρίτη δημοτικού όπου διδάσκεται μυθολογία, η ερευνήτρια επέλεξε να προσεγγιστεί το φαινόμενο μέσα από την ανάγνωση του μύθου για την Ηχώ. Μετά το τέλος της ανάγνωσης του μύθου για την Ηχώ, έγιναν από πλευράς της ερευνήτριας κάποιες ερωτήσεις κατανόησης. Τα παιδιά απάντησαν στις ερωτήσεις δείχνοντας ότι έχουν κατανοήσει το κείμενο.

Στη συνέχεια, τέθηκε το ερώτημα «Τι προσπάθησαν να εξηγήσουν οι αρχαίοι Έλληνες με το μύθο;» με σκοπό να αναδειχθούν οι ιδέες των παιδιών για την ηχώ αλλά και για τον εντοπισμό ή μη εμπειριών σχετικές με αυτή. Αρχικά, τα παιδιά ανέφεραν πως οι αρχαίοι συνήθως έτσι εξηγούσαν ένα φαινόμενο που δεν καταλάβαιναν. Στη συνέχεια, τα παιδιά απάντησαν με βάση τις προσωπικές τους εμπειρίες. Ο Κώστας είπε πως η ηχώ είναι όταν ακούγεται ξανά η φωνή μας αν φωνάζουμε και είμαστε σε βουνό και απέναντι είναι πέτρες μεγάλες. Η άποψη αυτή έγινε αποδεκτή από δύο ομάδες παιδιών. Στην απάντηση αυτή διακρίνεται πως όταν τα παιδιά περιγράφουν το φαινόμενο αναφέρονται σε συγκεκριμένες συνθήκες:

1. Πέτρες μεγάλες
2. Επανάληψη φωνής
3. σε βουνό

Πιθανόν πέρα από τις προσωπικές εμπειρίες τα παιδιά έχουν σχηματίσει μια άποψη για το φαινόμενο αυτό με βάση κάποια πρότυπα και για το λόγο αυτό αναφέρονται σε πέτρες και βουνά. Τα πρότυπα αυτά πιθανότατα σχετίζονται με εικόνες από ταινίες που έχουν παρακολουθήσει άρα έχουν προκύψει από φυσικά ή εικονικά περιβάλλοντα. Ο Παναγιώτης πρόσθεσε ως επιχείρημα μια σκηνή από μια πρόσφατη παιδική θεατρική

παράσταση που παρακολούθησε όλο το σχολείο «Τα ψηλά βουνά» όπου οι πρωταγωνιστές βρέθηκαν στην κορυφή του βουνού και χαιρέτησαν τα βουνά και η φωνή τους ακούστηκε ξανά. Το κείμενο αυτό υπάρχει και στο βιβλίο της Γλώσσας της τάξης τους και τα παιδιά το είχαν ήδη διδαχθεί. Επομένως, οι απόψεις τους εμπεριέχουν και όσα έχουν διαβάσει για το θέμα. Οι υπόλοιπες τρεις ομάδες θυμήθηκαν τη σκηνή και συμφώνησαν ότι η ηχώ συμβαίνει σε βουνά όταν απέναντι υπάρχουν πέτρες. Με βάση τις παρατηρήσεις που βασίστηκαν σε όσα ανέφεραν τα παιδιά και σημείωσε η παρατηρήτρια, μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα πως τα παιδιά έχουν εμπειρίες σχετικές με την ηχώ είτε άμεσες είτε έμμεσες και είναι σε θέση να περιγράψουν το φαινόμενο αυτό. Παράλληλα, αναφέρουν συνθήκες ή χώρους όπου μπορεί να συμβεί το φαινόμενο. Επικεντρώνονται στις συνθήκες εκείνες που σχετίζονται με την ηχώ και όχι στο πώς εξηγείται το φαινόμενο.

Συγκεκριμένα, όταν ζητήθηκε από την ερευνήτρια να αναφέρουν κι άλλα παραδείγματα τα παιδιά με βάση τα παραδείγματα που ανέφεραν και σημείωσε η ερευνήτρια εντοπίζουν τρεις χώρους / περιβάλλοντα όπου συμβαίνει η ηχώ (Βλέπε Πίνακα 10).

Πίνακας 9 Συνθήκες/περιβάλλοντα όπου συμβαίνει η ηχώ (Δευτερογενή δεδομένα)

Αριθμός παιδιών	Χώροι/περιβάλλοντα όπου συμβαίνει η ηχώ
Όλα τα παιδιά - 22 παιδιά	Σε βουνό με βράχους
14 παιδιά	Σε σπηλιές
7 παιδιά	Σε άδεια κτίρια

Τα δευτερογενή δεδομένα δείχνουν πως τα παιδιά έχουν μια άποψη προτυπική ίσως για την ηχώ ότι ακούγεται σε βουνά ή δάση που είναι ανοιχτά μέρη με απαραίτητη προϋπόθεση την ύπαρξη βράχων απέναντί τους ή μιας βαθιάς χαράδρας. Αυτό πιθανόν εξηγείται και από τον τρόπο που παρουσιάζεται η ηχώ σε κείμενα που έχουν διαβάσει ή/και σε ταινίες που έχουν παρακολουθήσει. Μικρότερος αριθμός παιδιών αναφέρει ότι η ηχώ μπορεί να παρατηρηθεί μέσα σε σπηλιές όπου υπάρχει βαθύ άνοιγμα και πάλι

πέτρες. Τέλος, λιγότερα παιδιά ανέφεραν και την περίπτωση άδειων κτιρίων ή δωματίων όπου μπορεί να παρατηρηθεί το φαινόμενο.

Οι σκέψεις των παιδιών αναφορικά με τα περιβάλλοντα και τις συνθήκες όπου παρατηρείται η ηχώ, μπορούν να ερμηνευτούν ως αναγνώριση κάποιων προϋποθέσεων για την εκδήλωση του φαινομένου της ηχούς. Ειδικότερα, αναγνώρισαν πως υπάρχει μια απέναντι επιφάνεια συνήθως οι πέτρες, τα βράχια ή οι τοίχοι και υπάρχει και μια απόσταση. Επομένως, τα παιδιά αυτής της ηλικίας αναγνωρίζουν και αναφέρουν συνθήκες που συμβαίνει η ηχώ.

Στη συνέχεια, η ερευνήτρια κάλεσε τα παιδιά να δώσουν εξηγήσεις του φαινομένου ρωτώντας τι νομίζουν ότι συμβαίνει με τον ήχο και αυτός ακούγεται ξανά. Σε αυτή τη φάση, όπως επιβεβαιώνει και η παρατηρήτρια, παρατηρήθηκε πως τα παιδιά έκαναν χρήση του επιστημονικού όρου «διαδίδεται και «διάδοση». Αυτό σημαίνει πως αρχικά κατανόησαν τη σημασία χρήσης επιστημονικών όρων και αναγνώρισαν την ανάγκη χρήσης τους στη συγκεκριμένη περίπτωση όπου ζητήθηκαν εξηγήσεις.

Η Μαρία, σύμφωνα με τις σημειώσεις της ερευνήτριας ανέφερε πως ο ήχος διαδίδεται στον αέρα και, όταν είμαστε στο βουνό και απέναντι έχουμε βράχια και φωνάζουμε, η φωνή μας διαδίδεται και ακούγεται. Αλλά, όταν απέναντι από εκεί που είμαστε έχει βράχια και ψηλές πέτρες ο ήχος χτυπά εκεί και γυρίζει πίσω. Έτσι ακούγεται ξανά. Ο Χρήστος, με βάση τις σημειώσεις της ερευνήτριας και της παρατηρήτριας, ανέφερε ότι κάνει ώρα για να πάει και να γυρίσει (ο ήχος) και έτσι ακούγεται μετά από λίγη ώρα. Τα υπόλοιπα παιδιά συμφώνησαν με την άποψη των δύο παιδιών και παρέθεσαν παραδείγματα σχετικά με την ανάκλαση του ήχου και την ηχώ.

Με βάση τις παρατηρήσεις της ερευνήτριας, τα παιδιά αντιλαμβάνονται εν μέρει το φαινόμενο της ανάκλασης του ήχου καθώς αναφέρονται σε αλληλεπίδραση του ήχου με κάποια αντικείμενα αλλά κατά κύριο λόγο συσχετίζουν το φαινόμενο με τα υλικά. Αυτό μπορεί να ερμηνευτεί ως μια αντίληψη για το φαινόμενο της ανάκλασης: ο ήχος κατά τη διάδοσή του συναντά ένα εμπόδιο που στην προκειμένη περίπτωση είναι οι πέτρες, και γυρίζει πίσω. Πιθανόν αναφέρονται σε σύγκρουση. Επίσης, η φράση «γυρίζει πίσω» αναφέρεται σε αλλαγή κατεύθυνσης του ήχου. Ωστόσο, δεν προβαίνουν σε περιγραφή του φαινομένου που να συμφωνεί με την επιστημονική άποψη. Αυτό πιθανόν συμβαίνει πως δεν έχουν ακόμα τις κατάλληλες γνώσεις για να εξηγήσουν το φαινόμενο της ανάκλασης.

Ο Χρήστος, όπως έχει σημειώσει η παρατηρήτρια, εξήγησε πως η ηχώ συμβαίνει μέσα στη σπηλιά γιατί υπάρχει μια απόσταση του ανθρώπου που παράγει τον ήχο. Μια πιθανή ερμηνεία αυτής της απάντησης είναι πως τα παιδιά θεωρούν ως προϋπόθεση την ύπαρξη κάποιας απόστασης ώστε να υπάρχει ηχώ. Με την ύπαρξη απόστασης συνδέουν και το χρόνο εξηγώντας γιατί η ηχώ ακούγεται μετά από λίγη ώρα.

Η ερευνήτρια ρώτησε «τι μπορεί να συμβαίνει μέσα σε μια τάξη με τη φωνή του δασκάλου;» με στόχο να διερευνήσει περεταίρω τις ιδέες των παιδιών για την ανάκλαση και την ηχώ.

Τα παιδιά μέσα στις ομάδες διατύπωσαν προτάσεις που έδειξαν καλή κατανόηση του φαινομένου της διάδοσης αλλά όχι της ανάκλασης καθώς αναφέρθηκαν σε συνθήκες που γνωρίζουν με βάση τις εμπειρίες τους. Παράλληλα εξήγησαν την ηχώ και τις περιπτώσεις όπου θα μπορούσε να παρατηρηθεί πάλι με βάση τα υλικά και τα περιβάλλοντα. Συγκεκριμένα, στην πρώτη ομάδα ο Παναγιώτης ανέφερε πως μέσα στην αίθουσα η φωνή του δασκάλου διαδίδεται με τον αέρα και έτσι ακούμε. Άρα, μια από τις ομάδες βασίστηκε στις προηγούμενες γνώσεις για να εξηγήσει ένα άλλο φαινόμενο αλληλεπίδρασης του ήχου με υλικά.

Στην τέταρτη ομάδα, η Ειρήνη ανέφερε πως ο ήχος χτυπά και στους τοίχους και γυρίζει πίσω αλλά δεν έχουμε ηχώ γιατί δεν υπάρχει η απόσταση. Επομένως, η τέταρτη ομάδα επεσήμανε την απόσταση ως προϋπόθεση. Δεν υπάρχει αναφορά σε άλλα στοιχεία καθώς πιθανότατα τα παιδιά αυτής της ηλικίας δεν αναγνωρίζουν άλλα στοιχεία αναφορικά με την ανάκλαση και, ειδικότερα, με το φαινόμενο της ηχούς.

Στην πρώτη ομάδα, ο Χρήστος, όπως σημείωσε η παρατηρήτρια, παρατήρησε ότι μέσα στην τάξη υπάρχουν πολλά πράγματα και για αυτό δεν έχουμε ηχώ. Είπε ακόμα όταν αν ήταν άδεια η αίθουσα αλλά και το σχολείο θα μπορούσε να υπάρχει η ηχώ. Η ερευνήτρια του ζήτησε ένα παράδειγμα για να κατανοήσει τη σκέψη του και ο Χρήστος ανέφερε μια άδεια πολυκατοικία και να βρίσκεται κάποιος κάτω στο ισόγειο και να φωνάζει. Η απάντηση αυτή μπορεί να ερμηνευτεί ως έμμεση αναφορά στα χαρακτηριστικά με τα οποία αλληλεπιδρά ο ήχος και ως έμμεση αναφορά στο φαινόμενο της απορρόφησης.

5.8 8^ο διδακτικό επεισόδιο: Η ανάκλαση του ήχου

Στο επόμενο διδακτικό επεισόδιο προσεγγίστηκε το φαινόμενο της ανάκλασης και υλοποιήθηκαν δραστηριότητες με στόχο να εξηγήσουν τα παιδιά το φαινόμενο αυτό ενώ η ερευνήτρια εισήγαγε την ανάλογη ορολογία «ανάκλαση του ήχου» και «ο ήχος ανακλάται».

Το διδακτικό επεισόδιο ξεκίνησε με μια ερώτηση ανοιχτού τύπου ώστε να προβληματιστούν τα παιδιά. Ειδικότερα, η ερευνήτρια έθεσε το ερώτημα: «πώς ακούγεται η φωνή της εκπαιδευτικού μέσα στην τάξη και τι συμβαίνει όταν τα παράθυρα είναι ανοιχτά και όταν είναι κλειστά;». Σε αυτά που ειπώθηκαν από τα παιδιά των παιδιών, έτσι όπως προκύπτουν από τις σημειώσεις της ερευνήτριας και της παρατηρήτριας, υπάρχουν αναφορές στην περίπτωση των άδειων σπιτιών πριν κατοικηθούν ενώ υπάρχει αναφορά και στο ρόλο που παίζουν τα παράθυρα και οι κουρτίνες. Συγκεκριμένα, τα παιδιά ανέφεραν πως το χειμώνα με το κλείσιμο των παραθύρων, ο ήχος χτυπά πάνω στα τζάμια και έτσι ακούγεται καλύτερα μέσα στην τάξη. Όταν έχουμε ανοιχτά τα παράθυρα, ο ήχος βγαίνει και έξω από την τάξη. Οι απαντήσεις αυτές ερμηνεύονται με βάση τις άμεσες εμπειρίες που έχουν αποκτήσει τα παιδιά.

