



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

Τμήμα Εκπαίδευσης και Αγωγής στη Προσχολική Ηλικία

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Διερεύνηση των ιδεών παιδιών πρώτης τάξης του δημοτικού σχολείου για τη
μηχανική ισορροπία μέσω πολυτροπικής προσέγγισης

Ιουλία Γρίσπου

Επιβλέποντες καθηγητές:

Παναγιώτης Παντίδος, Επίκουρος Καθηγητής

Ιωάννης Σταράκης, Ε.ΔΙ.Π

ΑΘΗΝΑ 2024

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	3
2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4
3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	5
3.1 Πολυτροπικότητα.....	5
3.2. Μηχανική Ισορροπία και έρευνες σχετικά με τις ιδέες των παιδιών.....	9
3.3. Σκοπός και ερευνητικό ερώτημα.....	13
4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	14
4.1. Ερευνητικός Σχεδιασμός.....	14
4.2. Συμμετέχοντες/ουσες.....	15
5. ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	15
1 ^ο Έργο: Προφορικός Λόγος.....	15
2 ^ο Έργο: Σχεδιαστική Δραστηριότητα.....	20
3 ^ο Έργο: Μαθηματικός Ζυγός.....	23
6. ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ.....	25
7. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	29
8. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	31
1 ^ο Παιδί.....	31
Διάσταση 1: Ίσα Βάρη.....	31
1 ^ο Παιδί.....	34
Διάσταση 2: Άνισα Βάρη.....	34
2 ^ο Παιδί.....	38
Διάσταση 1: Ίσα Βάρη.....	38
2 ^ο Παιδί.....	41
Διάσταση 2: Άνισα Βάρη.....	41
9. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	43
10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	46
Α. ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ.....	46
Β. ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ.....	49

1. ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αφιερώνω την παρούσα εργασία στον επιβλέποντες καθηγητές μου κ. Παναγιώτη Παντίδο και κ. Ιωάννη Σταράκη, κυρίως για την υπομονή και εμπιστοσύνη που μου έδειξαν όλη την διάρκεια της υλοποίησης αυτής της εργασίας. Είμαι ευγνώμων για τις συμβουλές τους και για την ευκαιρία που μου δόθηκε να δουλέψω μαζί τους. Η καθοδήγηση τους υπήρξε πολύτιμη για οποιοδήποτε πρόβλημα πρόκυπτε. Με βοήθησαν στο να πραγματευτώ κάτι διαφορετικό και μοναδικό αλλά και να αναστοχαστώ πάνω σε δικές μου ιδέες και αντιλήψεις.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να αποδώσω στο σχολείο στο οποίο πραγματοποίησα την έρευνα. Στον διευθυντή και στις δασκάλες της πρώτης τάξης, αλλά και σε όλους/ες τους μαθητές και τις μαθήτριες που με τόση αγάπη και χαρά δέχτηκαν να γίνουν και αυτοί/ες μαζί μου μικροί ερευνητές.

Θέλω επίσης, να ευχαριστήσω την οικογένεια μου. Ευχαριστώ που παρόλες τις δυσκολίες που έχουμε βιώσει ενισχύσατε και κυρίως στηρίζατε τα όνειρα μου και ήσασταν διπλά μου όλα τα χρόνια της φοίτησης μου. Η αγάπη και η κατανόηση σας υπήρξε μεγάλης σημασίας. Είμαι περήφανη που είμαι κόρη σας, εγγονή σας, αδελφή σας και ανιψιά σας.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια, για τη διδακτική των φυσικών επιστημών, η παραγωγή νοήματος και ο τρόπος οικοδόμησης των επιστημονικών εννοιών αποτελεί μια πολυτροπική διαδικασία κατά την οποία συνδράμουν ταυτόχρονα διάφορα εκφραστικά μέσα όπως είναι ο προφορικός λόγος, τα υλικά αντικείμενα αλλά και η σωματική έκφραση (Χαλχιουτάκη, Παντίδος & Καμπεζά, 