Ο Χρήστος αναφέρθηκε στον ρόλο που έχουν οι κουρτίνες υποστηρίζοντας την άποψη πως ο ρόλος τους δεν έχει να κάνει μόνο με τη σκίαση του χώρου και την προφύλαξη από τον ήλιο αλλά έχει άμεση σχέση και με τον ήχο. Ειδικότερα, αναφέρθηκε σε χαρακτηριστικά που αφορούν τις κουρτίνες. Ανέφερε ότι είναι μαλακές και σε αυτές χτυπά ο ήχος αλλά δε γυρίζει πίσω. Φάνηκε επομένως πως τα παιδιά έχουν εμπειρίες του φαινομένου της ανάκλασης του ήχου ενώ ερμηνεύουν το φαινόμενο με αναφορές στα υλικά με τα οποία αλληλεπιδρά ο ήχος κατά τη διάδοσή του. Παράλληλα όμως στις απαντήσεις των παιδιών διαφάνηκε πως αντιλαμβάνονται και το φαινόμενο της απορρόφησης του ήχου ως συνάρτηση των υλικών. Ειδικότερα, όλα τα παιδιά ανέφεραν πως οι πέτρες, τα βράχια και οι τοίχοι είναι υλικά πάνω στα οποία ο ήχος χτυπά και επιστρέφει. Οι απαντήσεις τους φανερώνουν πως το φαινόμενο της ανάκλασης έχει συνδεθεί με σκληρά αντικείμενα. Πιθανόν αυτό ερμηνεύει καλύτερα την άποψή τους ότι ο ήχος κάπου «χτυπά» και αυτό το υλικό που αλληλεπιδρά είναι σκληρό και στέλνει τον ήχο πίσω. Μια άλλη πιθανή ερμηνεία έχει να κάνει με την

άποψη που μπορεί να έχουν τα παιδιά πως οι ήχοι σε έναν κλειστό χώρο λόγω της ύπαρξης των τοίχων ακούγονται καλύτερα σε αντίθεση με έναν ανοιχτό χώρο. Στις εκφράσεις τους, όπως επιβεβαιώνει και η παρατηρήτρια, δεν εντοπίστηκαν δηλώσεις που να αναφέρονται σε λεία ή επίπεδη επιφάνεια. Αυτό μπορεί να συμβαίνει είτε γιατί δεν αναγνωρίζουν τις λείες και επίπεδες επιφάνειες ως χαρακτηριστικό των υλικών που ανακλούν τον ήχο ή μπορεί η σκέψη τους να επηρεάζεται από αντικείμενα που λειτουργούν ως «πρότυπα» όπως οι πέτρες που τα κύρια χαρακτηριστικά τους δεν είναι ότι είναι λείες και επίπεδες.

Στη συνέχεια, τα παιδιά κλήθηκαν να σκεφτούν μια πειραματική δραστηριότητα ώστε να αποδείξουν πως ο ήχος ανακλάται και να απαντήσουν στο ερώτημα πως η φωνή του εκπαιδευτικού ακούγεται μέσα στην τάξη και ειδικότερα τι συμβαίνει με κλειστά παράθυρα. Η ερευνήτρια δεν κατηύθυνε τα παιδιά σε αυτή τη φάση αλλά απηύθυνε ερωτήσεις. Η δραστηριότητα στόχευε στο να σκεφτούν τα παιδιά μια κατάσταση που μέσω διερεύνησης μπορούσε να αναδείξει το φαινόμενο της ανάκλασης. Επίσης, μέσω αυτής, η ερευνήτρια ήθελε να ελέγξει κατά πόσο τα παιδιά μπορούν να σκεφτούν και να προτείνουν δραστηριότητες παρόμοιες με αυτές στις οποίες είχαν συμμετάσχει. Τα παιδιά είχαν στη διάθεσή τους διάφορα υλικά και αντικείμενα να επιλέξουν και εργάστηκαν σε ομάδες.

Τα παιδιά επέλεξαν από τα αντικείμενα που υπήρχαν, το ρολόι ως ηχητική πηγή που έλαβε τη θέση του εκπαιδευτικού. Τοποθέτησαν το ρολόι μέσα στο κουτί με ανοιγόμενο καπάκι όπως ο εκπαιδευτικός είναι μέσα στην τάξη. Η Μαρία σκέφτηκε και ανέφερε πως με κάποιο τρόπο χρειάζεται να δείξουν τους τοίχους και τα παράθυρα που υπάρχουν σε μια αίθουσα ή σε ένα δωμάτιο. Πρότεινε, όπως προκύπτει από τις σημειώσεις της ερευνήτριας, να χρησιμοποιήσουν το καπάκι ανοίγοντάς το σε μια κάθετη σχεδόν θέση. Τα υπόλοιπα παιδιά συμφώνησαν και, στη συνέχεια, προχώρησαν σε παρατήρηση του ήχου του ρολογιού με ανοιχτό το καπάκι σε οριζόντια θέση και με το καπάκι σε κάθετη θέση. Ο Κώστας πρότεινε για να ακούγεται ο ήχος από το ρολόι να σηκώσουν το καπάκι για να χτυπά ο ήχος του ρολογιού και να ακούγεται καλύτερα. Η Μαρία είπε ότι, όταν το καπάκι δεν είναι σηκωμένο, ο ήχος πηγαίνει προς όλες τις κατευθύνσεις και ακούγεται αλλά δεν ακούγεται καλά. Μάλιστα ισχυρίστηκε πως είναι σαν να μιλά (ο δάσκαλος) στο κέντρο της αυλής. Ακούγεται ο ήχος αλλά όχι δυνατά. Ο Χρήστος, όπως προκύπτει από τις σημειώσεις της παρατηρήτριας ανέφερε πως το καπάκι είναι σαν τον τοίχο. Μέσα στην τάξη, η φωνή (του δασκάλου) χτυπάει στον

τοίχο και ακούγεται καλύτερα χωρίς να φωνάζει. Στην περίπτωση που τα παράθυρα είναι ανοιχτά δε συμβαίνει αυτό γιατί ο ήχος διαδίδεται και έξω και ενώ ακούμε, δεν ακούμε τόσο καλά, δυνατά.

Με βάση τις δηλώσεις που σημείωσε η ερευνήτρια και τις σημειώσεις της παρατηρήτριας καθώς και τον τρόπο που εργάστηκαν τα παιδιά, διαπιστώθηκε πως έκαναν χρήση των προηγούμενων τους γνώσεων και δημιούργησαν μια πειραματική κατάσταση που ομοιάζε με μοντέλο ώστε να εξηγήσουν πως συμβαίνει η ανάκλαση του ήχου μέσα σε μια αίθουσα. Αυτό σημαίνει πως τα παιδιά άρχισαν να σκέφτονται με βάση αποδείξεις και προέβησαν σε συνδέσεις των γνώσεών τους ώστε να εξηγήσουν ένα φαινόμενο. Στην προκειμένη περίπτωση, αναφέρθηκαν στο φαινόμενο της διάδοσης αλλά και σε χαρακτηριστικά του ήχου όπως η ένταση. Επιπλέον, τα παιδιά συνεργάστηκαν και επέλεξαν τα κατάλληλα υλικά για να παρουσιάσουν την κατάσταση που τους περιγράφηκε που σημαίνει ότι αντιλαμβάνονται τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων αλλά και του ήχου. Τέλος, διατύπωσαν υποθέσεις και μετά την υλοποίηση της πειραματικής δραστηριότητας, εξήγησαν τις απόψεις τους χρησιμοποιώντας τεκμηρίωση.

Επομένως, τα παιδιά σε αυτή την ηλικία και με βάση τις προηγούμενες πειραματικές δραστηριότητες αλλά και τις προσωπικές τους εμπειρίες, έχουν απόψεις για την ανάκλαση του ήχου που σε μεγάλο βαθμό συνδέονται με τις εμπειρίες και τα χαρακτηριστικά των υλικών. Δεν θεωρούν πως ο ήχος χάνεται ή καταστρέφεται όταν συναντήσει μια επιφάνεια και ειδικότερα σκληρή, όπως είναι ο τοίχος. Επίσης, αντιλαμβάνονται πως υπάρχει μείωση της έντασης του ήχου στις περιπτώσεις που ο ήχος διαδίδεται χωρίς να υπάρχει κάποιο αντικείμενο. Βέβαια, υπάρχει μια πιθανότητα τα παιδιά να θεωρούν πως όταν ο ήχος συναντά κάποιο αντικείμενο απορροφάται ή επιστρέφει. Ωστόσο, δεν φαίνεται όπως προκύπτει από τις σημειώσεις της παρατηρήτριας και της ερευνήτριας ότι κατανοούν το φαινόμενο της ανάκλασης. Φαίνεται πως κατά κύριο λόγο αναφέρουν ότι ο ήχος χτυπά ανάλογα με την επιφάνεια και είτε ανακλάται είτε απορροφάται αλλά δεν γίνεται καμία αναφορά σε γωνίες.

Ακολούθως διερευνήθηκε τι μπορεί να συμβαίνει στον ήχο όταν συναντά άλλα υλικά με άλλα χαρακτηριστικά. Το ερώτημα που τέθηκε στα παιδιά ήταν το ακόλουθο: «Υπάρχει κάποιος λόγος που όταν έχω ανοιχτά τα παράθυρα, πολλές φορές τραβάω τις κουρτίνες;». Ο Παναγιώτης, με βάση τις σημειώσεις της ερευνήτριας, υποστήριξε πως

ο ήχος χτυπάει και εκεί αλλά δεν είναι το ίδιο με τον τοίχο. Μια ερμηνεία αυτής της απάντησης είναι πως αυτό το παιδί έχει αντίληψη του ρόλου που διαδραματίζουν τα χαρακτηριστικά των υλικών στην ανάκλαση ή απορρόφηση του ήχου. Τα υπόλοιπα παιδιά συμφώνησαν με την άποψη αυτή δηλαδή πως οι κουρτίνες επειδή είναι μαλακές έχουν κάποιο ρόλο στη μείωση του ήχου. Επικεντρώθηκαν επομένως στα χαρακτηριστικά του υλικού με το οποίο αλληλεπιδρά ο ήχος. Να σημειωθεί πως τα παιδιά επικεντρώθηκαν σε δηλώσεις που αφορούσαν τον ήχο και όχι το φως καθώς γνώριζαν πως ο ήχος είναι η έννοια που έχουν επικεντρωθεί και διερευνάται στην παρούσα έρευνα.

Με την εισαγωγή της επιστημονικής ορολογίας από την ερευνήτρια, παρατηρήθηκε πως τα παιδιά εύκολα έκαναν χρήση αυτής αντικαθιστώντας τις λέξεις «χτυπάει» και «γυρίζει πίσω». Μια πιθανή ερμηνεία είναι ότι επιλέγουν να περιγράφουν το φαινόμενο κάνοντας χρήση της ανάλογης ορολογίας. Μια δεύτερη ερμηνεία είναι ότι πιθανώς έχουν εντοπίσει δυσκολίες στην περιγραφή του συγκεκριμένου φαινομένου που συναντούν στην καθημερινότητά τους και έτσι η εισαγωγή της επιστημονικής ορολογίας, διευκολύνει τις περιγραφές τους. Ωστόσο, σε όλες τις απαντήσεις των παιδιών διαφαίνεται πως δεν διαθέτουν σε αυτή την ηλικία τις γνώσεις έτσι ώστε να εξηγήσουν και να κατανοήσουν επαρκώς το φαινόμενο της ανάκλασης. Για το λόγο αυτό αναφέρονται κατά κύριο λόγο σε χαρακτηριστικά των υλικών ενώ προβαίνουν σε συνεξέταση του φαινομένου σε σχέση με το φαινόμενο της απορρόφησης.

5.9 9^ο διδακτικό επεισόδιο: Η απορρόφηση του ήχου στα στερεά

Στο τελευταίο διδακτικό επεισόδιο, επιχειρήθηκε να διερευνηθεί το φαινόμενο της απορρόφησης του ήχου. Για το σκοπό αυτό, η ερευνήτρια έθεσε μια προβληματική κατάσταση στα παιδιά η οποία είχε άμεση σχέση με την πραγματικότητα και τα παιδιά έκαναν προτάσεις για την επίλυση του προβλήματος αφού συζήτησαν στις ομάδες. Η προβληματική κατάσταση που τέθηκε στα παιδιά προς επίλυση ήταν η ακόλουθη:

«Δυσκολεύομαι να κοιμηθώ το βράδυ όταν ακούγεται ο χτύπος του ρολογιού. Όμως χρειάζομαι το ρολόι στο δωμάτιο για να βλέπω την ώρα το πρωί. Υπάρχει κάποιος τρόπος να έχω το ρολόι στο δωμάτιο και να μην ακούω τον ήχο;»

Στην πρώτη ομάδα, ο Χρήστος πρότεινε να σκεπάσουν ή να καλύψουν με κάποιο τρόπο το ρολόι για να μην ακούγεται. Τα υπόλοιπα παιδιά της ομάδας συμφώνησαν. Παρόμοιες προτάσεις έγιναν και στις άλλες ομάδες όπου να τυλίξουν, να καλύψουν ή

να σκεπάσουν το ρολόι ήταν οι προτάσεις τους. Επομένως, τα παιδιά αυτής της ηλικίας αντιλαμβάνονται πως ο ήχος με κάποιο τρόπο μπορεί είτε να μειωθεί η έντασή του ώστε να μην ακούγεται τόσο δυνατά είτε να εξαλειφθεί. Μια πιθανή ερμηνεία αυτών των απαντήσεων είναι πως τα παιδιά αυτής της ηλικίας έχουν αντίληψη της μερικής και της ολικής απορρόφησης του ήχου και της έντασης ως χαρακτηριστικό του ήχου σε συνάρτηση με κάποια υλικά.

Στη συνέχεια, μέσω των κατάλληλων ερωτήσεων της ερευνήτριας κλήθηκαν να σκεφτούν το υλικό που θα ήταν κατάλληλο για να μειώσει ή να εξαλείψει τον ήχο του ρολογιού. Μια ερμηνεία αυτής τους της σκέψης είναι ότι συνδέουν άμεσα το φαινόμενο της απορρόφησης με τα υλικά. Αυτό παρατηρήθηκε και στο φαινόμενο της ανάκλασης οπότε τα παιδιά έχουν αντίληψη πως ο ήχος αλληλεπιδρά με υλικά και αυτό οδηγεί σε διαφορετικά φαινόμενα. Δεν μπορούν να επεξηγήσουν τα φαινόμενα αυτά πέρα από την αναφορά σε υλικά αντικείμενα.

Αναφορικά με τα υλικά που είχαν μπροστά τους καταγράφηκαν από την ερευνήτρια οι ακόλουθες απαντήσεις όπως παρουσιάζονται στον πίνακα 11:

Πίνακας 10 Δηλώσεις παιδιών αναφορικά με τα υλικά (δευτερογενή δεδομένα)

Υλικό	Κατάλληλο για απορρόφηση	Αριθμός παιδιών
Καπάκι	Όχι	22
Υφασμα	Ναι	10
Πετσέτα	Ναι	11
Χαρτί	Ναι	11
Βιβλίο	Όχι	16
Φελιζολ	Ναι	14
Σφουγγάρι	Ναι	17

Με βάση τις δηλώσεις του που προκύπτουν από δευτερογενή δεδομένα που παρουσιάζονται στο πίνακα 11 φαίνεται πως τα παιδιά επιλέγουν για την επίλυση του

προβλήματος και θεωρούν απορροφητικά τα υλικά που είναι μαλακά και έχουν πόρους σε αντίθεση με τα σκληρά και λεία αντικείμενα. Κυρίαρχες απαντήσεις είναι το φελιζόλ και το σφουγγάρι τα οποία συγκεντρώνουν τα χαρακτηριστικά αυτά.

Ωστόσο, όπως προκύπτει από τις σημειώσεις της ερευνήτριας και της παρατηρήτριας, καταγράφηκε μια διαφωνία αναφορικά με τα δύο αυτά υλικά, το φελιζόλ και το σφουγγάρι, καθώς τα παιδιά δήλωσαν πως αυτά θα κάνουν την καλύτερη δουλειά και θα «ρουφήξουν» το θόρυβο. Ωστόσο, η Μαρία υποστήριξε πως στην περίπτωση του ρολογιού, το φελιζόλ είναι δύσκολο να τυλιχτεί γύρω από το ρολόι και έτσι επικράτησε η λύση του σφουγγαριού. Η ερευνήτρια ζήτησε από τα παιδιά να τεκμηριώσουν την επιλογή τους. Τα παιδιά ανέφεραν πως το σφουγγάρι είναι μαλακό και μπορούν να το τυλίξουν γύρω από το ρολόι ενώ είπαν πως αυτό το κάνει και η πετσέτα και το ύφασμα (εννοώντας ότι μπορούν να τυλιχτούν) αλλά το σφουγγάρι έχει πολλές τρύπες. Τελικά υποστήριξαν ως πιο κατάλληλη λύση για την επίλυση της συγκεκριμένης προβληματικής κατάστασης το σφουγγάρι γιατί είναι μαλακό και μπορεί να τυλίξει το ρολόι και έχει τρύπες ώστε να απορροφήσει τον ήχο του ρολογιού. Επίσης, η χρήση της λέξης «ρουφήξουν» σχετίζεται με την απορρόφηση αλλά πιθανώς εμπεριέχει μια λαθεμένη αντίληψη ότι ο ήχος εξαφανίζεται και όχι ότι μειώνεται η έντασή του μέχρι να εξαλειφθεί.

Με βάση τις δηλώσεις των παιδιών που καταγράφηκαν στις σημειώσεις της ερευνήτριας, φάνηκε πως τα παιδιά αντιλαμβάνονται πως τα πορώδη και μαλακά υλικά απορροφούν τον ήχο σε αντίθεση με τα σκληρά και μη πορώδη. Στη συνέχεια, η ερευνήτρια ζήτησε από τους μαθητές να σκεφτούν περιπτώσεις όπου χρησιμοποιούνται τέτοια υλικά για τον ήχο ώστε να διαπιστώσει αν πραγματικά αντιλαμβάνονται την απορρόφηση σε σχέση με τα χαρακτηριστικά των υλικών με τα οποία αλληλεπιδρά ο ήχος. Τα παιδιά ανέφεραν πως η αίθουσα μουσικής είναι εσωτερικά επενδυμένη με ένα υλικό σαν σφουγγάρι, μαλακό και με πόρους. Όταν ζητήθηκε να εξηγήσουν γιατί έχει γίνει αυτό μέσα στην αίθουσα μουσικής, τα παιδιά ανέφεραν πως επειδή εκεί μέσα παίζουν μουσική αυτό το υλικό στον τοίχο βοηθά να μην ακούγεται ο ήχος έξω αλλά προστατεύει και να μην ακούγονται πολύ δυνατά οι ήχοι. Η Ειρήνη, όπως έχει σημειώσει η παρατηρήτρια, ανέφερε πως αυτό συμβαίνει και σε στούντιο. Εξήγησε λέγοντας ότι βάζουν αυτό το υλικό στον τοίχο για να μην γίνεται ανάκλαση. Το συγκεκριμένο παιδί προέβη σε συνδυασμό των γνώσεών του και των όρων που είχαν

εισαχθεί στο προηγούμενο μάθημα για να εξηγήσει ένα άλλο φαινόμενο και να τεκμηριώσει τη γνώμη του.

Σε αυτό το σημείο, η ερευνήτρια εισήγαγε τον επιστημονικό όρο «απορρόφηση του ήχου» και τη φράση «ο ήχος απορροφάται». Καθώς η λέξη έχει σχετιστεί με καθημερινές δραστηριότητες όπως το σκούπισμα με ηλεκτρική σκούπα και θέλοντας να αποφύγει τυχόν παρανοήσεις που δημιουργεί η χρήση του όρου, η ερευνήτρια ρώτησε τα παιδιά τι γίνεται με τον ήχο στην περίπτωση που απορροφάται. Σε καμία από τις δηλώσεις των παιδιών δεν αναφέρθηκε πως ο ήχος παγιδεύεται ή εγκλωβίζεται. Επομένως, δεν εντοπίζεται η εναλλακτική ιδέα που αναφέρεται από τους Driver et al. (2000). Αντίθετα, τα παιδιά υποστήριξαν πως ο ήχος ανακλάται αλλά πως κάποια υλικά που είναι μαλακά και με τρύπες κάνουν πολλές ανακλάσεις μαζί. Τότε ζητήθηκε από τα παιδιά να επανέλθουν στην περίπτωση με την ηχώ και να σκεφτούν τι θα συμβεί αν αντί για πέτρες βάλουμε απέναντι δέντρα. Τα παιδιά δήλωσαν ότι δεν θα έχουμε ηχώ. Θα γίνει απορρόφηση από τα φύλλα αφού αυτά είναι μαλακά και όχι σκληρά σαν τα βράχια.

Με βάση τα παραπάνω, διαπιστώνεται πως οι μαθητές διαθέτουν εμπειρίες που αφορούν την απορρόφηση του ήχου ενώ έχουν αντίληψη πως τα χαρακτηριστικά των υλικών συνδέονται με την ανάκλαση και την απορρόφηση του ήχου. Η χρήση της επιστημονικής ορολογίας φαίνεται πως βοηθά τα παιδιά να περιγράψουν και να τεκμηριώσουν τις απόψεις τους ενώ συμβάλει και στον συνδυασμό και τη σύνδεση των γνώσεων του προκειμένου να εξηγούν τα φαινόμενα αλληλεπίδρασης του ήχου με άλλα υλικά.

Ολοκληρώνοντας την παρέμβαση, η ερευνήτρια ζήτησε από τα παιδιά να αναφέρουν παραδείγματα απορρόφησης. Τα παιδιά ανέφεραν διάφορες περιστάσεις όπως τα ακουστικά των κινητών όπου χρησιμοποιείται κάτι σαν σφουγγάρι για να απορροφά τον ήχο, τους τοίχους που μέσα σε αυτούς βάζουν φελιζόλ και τα ακουστικά που φορούν οι άνθρωποι που εργάζονται με τρυπάνια. Ζητήθηκε να πουν τις διαφορές που εντοπίζουν στις περιπτώσεις που ανέφεραν. Παρατηρήθηκε πως τα παιδιά διαχωρίζουν τους ήχους με βάση την έντασή τους και ότι γνωρίζουν πως κάποιοι ήχοι μπορεί να είναι επιβλαβείς για την ακοή του ανθρώπου. Διαχώρισαν επομένως τα ακουστικά για τη μουσική από αυτά που φορούν οι άνθρωποι που εργάζονται με πολύ έντονους ήχους όπως τα τρυπάνια. Στην πρώτη περίπτωση, η απορρόφηση είναι μερική ενώ στη

δεύτερη είναι ολική. Ο Κώστας ήταν το παιδί που γνώριζε και ανέφερε πρώτο τον όρο «ηχομόνωση», όπως σημείωσε η παρατηρήτρια. Ο Χρήστος είπε πως κάποια υλικά είναι πιο απορροφητικά από άλλα και για αυτό τα χρησιμοποιούν οι άνθρωποι. Η Μαρία εξήγησε ότι τα υλικά επιλέγονται ανάλογα με το τι θέλουν οι άνθρωποι δηλαδή αν θέλουν να μην ακούν καθόλου τους ήχους γιατί είναι επικίνδυνο ή να μειώσουν την έντασή τους.

Μια πιθανή ερμηνεία, είναι πως τα παιδιά αυτής της ηλικίας γνωρίζουν τα χαρακτηριστικά των υλικών που μπορούν να απορροφήσουν τον ήχο και επιλέγουν τα κατάλληλα υλικά για κάθε περίπτωση.

Κεφάλαιο 6^ο: Συμπεράσματα και Διδακτική Μαθησιακή Πορεία

6.1 Συμπεράσματα:

Η παρούσα έρευνα είχε ως στόχο την ανάπτυξη, εφαρμογή μιας μαθησιακής σειράς ακολουθώντας τη μακροσκοπική προσέγγιση του ήχου στο Δημοτικό σχολείο και ειδικότερα στην Τρίτη Δημοτικού. Υλοποιήθηκε ακολουθώντας την προσέγγιση του διδακτικού πειράματος. Πραγματοποιήθηκαν εννέα διδακτικά επεισόδια μέσα στην τάξη από την ερευνήτρια. Το δείγμα για την παρούσα έρευνα ήταν τα 22 παιδιά της Γ΄ Τάξης ενός δημοτικού σχολείου. Τα δεδομένα για την ανάλυση προήλθαν από το υλικό που παρήγαγαν τα παιδιά (φύλλα εργασίας, σχέδια), τις παρατηρήσεις της ερευνήτριας και της παρατηρήτριας.

Με βάση την ανάλυση των δεδομένων προέκυψαν κάποια συμπεράσματα. Ένα βασικό συμπέρασμα που προέκυψε είναι πως υπάρχουν αρκετές ασυνέπειες στα νοητικά μοντέλα που χρησιμοποιούν τα παιδιά κατά περίπτωση. Ειδικότερα, παρατηρήθηκε πως σε κάποιες περιπτώσεις τα παιδιά αντιλαμβάνονται τον ήχο ως υλική οντότητα δηλαδή του αποδίδουν χαρακτηριστικά υλικού αντικειμένου όταν αναφέρονται στη φύση του ήχου ενώ στην περίπτωση της διάδοσης στα υγρά, διαπιστώθηκε αναφέρουν πως ο ήχος ρέει και φτάνει στα αυτιά μας, δηλαδή ο ήχος γίνεται αντιληπτός ως υλική οντότητα κατά το φαινόμενο της διάδοσης στα υγρά. Αυτό συμφωνεί με όσα αναφέρουν οι Rejuan et al. (2012). Ειδικότερα, τα παιδιά δεν έχουν ένα ξεκάθαρο νοητικό μοντέλο που παραμένει σταθερό από την αρχή μέχρι την ολοκλήρωση της κάθε παρέμβασης. Αντίθετα, παρατηρήθηκε πως ειδικότερα στις αρχικές παρεμβάσεις τα παιδιά έκαναν χρήση διαφορετικών μοντέλων για να ερμηνεύσουν τα φαινόμενα που συναντούσαν για τη φύση του ήχου. Ωστόσο, καθώς ο ήχος βρίσκεται στην καθημερινότητά τους, οι εναλλακτικές τους ιδέες που φέρνουν στην τάξη έχουν να κάνουν κατά κύριο λόγο με τις εμπειρίες τους σε συνδυασμό με αποσπάσματα γνώσης που πιθανόν τα παιδιά έχουν αποκτήσει από τους γονείς του, τα ΜΜΕ ή στις εξωσχολικές τους δραστηριότητες. Αυτό άλλωστε είναι και ο βασικός λόγος διατήρησης των εναλλακτικών ιδεών των παιδιών ακόμα και μετά από μαθήματα στο πλαίσιο της εκπαίδευσής τους. Για το λόγο αυτό, είναι απαραίτητο να σχεδιάζονται μαθήματα που βασίζονται στις προηγούμενες ιδέες και γνώσεις των παιδιών. Η

παρούσα έρευνα έθεσε ως στόχο να εντοπίσει αυτές τις ιδέες και με βάση αυτές να σχεδιαστεί μια διδακτική μαθησιακή πορεία για τη διδασκαλία του ήχου σε μικρές ηλικίες του δημοτικού σχολείου, πριν την εισαγωγή του μαθήματος της φυσικής στην Ε΄ Δημοτικού, όπως προβλέπεται με βάση το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών. Αυτό θεωρείται σκόπιμο καθώς αφενός πολλές από τις ιδέες των παιδιών εμφανίζονται ως ιδιαίτερα ανθεκτικές και αφετέρου, η έννοια του ήχου προτείνεται να προσεγγιστεί σε μικρότερη ηλικία μακροσκοπικά αφού αποτελεί κομμάτι της καθημερινότητας των παιδιών.

Αναφορικά με τη φύση του ήχου, διαπιστώθηκε πως τα παιδιά αυτής της ηλικίας πιθανόν σε κάποιες περιπτώσεις αντιλαμβάνονται τον ήχο ως υλική οντότητα. Δεν υπήρξε καμία αναφορά σε ηχητικά κύματα από πλευράς των παιδιών στην παρούσα έρευνα. Μια βασική δυσκολία που φάνηκε να αντιμετωπίζουν τα παιδιά είναι πως ο ήχος δεν είναι ορατός. Αυτό επισημαίνεται και από την έρευνα της Veith (2023), η οποία προτείνει την επιλογή κατάλληλων δραστηριοτήτων που εμπλουτίζουν τις εμπειρίες των παιδιών και συμβάλλουν στην προσέγγιση της επιστημονικής γνώσης. Η ίδια στην έρευνά της έκανε χρήση ενός μοντέλου ώστε τα παιδιά να αποκτήσουν οπτική αντίληψη του ήχου και κατέληξε πως αυτή συνέβαλε στην αντιμετώπιση της βασικής κυρίαρχης εναλλακτικής ιδέας πως ο ήχος είναι υλική οντότητα. Για το λόγο αυτό, σε κάποιες περιπτώσεις τα παιδιά κατά τις εξηγήσεις τους μπορεί να αποδίδουν στον ήχο χαρακτηριστικά υλικού. Επίσης, πολλές παρανοήσεις των παιδιών σχετίζονται με το γεγονός ότι ο ήχος αφορά σε μεγάλο βαθμό την καθημερινότητά τους και έχουν ήδη αποκτήσει πολλές εμπειρίες έως την επαφή τους με την επιστημονική γνώση. Ο ήχος διδάσκεται στο σχολείο για πρώτη φορά στην Πέμπτη Δημοτικού. Στην παρούσα εργασία, διαπιστώθηκε πως η διδασκαλία φαινομένων που σχετίζονται με τον ήχο σε μικρότερη ηλικία παρουσιάζει σημαντικά οφέλη για τα παιδιά και την αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών τους.

6.2 Πρώτο ερευνητικό ερώτημα:

Το πρώτο ερευνητικό ερώτημα επικεντρώθηκε στην ανάδειξη των εναλλακτικών ιδεών που είχαν τα παιδιά πριν το διδακτικό πείραμα. Αναφορικά με τη φύση του ήχου, στο πρώτο διδακτικό επεισόδιο διαπιστώθηκε πως τα παιδιά διατηρούν την άποψη πως ο ήχος φέρει τα χαρακτηριστικά μιας ουσίας δηλαδή είναι μια υλική οντότητα και πιθανόν μπορεί να υφίσταται ανεξάρτητα από τις συνθήκες. Σε αυτό το σημείο, τα

ευρήματα της παρούσας έρευνα συμφωνούν με αυτά της έρευνας των Καλιαμπού και συνεργατών (2020, σελ. 33) που διαπίστωσε πως μια από τις νοητικές αναπαραστάσεις των παιδιών προσχολικής ηλικίας που βασίζεται στα βιώματά τους αποτελεί πως ο ήχος έχει μια ανεξάρτητη υπόσταση τόσο από το σημείο παραγωγής του όσο και από τον αποδέκτη. Παρομοίως, οι απόψεις των παιδιών της παρούσας έρευνας συμφωνούν με όσα αναφέρει η Ladachart (2010, p. 20) και ο Pantidos (2019, p. 217) που αναφέρουν πως τα παιδιά έχουν αντίληψη του ήχου ως ένα υλικό με χαρακτηριστικά ουσίας. Ειδικότερα, τα χαρακτηριστικά που εμφανίστηκαν στην παρούσα έρευνα είναι πως

- Ο ήχος είναι ένα αόρατο υλικό.
- Ο ήχος μπορεί να ωθηθεί προς ή μακριά (από αντικείμενα ή από το μέσο διάδοσης).
- Ο ήχος μπορεί να περιοριστεί

Τα χαρακτηριστικά αυτά επισημαίνονται και σε άλλη έρευνα του Eshach (2014).

Αναφορικά με τα χαρακτηριστικά του ήχου, διαπιστώθηκε πως τα παιδιά αναγνωρίζουν την ένταση ως χαρακτηριστικό του ήχου, τη διαχωρίζουν από άλλα χαρακτηριστικά και κάνουν χρήση του όρου «ένταση». Ωστόσο, αν και φάνηκε να έχουν κάποιες εμπειρίες σχετικές με τη συχνότητα, φάνηκε πως δεν την αναγνωρίζουν ως χαρακτηριστικό του ήχου. Τα παιδιά αναφέρονται σε κάποιους ήχους που γίνονται αντιληπτοί από τους ανθρώπους μέσω της ακοής και σε κάποιους ήχους που δεν γίνονται αντιληπτοί από τους ανθρώπους αλλά από τα ζώα. Δεν προβαίνουν σε εξηγήσεις γιατί συμβαίνει αυτό.

Αναφορικά με τη διάδοση του ήχου, διαπιστώθηκε πως υπάρχει η βασική εναλλακτική ιδέα πως ο ήχος είναι υλική οντότητα. Ειδικότερα, κατά τη διάδοση του ήχου στα υγρά, διαπιστώθηκε πως τα παιδιά έχουν αναπτύξει ένα μοντέλο σύμφωνα με το οποίο ο ήχος ρέει μέσα στο νερό και μετακινεί ό,τι βρίσκεται κοντά του. Κατά συνέπεια, φάνηκε πως τα παιδιά αντιλαμβάνονται τον ήχο ως υλική οντότητα κατά τη διάδοσή του στο νερό. Επίσης, τα παιδιά είχαν ως αρχική αντίληψη πως ο ήχος δεν διαδίδεται στο κενό χωρίς να προβαίνουν σε επεξηγήσεις για το λόγο που συμβαίνει αυτό. Αναφορικά με τη διάδοση του ήχου στα στερεά, διαπιστώθηκε αρχικά πως τα παιδιά είχαν συγκεχυμένες απόψεις που αφορούσαν τη διάδοση του ήχου σε υλικά σκληρά και μαλακά. Ως βασικό συμπέρασμα προέκυψε πως τα παιδιά δυσκολεύονται αρχικά να αντιληφθούν τη

διάδοση του ήχου στα στερεά και αναφέρονται σε χαρακτηριστικά των στερεών. Έτσι, τα ευρήματα της παρούσας έρευνας επιβεβαιώνουν τα όσα υποστηρίζουν οι Menchen και Thompson (2005, p. 84) οι οποίοι επισημαίνουν πως τα παιδιά αναφορικά με τη διάδοση του ήχου στα στερεά επικεντρώνονται στα χαρακτηριστικά των αντικειμένων.

6.3 Δεύτερο ερευνητικό ερώτημα:

Το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα επικεντρώθηκε στα χαρακτηριστικά της διδακτικής μαθησιακής πορείας που συνέβαλαν στη μάθηση με βάση τη μακροσκοπική προσέγγιση. Στην παρούσα διδακτική μαθησιακή πορεία δεν ακολουθήθηκε το μοντέλο της κυματικής φύσης του ήχου καθώς είναι δύσκολο να κατανοηθεί από τα παιδιά (Pejuan et al., 2012, p. 680). Αντί αυτού επιλέχθηκε να αντιμετωπιστούν οι προηγούμενες απόψεις των παιδιών μέσω εξειδικευμένων δραστηριοτήτων που θα συνέβαλαν στον εμπλουτισμό των εμπειριών τους προκειμένου να υιοθετήσουν το επιστημονικά αποδεκτό μοντέλο, αναθεωρώντας τις προηγούμενες ιδέες τους. Έγινε προσπάθεια οι δραστηριότητες που επιλέχθηκαν να σχετίζονται με τις ιδέες και τις εμπειρίες των παιδιών έτσι ώστε να επιτευχθεί ευκολότερα η εσωτερίκευση του επιστημονικά αποδεκτού μοντέλου. Οι παραλλαγές στα μαθησιακά αντικείμενα και η κατάλληλη επιλογή πειράματος είναι σημαντικά καθώς επιτρέπουν τη διάκριση διαφορετικών πτυχών ενός φαινομένου, βοηθώντας τα παιδιά να βιώσουν τις επιστημονικά σωστές έννοιες του ήχου όπως φάνηκε και από την έρευνα της Veith (2023) όπου η επιλογή ενός πειράματος με βάση τη διάταξη Schlieren επέτρεψε στα παιδιά να έχουν μια νέα εμπειρία και επίγνωση για τον ήχο και αυτή ήταν η οπτική. Η οπτική αντίληψη του ήχου σε αυτό το πείραμα επιτρέπει μια πολύ πιο άμεση σύνδεση μεταξύ του αέρα και του ήχου από ό,τι είναι δυνατό σε άλλα πειράματα.

Για τη διδασκαλία της διάδοσης, η διδασκαλία αρχικά επικεντρώθηκε στα υγρά, στη συνέχεια επικεντρώθηκε στη διάδοση του ήχου στα στερεά όπου επιλέχθηκαν δραστηριότητες και υλικό που να ανταποκρίνεται στις ιδέες των παιδιών που κατά κύριο λόγο συνέδεαν τη διάδοση στα στερεά με τα χαρακτηριστικά του μέσου και τέλος, η διδασκαλία ολοκληρώθηκε με δραστηριότητες που επικεντρώθηκαν στη διάδοση του ήχου στα αέρια. Για τη διάδοση του ήχου στα αέρια, κρίθηκε απαραίτητο να ελεγχθούν οι απόψεις και γνώσεις των παιδιών για τον αέρα καθώς οι βασικές παρανοήσεις σχετίζονται με την μη αντίληψη της υλικής υπόστασης του αέρα και κατά επέκταση μη αντίληψης του αέρα ως μέσου διάδοσης. Η επιστημονική ορολογία

εισήχθη με την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων που επικεντρώθηκαν στη διάδοση στα υγρά, στα στερεά και στα αέρια. Αυτό φάνηκε πως ήταν βοηθητικό για τα παιδιά και συνέβαλε στην ακριβή περιγραφή του φαινομένου με τη χρήση της κατάλληλης ορολογίας.

Επίσης, οι δραστηριότητες που επιλέχθηκαν είχαν άμεση σχέση με τις εμπειρίες και βρίσκονταν στον ήδη γνωστό κόσμο των παιδιών. Έτσι, καθώς τα παιδιά της παρούσας έρευνας φοιτούσαν στην Τρίτη δημοτικού όπου διδάσκονται μυθολογία στο μάθημα της Ιστορίας, επιλέχθηκε το φαινόμενο της ανάκλασης του ήχου να προσεγγιστεί αρχικά μέσα από την ανίχνευση των ιδεών και εμπειριών των παιδιών για την ηχώ. Το φαινόμενο της ανάκλασης προσεγγίστηκε μέσω δραστηριοτήτων που έδιναν έμφαση στα υλικά με τα οποία αλληλεπιδρά ο ήχος καθώς και των χαρακτηριστικών τους ενώ για την ηχώ επισημάνθηκαν οι συνθήκες και τα περιβάλλοντα όπου παρατηρείται. Η επιστημονική ορολογία στην παρούσα έρευνα εισήχθη μετά το πέρας των επεισοδίων που επικεντρώνονταν σε ένα φαινόμενο και παρατηρήθηκε ότι βοήθησε τα παιδιά στην περιγραφή των φαινομένων. Επομένως, η χρήση της επιστημονικής ορολογίας φάνηκε πως αποφέρει θετικά αποτελέσματα αν εισαχθεί μετά τις δραστηριότητες κάθε μαθήματος.

Αναφορικά με το φαινόμενο της απορρόφησης του ήχου, σε αυτή την ηλικία η προσέγγιση επικεντρώθηκε μόνο στα στερεά καθώς και στα υλικά και τα χαρακτηριστικά τους που λειτουργούν ως απορροφητικά και προσφέρουν στις ανάλογες περιστάσεις ηχομόνωση.

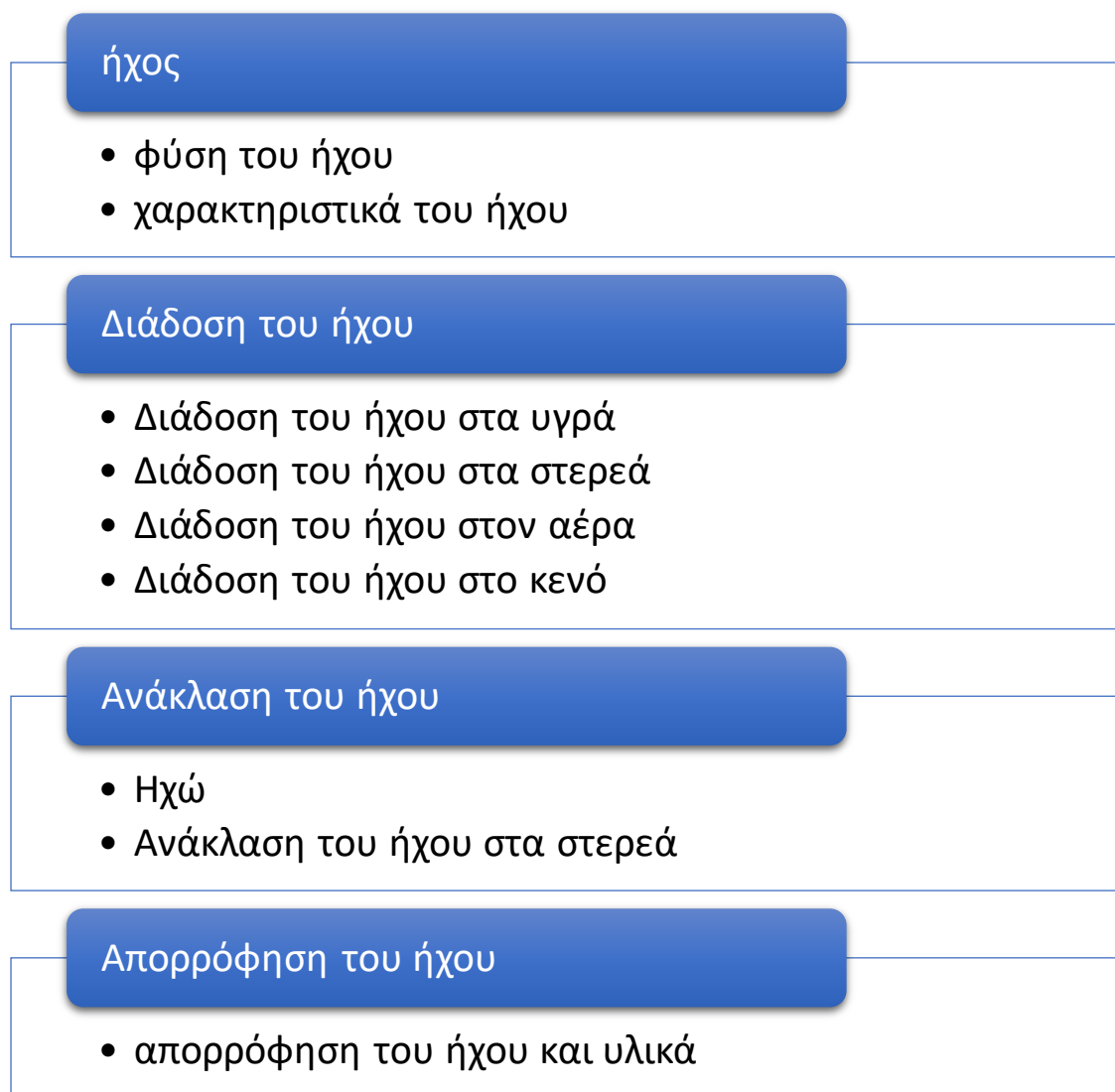
Μέσα από την ανάλυση των ευρημάτων, προέκυψε πως οι δραστηριότητες που επιλέχθηκαν για κάθε διδακτικό επεισόδιο συνέβαλαν ουσιαστικά στη μάθηση και στην κατανόηση καθώς εμπλούτιζαν τις εμπειρίες των παιδιών. Επίσης, μέσω της αλληλεπίδρασης και της συζήτησης αναδείχθηκαν τα ελλείμματα που είχαν οι ιδέες των παιδιών και με βάση τις δραστηριότητες τα παιδιά πλησίασαν προς το επιστημονικό μοντέλο.

Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας αναδεικνύουν τη σημασία επιλογής των κατάλληλων δραστηριοτήτων προκειμένου τα παιδιά να αντικαταστήσουν τις εναλλακτικές τους ιδέες με ιδέες που είναι σύμφωνες με το επιστημονικό μοντέλο. Η χρήση των παραδοσιακών εκπαιδευτικών πρακτικών δεν αποφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα και οι προϋπάρχουσες εναλλακτικές ιδέες των παιδιών για τον ήχο δεν

αλλάζουν σε αντίθεση με προσεγγίσεις που βασίζονται στις ιδέες και τις εμπειρίες τους (Sari et al.,2017, p. 5). Μέσω της παρούσας έρευνας όπως και στην έρευνα των Costa et al. (2024, p. 2) αποδείχθηκε πως η διδασκαλία με επίκεντρο τις μαθησιακές προόδους μπορεί να βελτιώσει την ικανότητα των μαθητών να ενσωματώνουν αυτά τα στοιχεία στις εξηγήσεις τους και να παρουσιάζουν πιο περίπλοκες εξηγήσεις για τη διάδοση του ήχου, σε διαφορετικά επίπεδα της μαθησιακής προόδου.

6.4 Τρίτο ερευνητικό ερώτημα:

Το τρίτο ερευνητικό ερώτημα επικεντρώθηκε στην τελική διαμόρφωση της διδακτικής μαθησιακής πορείας με βάση τις ιδέες και τις εμπειρίες των παιδιών. Η διδακτική μαθησιακή ακολουθία που ακολουθήθηκε για την προσέγγιση του ήχου μακροσκοπικά στην Γ' Δημοτικού συνοψίζεται στο ακόλουθο σχήμα (Βλέπε σχήμα 1)



Αναλύοντας το σχήμα, πρώτα είναι σημαντικό να ειπωθεί πως η διδακτική μαθησιακή πορεία βασίστηκε στις ιδέες και τις εμπειρίες των παιδιών ακολουθώντας το κοντροκτιβιστικό παράδειγμα. Για το λόγο αυτό, ξεκίνησε με διερεύνηση των ιδεών και των γνώσεων που έχουν τα παιδιά για την έννοια του ήχου. Στη συνέχεια, με βάση τα όσα προέκυψαν, η ερευνήτρια συνέχισε με δραστηριότητες που αφορούν την έννοια του ήχου και τα χαρακτηριστικά που προσδίδουν και αναγνωρίζουν σε αυτή τα παιδιά.

Μετά από την έννοια του ήχου, οι δραστηριότητες επικεντρώθηκαν στο φαινόμενο διάδοσης του ήχου, η οποία προσεγγίστηκε αρχικά με τα υγρά, στη συνέχεια με τα στερεά και τέλος με τα αέρια. Μετά από το φαινόμενο της διάδοσης, η διδακτική μαθησιακή πορεία επικεντρώθηκε στο φαινόμενο της ανάκλασης όπου αρχικά προσεγγίστηκε η ηχώ και στη συνέχεια προσεγγίστηκε το φαινόμενο της ανάκλασης στα στερεά με έμφαση στα υλικά. Τέλος, προσεγγίστηκε το φαινόμενο της απορρόφησης του ήχου μέσω των υλικών με τα οποία αλληλεπιδρά ο ήχος και των χαρακτηριστικών τους.

Με βάση την τελική διαμόρφωση της διδακτικής μαθησιακής πορείας προέκυψαν κάποια συμπεράσματα. Συγκεκριμένα, ως προς τη **διάδοση του ήχου**, διαπιστώθηκε πως τα παιδιά αναφέρονται σε εμπειρίες που έχουν πρώτα από όλα να κάνουν με το νερό και κατά επέκταση στα υγρά ενώ στη συνέχεια αναφέρονται στη διάδοση στα στερεά. Βασικό θέμα που προκύπτει σε αυτές τις ηλικίες είναι η **αντίληψη του μέσου** που επιτρέπει στον ήχο να διαδοθεί και να φτάσει στον δέκτη που στην προκειμένη περίπτωση είναι το αυτί των παιδιών (Ravanis et al. 2021, p. 2). Με βάση τα ευρήματα, προέκυψε πως τα παιδιά, αναγνωρίζουν ότι είναι **απαραίτητη η ύπαρξη ενός μέσου** για τη διάδοση καθώς μέσω αυτού του μέσου διαδίδεται ο ήχος. Αυτό φαίνεται συνεπές με όσα αναφέρει ο Hgepic (2002, p. 52) όπου αν και τα παιδιά σκέφτονται τον ήχο ως υλική οντότητα παράλληλα μπορεί να διατηρούν την πεποίθηση πως μπορεί να χρειάζεται ένα μέσο για διάδοση, το οποίο λειτουργεί ως διευκολυντής.

Ωστόσο, το σημαντικό που διαπιστώθηκε είναι τα παιδιά δεν αποδίδουν στον ήχο τα χαρακτηριστικά ενός υλικού δηλαδή δεν σκέφτονται τον ήχο ως υλική οντότητα. Αυτό προκύπτει καθώς **υποστηρίζουν πως δεν μεταφέρεται ή δεν μετακινείται κάτι κατά τη διάδοση του ήχου**. Αναγνωρίζουν όμως ότι κάτι συμβαίνει εξαιτίας του ήχου μέσα στο μέσο, δηλαδή ότι προκαλείται μια διαταραχή στο μέσο. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τις συνήθεις παρανοήσεις που συναντώνται ακόμα και σε φοιτητές/τριες

τριτοβάθμιας εκπαίδευσης όπου θεωρούν μεν πως το μέσο είναι απαραίτητο αλλά υποστηρίζουν πως ο ήχος και ειδικότερα το ηχητικό κύμα έχει τις ιδιότητες μιας υλικής οντότητας που σπρώχνει και αναγκάζει σε κίνηση μέσα στο μέσο (Wittman et al, 2005, p. 997-998).

Μετά την υλοποίηση των διδακτικών επεισοδίων για τη διάδοση του ήχου, φάνηκε πως τα παιδιά πλησιάζουν περισσότερο στο επιστημονικό μοντέλο. Αναφορικά με τον τρόπο διάδοσης του ήχου στο νερό, ως βασικό εύρημα που προέκυψε και βασίστηκε στα σχέδια που παρήγαγαν τα παιδιά είναι πως **τα παιδιά ζωγραφίζουν τον ήχο να διαδίδεται προς όλες τις κατευθύνσεις** ή με πολλά βελάκια ή με τη μορφή ομόκεντρων κύκλων ή ημικυκλίων. Επομένως, τα παιδιά αντιλαμβάνονται πως ο ήχος έχει κατεύθυνση και μάλιστα υποστηρίζουν πως η κατεύθυνση κατά τη διάδοσή είναι προς όλες τις κατευθύνσεις δηλαδή δεν αφορά μόνο τον δέκτη. Παρόμοια σχέδια συναντώνται και στην έρευνα των Eshach και Schartz (2006, p. 748) αλλά και των Sozen και Bolat (2011) και του Sadoglu (2013) που όμως επικεντρώθηκαν σε μεγαλύτερες ηλικίες παιδιών. Το εύρημα της παρούσας έρευνας φαίνεται να έρχεται σε αντίθεση με τα όσα υποστηρίζουν οι Mazens και Lautrey (2003, p.167-168) που αναφέρουν πως τα παιδιά από την ηλικία των δέκα ετών ζωγραφίζουν τον ήχο να πηγαίνει προς όλες τις κατευθύνσεις καθώς στην προκειμένη περίπτωση τα παιδιά είναι οκτώ ετών. Επίσης, τα ευρήματα της παρούσας έρευνας έρχονται σε αντίθεση με τα όσα διαπίστωσαν οι Eshach et al. (2018) που αναφέρουν πως τα παιδιά έχουν την αντίληψη πως ο ήχος δεν διαδίδεται στο νερό καθώς το νερό έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από τον αέρα και επομένως παρεμποδίζεται η κίνησή του που επιτρέπει τη διάδοση του ήχου.

Μετά την υλοποίηση των δραστηριοτήτων, διαπιστώθηκε πως τα παιδιά θεωρούν πως **ο ήχος διαδίδεται πιο γρήγορα στα στερεά συγκριτικά με τα υγρά**. Αν και δεν ήταν ζητούμενο της παρούσας έρευνας, προέκυψε πως τα παιδιά έχουν αντίληψη της ταχύτητας κατά την μελέτη του φαινομένου της διάδοσης. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τα όσα διαπίστωσαν οι Volfson et al. (2018) όπου τα παιδιά έχουν την αντίληψη πως ο ήχος δεν διαδίδεται γρήγορα στα στερεά δηλαδή η ταχύτητά του είναι μικρότερη καθώς τα στερεά έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα και η απόσταση μεταξύ των μορίων εμποδίζει τη γρήγορη διάδοση του ήχου. Αυτό σημαίνει πως τα παιδιά έχουν αντίληψη της ταχύτητας.

Η διάδοση του ήχου στον αέρα αποτελεί πρόκληση για τα παιδιά και χρειάζεται αρχικά να ελεγχθεί αν και κατά πόσο τα παιδιά έχουν αντίληψη της υλικής υπόστασης του αέρα. Στην παρούσα έρευνα, **τα παιδιά είχαν αντίληψη της υλικής υπόστασης του αέρα** και οι απόψεις τους πλησίαζαν αυτές της επιστημονικής άποψης. Αυτό συμφωνεί με τα όσα αναφέρονται στην έρευνα των Yusof et al. (2022, p. 411) όπου επισημαίνεται πως σε παιδιά που έχουν αντίληψη του αέρα ως μέσου διάδοσης, ελαχιστοποιούνται οι εναλλακτικές ιδέες.

Επίσης, με βάση τις απόψεις τους για τη διάδοση και την απαραίτητη προϋπόθεση την ύπαρξη ενός μέσου, στερεού, υγρού ή αερίου, ήταν σε θέση να εξηγήσουν πως **δεν είναι δυνατή η διάδοση του ήχου στο κενό**.

Αναφορικά με την **ανάκλαση και την απορρόφηση του ήχου**, τα παιδιά φάνηκε πως γνωρίζουν και επικεντρώνονται μόνο στο **ρόλο των υλικών**. Ειδικότερα, αναγνωρίζουν πως **η ανάκλαση αφορά σκληρές επιφάνειες ενώ η απορρόφηση μαλακά και πορώδη υλικά**. Σε αυτό το σημείο, οι απόψεις των παιδιών φαίνεται πως συμφωνούν με τα όσα αναφέρουν οι Eshach και Schwartz (2006, p. 747) όπου αναφέρεται πως τα παιδιά συχνά θεωρούν πως σε ένα δωμάτιο, δηλαδή έναν κλειστό χώρο οι ήχοι ακούγονται καλύτερα συγκριτικά με το πάρκο, έναν ανοιχτό χώρο καθώς χτυπάνε στους τοίχους και επιστρέφουν ενώ σε ανοιχτό χώρο σκορπίζουν. Για την **ηχώ**, στην παρούσα έρευνα διαπιστώθηκε πως τα παιδιά διαθέτουν εμπειρίες του φαινομένου και κατά την περιγραφή του φαινομένου, **αναφέρονται σε συνθήκες και περιβάλλοντα**. Οι εμπειρίες των παιδιών είναι είτε από φυσικά είτε από εικονικά περιβάλλοντα. Αυτό έρχεται εν μέρει σε συμφωνία με άλλες έρευνες όπου τα παιδιά υποστηρίζουν ότι η ηχώ είναι το αποτέλεσμα σύγκρουσης του ήχου με ένα εμπόδιο (Linder, 1992, p. 258; Leite & Afonso, 2000, p.1). Στην παρούσα έρευνα, **τα παιδιά δεν αναφέρθηκαν όμως σε σύγκρουση** αλλά περισσότερο αντιλαμβάνονται την ηχώ στο πλαίσιο της αλληλεπίδρασης με άλλα υλικά. Ωστόσο, αναφέρονται σε ειδικές συνθήκες και περιβάλλοντα για την εμφάνιση του φαινομένου.

Με βάση τα παραπάνω, διαπιστώθηκε πως αναφορικά με τα **φαινόμενα της ανάκλασης και της απορρόφησης τα παιδιά** αναγνωρίζουν μόνο τον ρόλο των υλικών και δεν κατανοούν το φαινόμενο της ανάκλασης. **Προβαίνουν σε συνεξέταση των δύο αυτών φαινομένων**. Αναγνωρίζουν πως **η ανάκλαση συμβαίνει σε σκληρά υλικά** και συνδέουν την **απορρόφηση με μαλακά και πορώδη υλικά**. Ειδικότερα για

το φαινόμενο της ανάκλασης, τα παιδιά δεν ερμηνεύουν και δεν αναγνωρίζουν την ανάκλαση ως κύριο φαινόμενο. Πιθανόν αυτό σχετίζεται με την έλλειψη εμπειριών σχετικών με το φαινόμενο αλλά και με τον περιορισμένο χρόνο που διατέθηκε για το φαινόμενο αυτό.

Παράλληλα, φάνηκε πως η εισαγωγή και η χρήση της επιστημονικής ορολογίας μετά την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων λειτούργησε προς όφελος των παιδιών. Τέλος, σε πολλές περιπτώσεις, διαπιστώθηκε πως τα παιδιά αναγνωρίζουν κάποια χαρακτηριστικά του ήχου και είναι σε θέση να κάνουν συγκρίσεις με βάση αυτά. Ειδικότερα, διαπιστώθηκε πως τα παιδιά αναγνωρίζουν την ένταση και την ταχύτητα του ήχου. Ωστόσο, δεν αναγνωρίζουν τη συχνότητα.

Ολοκληρώνοντας την έρευνα, είναι σημαντικό να ειπωθεί πως μέσω αυτής υλοποιήθηκε η προσέγγιση του ήχου μακροσκοπικά σε αντίθεση με την μικροσκοπική προσέγγιση που προτείνεται από το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών καθώς η μικροσκοπική προσέγγιση έχει διαπιστωθεί πως δυσκολεύει τα παιδιά. Η υλοποίηση του διδακτικού πειράματος με την μακροσκοπική προσέγγιση αποδείχθηκε επιτυχημένη. Επίσης, στην παρούσα έρευνα υπάρχει η πρωτοτυπία της ηλικίας. Το διδακτικό πείραμα υλοποιήθηκε στην Τρίτη Δημοτικού και όχι στην Πέμπτη Δημοτικού όπως προβλέπεται από το Αναλυτικό Πρόγραμμα. Η προσέγγιση σε αυτή την τάξη αποδείχθηκε επιτυχημένη και έρχεται να συμπληρώσει την εισαγωγή στον ήχο ως φαινόμενο που αφορά την ακοή που γίνεται στο μάθημα της μελέτης Περιβάλλοντος στην Α΄ Δημοτικού. Ο ήχος στην Τρίτη δημοτικού μέσω της μακροσκοπικής προσέγγισης λειτουργεί προς όφελος των παιδιών καθώς συμβάλει στην κατανόηση και επεξήγηση των εμπειριών που έχουν στην καθημερινότητα τους και στην αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών τους. Η παρούσα έρευνα συντέλεσε στην ανάδειξη των ιδεών των παιδιών τρίτης Δημοτικού για τον ήχο και τα φαινόμενα που σχετίζονται με αυτόν και στην ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση μιας διδακτικής μαθησιακής πορείας που στηρίχθηκε στη μακροσκοπική προσέγγιση.

6.5 Περιορισμοί της έρευνας:

Μέσω της παρούσας έρευνας επιχειρήθηκε να προσεγγιστεί ο ήχος μακροσκοπικά στο δημοτικό σχολείο και μάλιστα στην Τρίτη δημοτικού και όχι στην Πέμπτη δημοτικού

όπως προβλέπεται από το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών. Ωστόσο, υπάρχουν συγκεκριμένοι περιορισμοί στην παρούσα έρευνα που αφορούν το σχεδιασμό και τη διεξαγωγή της. Ο πρώτος περιορισμός που μπορεί να θεωρηθεί και ως ο βασικός περιορισμός είναι ότι η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε μικρό και περιορισμένο δείγμα. Με βάση αυτό το σχεδιασμό, το δείγμα που επιλέχθηκε ήταν μια τάξη παιδιών που φοιτούσαν στην Τρίτη Δημοτικού. Το δείγμα μιας τάξης είναι περιορισμένο και αυτό συντελεί στη δυσκολία γενίκευσης των συμπερασμάτων (Greswell, 2016) παρόλο που αυτά βασίστηκαν και τεκμηριώθηκαν πάνω στα δεδομένα που συλλέχθηκαν από την ερευνήτρια, από το υλικό που παρήγαγαν τα παιδιά και από τις παρατηρήσεις τις παρατηρήτριας.

Επιπλέον είναι σημαντικό να αναφερθεί πως ένας σημαντικός περιορισμός είχε να κάνει με τον χρόνο. Με βάση τον αρχικό σχεδιασμό, το φαινόμενο της διάδοσης θα απασχολούσε δύο διδακτικά επεισόδια. Ωστόσο, αυτό κατά την υλοποίηση των διδακτικών επεισοδίων φάνηκε πως δεν αρκούσε προκειμένου να εμβαθύνουν τα παιδιά στο φαινόμενο της διάδοσης και να υλοποιηθούν κατάλληλες δραστηριότητες για τη διάδοση στα υγρά, στα στερεά και τα αέρια. Έτσι, υλοποιήθηκαν τελικά τέσσερα διδακτικά επεισόδια. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να μειωθεί ο χρόνος που διατέθηκε για τα φαινόμενα της ανάκλασης και της απορρόφησης. Τα παιδιά στάθηκαν μόνο στον ρόλο των υλικών αναφορικά με τα φαινόμενα αυτά και δεν επιτεύχθηκε η κατανόησή τους. Αυτό πιθανόν σχετίζεται με τον περιορισμένο χρόνο και τις δραστηριότητες που έγιναν μέσα στο χρονικό περιθώριο που υπήρχε.

Ένας άλλος βασικός περιορισμός σχετίζεται με την ανάλυση των ευρημάτων. Τα δεδομένα αναλύθηκαν σε επίπεδο ομάδας και όχι σε ατομικό επίπεδο. Αυτό σημαίνει πως υπάρχει περίπτωση κάποια από τα παιδιά να διέθεταν κάποιες ιδέες που δεν εντοπίστηκαν ή δεν αναδείχθηκαν.

Τέλος, ένας άλλος περιορισμός προκύπτει από τη μελέτη της βιβλιογραφίας καθώς στην ελληνική βιβλιογραφία δεν εντοπίζονται έρευνες που να ακολουθούν τον μεθοδολογικό σχεδιασμό του διδακτικού πειράματος για τον ήχο και γενικότερα στη διεθνή βιβλιογραφία δεν υπάρχουν πολλές έρευνες που να επικεντρώνονται στη διδακτική του ήχου στο δημοτικό σχολείο. Αυτό επέφερε δυσκολία στην ανεύρεση των κατάλληλων ερευνητικών άρθρων που να συμβάλλουν στην τεκμηρίωση των ευρημάτων της παρούσας έρευνας.

6.3 Μελλοντικές ερευνητικές προτάσεις:

Έχοντας ως έναυσμα την παρούσα έρευνα θα μπορούσαν να γίνουν προτάσεις για μελλοντικές έρευνες. Ειδικότερα, προτείνεται να διερευνηθούν εκτενέστερα οι ιδέες των παιδιών αυτής της ηλικίας αναφορικά με τα φαινόμενα της ανάκλασης και απορρόφησης. Επίσης, προτείνεται ως μελλοντική έρευνα η υλοποίηση ερευνών που να επικεντρώνονται στα φαινόμενα της ανάκλασης και της απορρόφησης σε παιδιά δημοτικού και ειδικότερα των μικρών τάξεων

Τέλος, μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να επικεντρωθούν στην επιχειρηματολογία που χρησιμοποίησαν τα παιδιά καθώς και στην επίδραση της ομαδικής εργασίας για την οικοδόμηση γνώσεων ου είναι συμβατές με την επιστημονική άποψη.

Με βάση την παρούσα έρευνα, διαπιστώθηκε πως είναι ελάχιστες οι έρευνες που επικεντρώνουν το ενδιαφέρον τους στη διδακτική του ήχου μακροσκοπικά στο δημοτικό σχολείο και στον ρόλο του διδακτικού υλικού για την κατανόηση των φαινομένων αλληλεπίδρασής του με υλικά.

Βιβλιογραφία:

Αραβαντινός, Α. (χ.χ.). *Η φυσική του ήχου: Εισαγωγική θεωρία και ασκήσεις*. Ανοικτά ακαδημαϊκά μαθήματα στο TEI Αθήνας

Akçay, N. O., & Doymuş, K. (2014). The effect of different methods of cooperative learning model on academic achievement in physics. *Journal of Turkish Science Education*, 11(4), 17-30. <https://doi.org/10.36681/>

Αποστολάκης, Ε., Παναγοπούλου, Ε., Σάββας, Σ., Τσαγλιώτης, Ν., Πανταζής, Γ., Σωτηρίου, Σ., Τόλιας, Β., Τσαγκογέωργα, Α. & Καλκάνης, Γ. (χ.χ.α). *Φυσικά Έ Δημοτικού Ερευνώ και Ανακαλύπτω. Βιβλίο εκπαιδευτικού*. Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων Διόφαντος

Αποστολάκης, Ε., Παναγοπούλου, Ε., Σάββας, Σ., Τσαγλιώτης, Ν., Πανταζής, Γ., Σωτηρίου, Σ., Τόλιας, Β., Τσαγκογέωργα, Α. & Καλκάνης, Γ. (χ.χ.β). *Φυσικά Έ Δημοτικού Ερευνώ και Ανακαλύπτω. Βιβλίο μαθητή*. Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων Διόφαντος

Αρβανιτάκης, Κ. Δ., & Τσουπάκης, Ε.Ε. (χ.χ.). *Σχεδιασμός Νέων Μαθησιακών Δραστηριοτήτων για τη Διδασκαλία Εννοιών και Φαινομένων του Ήχου, με την Υποστήριξη Αλληλεπιδραστικών Εκπαιδευτικών Λογισμικών*. <http://www.clab.edc.uoc.gr/aestit/3rd/contributions/355.pdf>

Artut, P. D., & Tarim, K. (2007). The effectiveness of jigsaw II on prospective elementary school teachers. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 35(2), 129-141. <https://doi.org/10.1080/13598660701268551>

Aygün, M., & Hacıoglu, Y. (2022). Teaching the Sound Concept: A Review of Science and Physics Education Postgraduate Theses in Turkey. *Athens Journal of Education*, 9(2), 257-275. <https://doi.org/10.30958/aje.9-2-5>

- Babbie, E. (2011). *Εισαγωγή στην κοινωνική έρευνα* (Ι. Κατερέλος, Χατζηφωτίου Σ., Επιμ.). Εκδόσεις: Κριτική.
- Barman, C. R., Barman, N. S., & Miller, J. A. (1996). Two teaching methods and students' understanding of sound. *School Science and Mathematics*, 96(2), 63-67. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1996.tb15812.x>
- Batlolona, J. R., & Jamaludin, J. (2024). Students' misconceptions on the concept of sound: a case study about Marinyo, Tanimbar Islands. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 18(3), 681-689. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v18i3.21135>
- Blosser, P. E. (1993). *Using Cooperative Learning in Science Education*.
- Bostan Sarioglan, A. (2016). Conceptual Level of Understanding about Sound Concept: Sample of Fifth Grade Students. *Online Submission*, 7(1), 87-97. <https://www.e-ijer.com/en/download/article-file/266978>
- Bryman, A. (2017). *Μέθοδοι Κοινωνικής Έρευνας*. Εκδόσεις: Gutenberg
- Butts, D. P., Hofman, H. M., & Anderson, M. (1994). Is direct experience enough? A study of young children's views of sounds. *Journal of Elementary Science Education*, 6, 1-16. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF03170646.pdf>
- Γαλάνης, Π. (2018). Ανάλυση δεδομένων στην ποιοτική έρευνα θεματική ανάλυση. *Archives of Hellenic Medicine/Arheia Ellenikes Iatrikes*, 35(3), 416-421
- Creswell, J. W. (2016). *Η έρευνα στην εκπαίδευση: σχεδιασμός, διεξαγωγή και αξιολόγηση ποσοτικής και ποιοτικής έρευνας* (επιμ. Χ. Τσορμπατζούδης, μτφ. Ν. Κουβαράκου). Εκδόσεις: Ίων.

- Costa, J. P., Baptista, M., Conceição, T., & Maurício, P. (2023). Construct map development for the propagation of sound in the air. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(9), em2327. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13510>
- Costa, J. P., Baptista, M., Amantes, A., & Conceição, T. (2024). Validation of a learning progression for sound propagation in air. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(7), em2464. <https://doi.org/10.29333/ejmste/14704>
- Driver R., Squires A., Rushworth P., Wood-Robinson V. (2000). *Οικο-δομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών, Μια Παγκόσμια Σύνοψη των Ιδεών των Μαθητών*. Επιμέλεια Κόκκοτας Π. Τυπωθήτω – Δάρδανος Γ. Αθήνα.
- Engelhardt, P. V., Corpuz, E. G., Ozimek, D. J., & Rebello, N. S. (2004, September). The Teaching Experiment—What it is and what it isn't. In *Aip conference proceedings* Vol. 720, No. 1, pp. 157-160). American Institute of Physics. <https://doi.org/10.1063/1.1807278>
- Eshach, H. (2014). Development of a student-centered instrument to assess middle school students' conceptual understanding of sound. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 10(1), 010102. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.10.010102>
- Eshach, H., Lin, T. C. y Tsai, C. C. (2016). Taiwanese Middle School Students' Materialistic Concepts of Sound. *Physical Review Physics Education Research*, 12(1). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010119>
- Eshach, H., Lin, T. C. y Tsai, C. C. (2018). Misconception of sound and conceptual change: A cross-sectional study on students' materialistic thinking of sound. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(5), 664-684. <https://doi.org/10.1002/tea.21435>

- Eshach, H. & Schwartz, J. L. (2006). Sound Stuff? Naïve materialism in middle-school students' conceptions of sound. *International Journal of Science Education*, 28(7), 733-764. <https://doi.org/10.1080/09500690500277938>
- Guisasola, J., Zuza, K., Ametller, J., & Gutierrez-Berraondo, J. (2017). Evaluating and redesigning teaching learning sequences at the introductory physics level. *Physical Review Physics Education Research*, 13(2), 020139. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.020139?_gl=1*_1g53uw4*_ga*_MTEwNzYzNTU4My4xNzM5OTgzNDU1*_ga_ZS5V2B2DR1*_MTczOTk4MzQ1NS4xLjAuMTczOTk4MzQ1NS4wLjAuODI5Mjk3NzA4
- Golafshani, N. (2003). Understanding reliability and validity in qualitative research. *The qualitative report*, 8(4), 597-607.
- Hewitt, P. (1997). *Οι έννοιες της Φυσικής Τόμος 1 Μηχανική Θερμότητα Ήχος*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης
- Hrepic, Z. (2002). *Identifying students' mental models of sound propagation* (Doctoral dissertation, Kansas State University). <https://web.phys.ksu.edu/Dissertations/hrepicMS.pdf>
- Hrepic Z (2004) Development of a real-time assessment of students' mental models of sound propagation. PhD thesis, Kansas State University. <http://web.phys.ksu.edu/role/sound/>.
- Hrepic, Z., Zollman, D. A. & Rebello, N. S. (2010). Identifying students' mental models of sound propagation: The role of conceptual blending in understanding conceptual change. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 6(2), 020114. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.020114>

Ho, F. F., & Boo, H. K. (2007). Cooperative learning: Exploring its effectiveness in the Physics classroom.

<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=88459081ea05df7f05c8d20b07461028d02d2a83>

Iconomou, S., & Skoumios, M. (2012). Students' conceptions about the nature of sound: a study of their evolution and their dependence on the state of matter of the medium. *Science in Society*, 51.

https://nativeskywatchers.com/articles/science_society.pdf?1444913164=&response-content-disposition=inline;+filename=Students_Conceptions_about_the_Nature_of.pdf&Expires=1592609380&Signature=fzUzenTq5564CPA8JZkLnFBylh1hnhJ6zvMKpmvYnhDbp0fMO9pYFjD9Mo5LH2oGJE4GvVGdSTrlrpNHHx7LnkFheh9UFnBuisProO3TQVnmmb6e05zNvlHv-QT0zFK-2AHtzFbaY1Rq7dv5I3GUtWYT~c4LnJNFGrbbJB2D3PQRxtu5x5doolGV9v8Lzk0T8TZ5jRtz7W0~7rYNDLNjqQD~iJMBShoUECz8n9Nrgo5QIPfbQsegLGmR18OyFOPIi2bNMCVq9AMmvsPs9pgVu1Dh5~7gbXqGyrCDUOgB5heBUJvXPSlozc~rBp~L67wUwAnezLX7pwovzi0U979l3w__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=60

Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής. (2022). *Πρόγραμμα σπουδών για το μάθημα της φυσικής στο δημοτικό*. Ανακτήθηκε από: <http://iep.edu.gr/el/nea-ps-provoli>

Iliaki, G., Velentzas, A., Michailidi, E., & Stavrou, D. (2019). Exploring the music: a teaching-learning sequence about sound in authentic settings. *Research in science & technological education*, 37(2), 218-238.

<https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1526170>

Ίσαρη, Φ., & Πουρκός, Μ. (χ.χ.). *Ποιοτική μεθοδολογία έρευνας. Εφαρμογές στην ψυχολογία και στην εκπαίδευση*. Εκδόσεις: Σύνδεσμος ελληνικών ακαδημαϊκών βιβλιοθηκών.

Καλιόμπος, Γ., Παντίδος, Π. & Ραβάνης Κ. (2020) Ο Ήχος στη σκέψη παιδιών 5-6 ετών: Μια ποιοτική προσέγγιση στο *Πρακτικά (E Book) 11^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου «Οι φυσικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση Χαρτογραφώντας τη νέα εικοσαετία έρευνας και διδακτικής πράξης»* (Πλακίτση, Κ, Σταμούλης, Ε. Κολοκούρη, Ε. & Κορνελάκη Α., Ιωάννινα

Καλομπρατσίδης, Γ., & Μόγιας, Α. (2023). Αξιολόγηση Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας με αντικείμενο το μεσογειακό λιμνοθαλάσσιο οικοσύστημα από μαθητές Δημοτικού: Μελέτη περίπτωσης. *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση για την Αειφορία*, 5(2), 58-71. <https://doi.org/10.12681/ees.35318>

Karhu, M., Lindroos, T., & Uosukainen, S. (2014). Manufacturing and modelling of sintered micro-porous absorption material for low frequency applications. *Applied acoustics*, 85, 150-160. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2014.04.008>

Komorek, M., & Duit, R. (2004). The teaching experiment as a powerful method to develop and evaluate teaching and learning sequences in the domain of non-linear systems. *International Journal of Science Education*, 26(5), 619-633. <https://doi.org/10.1080/09500690310001614717>

Ladachart, L. (2010). Alternative Frameworks in Conceptions of Sound: A Historical Evolution. *วารสาร ศึกษา ศาสตร์ มหาวิทยาลัย ขอนแก่น*, 33(2), 1-22. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/EDKKUJ/article/view/49861/41260>

- Λαζαρίνης, Φ. (2015). *Πολυμέσα* [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <https://dx.doi.org/10.57713/kallipos-805>
- Lamb, J. & Geiger, V. (2012). Teaching Experiments and Professional Learning. In: Seel, N.M. (eds) *Encyclopedia of the Sciences of Learning*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_1017
- Lautrey, J. & Mazens, K. (2004). Is children's naive knowledge consistent? A comparison of the concepts of sound and heat. *Learning and Instruction*, 14(4), 399-423. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2004.06.011>
- Leite, L., & Afonso, A. (2000). Portuguese school textbooks' illustrations and students' alternative conceptions on sound. *Physics teacher education beyond*, 167-168.
- Li, Y., & Ren, S. (Eds.). (2011). *Building decorative materials*. Elsevier.
- Linder, C. J. (1992). Understanding sound: So what is the problem? *Physics Education*, 27(5), 258. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/27/5/004>
- Linder, C. J. (1993). University physics students' conceptualizations of factors affecting the speed of sound propagation. *International Journal of Science Education*, 15(6), 655-662. <https://doi.org/10.1080/0950069930150603>

- Linder, C. J. y Erickson, G. L. (1989). A study of tertiary physics students' conceptualizations of sound. *International Journal of Science Education*, 11(5), 491-501. <https://doi.org/10.1080/0950069890110502>
- Mazens, K., & Lautrey, J. (2003). Conceptual change in physics: children's naive representations of sound. *Cognitive Development*, 18(2), 159-176. [https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(03\)00018-2](https://doi.org/10.1016/S0885-2014(03)00018-2)
- Méheut, M., & Psillos, D. (2004). Teaching–learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515–535. <https://doi.org/10.1080/09500690310001614762>
- Mehta, S., & Kulshrestha, A. K. (2014). Implementation of Cooperative Learning in Science: A Developmental-cum-Experimental Study. *Education Research International*, 2014(1), 431542. <https://doi.org/10.1155/2014/431542>
- Menchen, K. V., & Thompson, J. R. (2005, September). Student understanding of sound propagation: Research and curriculum development. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 790, No. 1, pp. 81-84). American Institute of Physics. <https://doi.org/10.1063/1.2084706>
- Mertens, D. (2009). *Έρευνα και αξιολόγηση στην εκπαίδευση και την ψυχολογία* (Στ. Κυρανάκης, Μ. Μαυράκη & Π. Μπιθάρα, Μετ.). Εκδόσεις: Μεταίχμιο.
- Nurjani, D. M., Alpusari, M., Mahartika, I., Diniya, D., Ilhami, A., Permana, N. D. P., ... & Hermita, N. (2020, October). Identifying the Misconception of Sound

Concepts among Grade v Students at SDN 192 Pekanbaru. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1655, No. 1, p. 012074). IOP Publishing.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1655/1/012074>

Okur, M. & Artun, H. (2016). Secondary students' opinions about sound propagation. European Journal of Education Studies, 2(2), 44-62.
<https://oapub.org/edu/index.php/ejes/article/view/191>

Özkan, G., & Selçuk, G. S. (2013, June). The use of conceptual change texts as class material in the teaching of “sound” in physics. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* (Vol. 14, No. 1, pp. 1-22). The Education University of Hong Kong, Department of Science and Environmental Studies.
https://www.ied.edu.hk/apfslt/download/v14_issue1_files/ozkan.pdf

Pantidos, P. (2019). Epistemic, cognitive and semiotic significations in science teaching: The case of sound. *European Journal of Education Studies*.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.3344664>

Παρασκευοπούλου-Κόλλια, Ε. Α. (2008). Μεθοδολογία ποιοτικής έρευνας στις κοινωνικές επιστήμες και συνεντεύξεις. *Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία*, 4(1), 72-81. <https://doi.org/10.12681/jode.9726>

Pardo, B. S., de Castro, L. S. V., & Ponce, E. P. (2013). Creating and Implementing a Didactic Sequence as an Educational Strategy for Foreign Language Teaching. *Íkala, revista de lenguaje y cultura*, 18(3), 31-43.
<https://www.redalyc.org/pdf/2550/255030038003.pdf>

Parveen, Q., & Batool, S. (2012). Effect of Cooperative Learning on Achievement of Students in General Science at Secondary Level. *International Education Studies*, 5(2), 154-158.

Pasnau, R. (1999). What is sound?. *The Philosophical Quarterly*, 49(196), 309-324.

Pejuan, A., Bohigas, X., Jaén, X., & Periago, C. (2012). Misconceptions about sound among engineering students. *Journal of science education and technology*, 21, 669-685. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9356-6>

Πλακίτση, Αι., Κοντογιάννη, Α., Σπυράτου Ει. & Μανώλη Β. (χ.χ.α). *Μελέτη Περιβάλλοντος Α΄ Δημοτικού Βιβλίο εκπαιδευτικού*. Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων Διόφαντος

Πλακίτση, Αι., Κοντογιάννη, Α., Σπυράτου Ει. & Μανώλη Β. (χ.χ.β). *Μελέτη Περιβάλλοντος Α΄ Δημοτικού Βιβλίο μαθητή*. Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων Διόφαντος

- Ravanis, K., Kaliampou, G., & Pantidos, P. (2021). Preschool children science mental representations: The sound in space. *Education Sciences*, 11(5), 242. <https://doi.org/10.3390/educsci11050242>
- Reiner, M., Slotta, J. D., Chi, M. T., & Resnick, L. B. (2000). Naive physics reasoning: A commitment to substance-based conceptions. *Cognition and instruction*, 18(1), 1-34. https://doi.org/10.1207/S1532690XCI1801_01
- Robson, C. (2010) *Η έρευνα του πραγματικού κόσμου* (B. Νταλάκου & Κ. Βασιλάκου, Επιμ. Μετ.). Εκδόσεις: Gutenberg.
- Σαββάκης, Μ. (2023). Ζητήματα ηθικής και δεοντολογίας στην κοινωνική έρευνα. *Το Βήμα των Κοινωνικών Επιστημών*, 21(77), 94-112. <https://doi.org/10.26253/heal.uth.ojs.sst.2023.1932>
- Sadgol, G. P. (2013). 9th grade student s' mental models about the sound concept. *International Journal Of Education Research And Tecnology*, 1(1).
- Sari, B. P., Feranie, S., & Winarno, N. (2017, September). The use of conceptual change text toward students' argumentation skills in learning sound. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 895, No. 1, p. 012169). IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012169>
- Shrivastava, A. (2018). *Introduction to plastics engineering*. William Andrew. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-39500-7.00003-4>

- Sözen, M., & Bolat, M. (2011). Determining the misconceptions of primary school students related to sound transmission through drawing. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 1060-1066.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.03.239>
- Steffe, L. P., & Thompson, P. W. (2000). Teaching experiment methodology: Underlying principles and essential elements. *Handbook of research design in mathematics and science education*, 267-306.
https://www.researchgate.net/profile/Patrick-Thompson-2/publication/264119299_Teaching_experiment_methodology_Underlying_principles_and_essential_elements/links/574207db08ae298602ee2870/Teaching-experiment-methodology-Underlying-principles-and-essential-elements.pdf
- Συμεού, Λ. (2007). Εγκυρότητα και αξιοπιστία στην ποιοτική εκπαιδευτική έρευνα: Παρουσίαση, αιτιολόγηση και πράξη. *Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου Παιδαγωγικής Εταιρείας Ελλάδας “25 Χρόνια Παιδαγωγικής Εταιρείας Ελλάδας”* (τομ. 2, σελ. 333-339). Εκδόσεις: Α/φοί Κυριακίδη.
- Symeou, L. & Pyrgiotakis, I. (2016). *Η ποιοτική έρευνα και η επιστημονική αξία της παραγόμενης γνώσης στις Κοινωνικές και στις Ανθρωπιστικές Επιστήμες [Qualitative research and the scientific value of produced knowledge in Social Sciences and Humanities]*.
https://www.researchgate.net/publication/303407067_E_poiotike_ereuna_kai_e_epistemonike_axia_tes_paragomenes_gnoses_stis_Koinonikes_kai_stis_Anthropistikes_Epistemes *Qualitative research and the scientific value of produced knowledge in Social Science*
- Τριάντου, Ι., & Πασχάλης, Β. (2014). Η Παραγωγή ταινιών animation σαν συνεκτική ύλη της δημιουργίας ομάδων στο νηπιαγωγείο. *Ερευνώντας τον κόσμο του παιδιού*, 13, 532-542. <https://doi.org/10.12681/icw.18004>
- Τσιώλης, Γ. (2013). Η σχέση ποιοτικής και ποσοτικής προσέγγισης στην κοινωνική έρευνα: από τη θέση περί ‘ριζικής ασυμβατότητας’ στο συνδυασμό ή τη

συμπληρωματικότητα των προσεγγίσεων. Στο Πουρκός Μ. (Επιμ.) *Δυνατότητες και όρια της μείξης των μεθοδολογιών στην κοινωνική και εκπαιδευτική έρευνα*. Ιων, 271-292

Veith, S. I. (2023). What's the Matter with Sound? -How Primary School Students Perceive the Nature of Sound. *Research in Science Education*, 1-16.
<https://doi.org/10.1007/s11165-023-10108-7>

Verma, G & Mallick, K. (2004). *Εκπαιδευτική Έρευνα: Θεωρητικές προσεγγίσεις και τεχνικές* (Επιμ: Παπασταμάτης, Αδ., Μτφ: Γρίβα Ε.). Εκδόσεις: Τυπωθήτω Γ. Δάρδανος

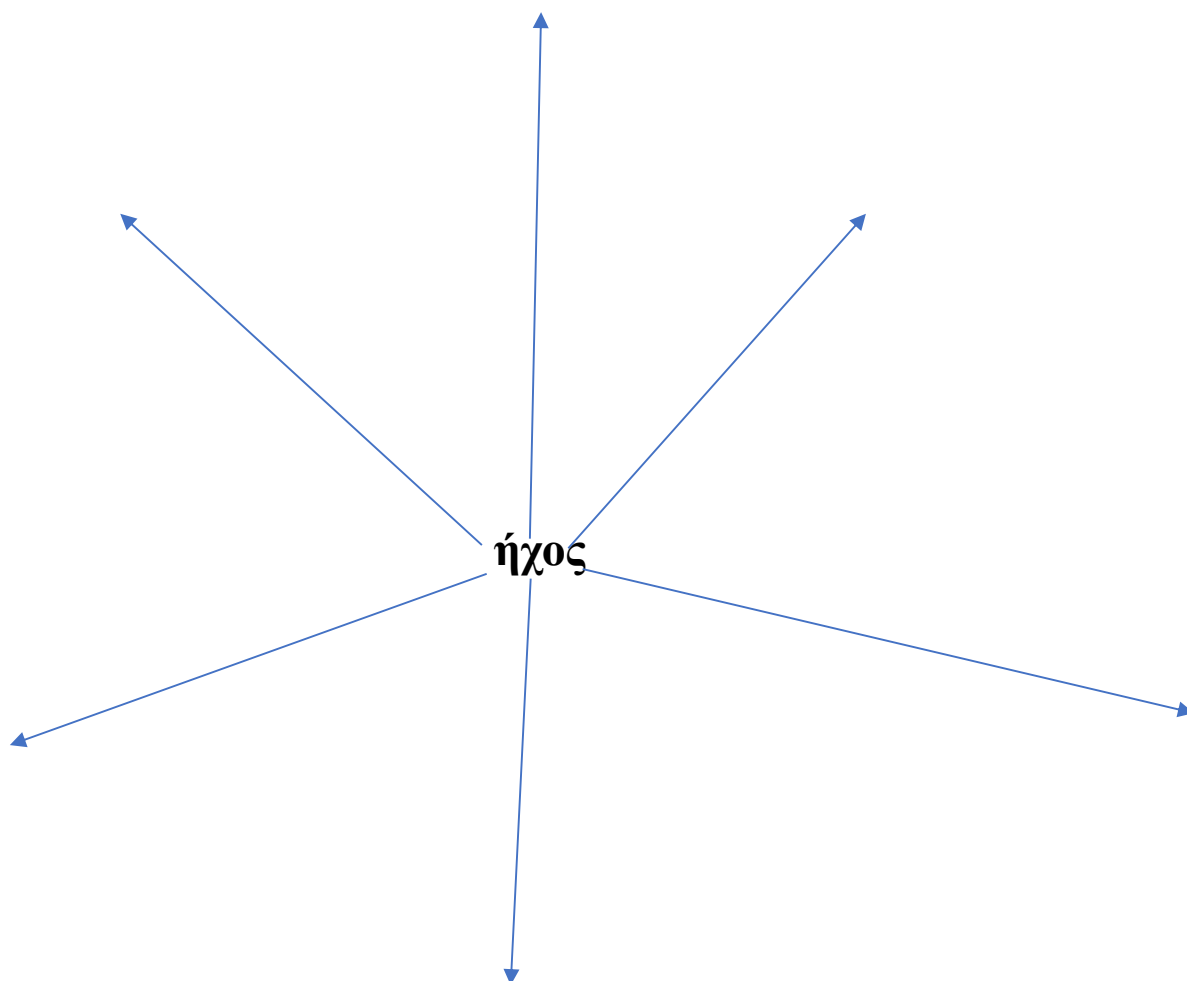
Wittmann, M., Steinberg, R. N., & Redish, E. F. (2003). Understanding and affecting student reasoning about sound waves. *International Journal of Science Education*, 25(8), 991-1013. <https://doi.org/10.1080/09500690305024>

Yusof, M. M. M., Arshad, A. S. B., & Ellianawati, E. (2022). Identifying Students' Misconceptions of Sound Propagation. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 11(4).
<http://dx.doi.org/10.6007/IJARPED/v11-i4/15864>

Χασάνδρα, Μ., & Γούδας, Μ. (2003). Κριτήρια εγκυρότητας και αξιοπιστίας στην ποιοτική –ερμηνευτική έρευνα. *Επιστημονική Επετηρίδα της Ψυχολογικής Εταιρείας Βορείου Ελλάδος* (τομ. 2, σελ. 31-48).

Παράρτημα:

Φύλλο για τον καταιγισμό ιδεών στις ομάδες



Φύλλο εργασίας για διαμορφωτική αξιολόγηση

Μετά το εργαστήριο που έγινε μέσα στην τάξη η Μαρία, η Μπούνα, ο Θανάσης και ο Σωτήρης συζητούν για τον ήχο.

1) Μετά από όλα αυτά που συζητήσαμε, καταλάβαμε ότι

A) Η Μαρία λέει ότι ήχο έχει η κιθάρα

B) η Μπούνα λέει ότι οι ήχοι είναι ό,τι ακούμε

Γ) Ο Σωτήρης αναφέρει πως οι ήχοι είναι και τα τρυπάνια αλλά και το κομπρεσέρ.

Δ) Ο Θανάσης λέει ότι ήχο βγάζει ένα βάζο που σπάει.

Με ποιον συμφωνείτε;

2) Ένα χαρακτηριστικό του ήχου είναι η ένταση δηλαδή:

A) Η Μαρία λέει ότι τα μηχανάκια που είναι ενοχλητικά έχουν μεγάλη ένταση.

B) Η Μπούνα λέει ότι η μουσική που είναι δυνατή έχει ένταση.

Γ) Ο Θανάσης λέει ότι όταν αυξήσουμε την ένταση ενός ήχου αυτός γίνεται πιο δυνατός. Μπορεί όμως να μην είναι πάντα ενοχλητικός.

Δ) Ο Σωτήρης λέει ότι η ένταση σημαίνει κάτι έντονο άρα πάντα ενοχλητικό.

Με ποιον συμφωνείτε;

3) Κάποιες φορές έχω δει το σκύλο μου να γυρίζει ή να σηκώνει τα αυτιά του χωρίς να ακούγεται κάτι. Τι μπορεί να συμβαίνει;

A) Η Μαρία λέει πως ο σκύλος ακούει καλύτερα από τους ανθρώπους

B) Η Μπούνα επιμένει πως δεν ακούγεται κάποιος ήχος αφού η ίδια δεν τον άκουσε με τα αυτιά της.

Γ) Ο Θανάσης λέει πως εμείς οι άνθρωποι δεν ακούμε όλους τους ήχους.

Δ) Ο Σωτήρης λέει πως τα σκυλιά και οι άνθρωποι ακούνε τους ίδιους ήχους.

Με ποιον συμφωνείτε;

Φύλλο εργασίας για τη διάδοση:

Διάβασε και απάντησε τις παρακάτω ερωτήσεις:

Τρία παιδιά συζητούν. Η Μαρία, ο Φίλιππος και ο Αρτιόλ συζητούν για αυτά που έμαθαν για τη διάδοση. Κύκλωσε με ποιο παιδί συμφωνείς κάθε φορά.

1) Ο ήχος «ταξιδεύει».

A) Μαρία: ναι ο ήχος ταξιδεύει γιατί μετακινείται και φτάνει στο αυτό μας. Δε χρειάζεται κάτι άλλο για να γίνει αυτό.

B) Φίλιππος: όχι δε συμφωνώ. Ο ήχος ταξιδεύει και χρειάζεται ένα μέσο. Το μέσο μπορεί να είναι το νερό ή ο αέρας ή ένα στερεό όπως ο σπάγγος

Γ) Αρτιόλ: ο ήχος ταξιδεύει και μετακινεί κάτι μαζί του.

2) Στο νερό ο ήχος:

A) Μαρία: Ακούγεται πολύ δυνατά

B) Φίλιππος: Ακούγεται αλλά όχι δυνατά

Γ) Αρτιόλ: Δεν ακούγεται καθόλου

3) Οι Ινδιάνοι τοποθετούσαν το ένα τους αυτί στο έδαφος για να αντιληφθούν τους έφιππους εχθρούς τους από μακριά:

A) Μαρία: Γιατί στο έδαφος ο ήχος διαδίδεται πιο γρήγορα από τον αέρα

B) Φίλιππος: Γιατί στο έδαφος διαδίδεται ο ήχος πιο δυνατά από τον αέρα

Γ) Αρτιόλ: Γιατί στο έδαφος ο ήχος διαδίδεται πιο δυνατά και πιο γρήγορα από τον αέρα

4) Στο διάστημα, οι ήχοι:

A) Μαρία: Ακούγονται όπως στη Γη

B) Φίλιππος: Δεν ακούγονται γιατί δεν υπάρχει αέρας ή νερό

Γ) Αρτιόλ: Ακούγονται πολύ χαμηλά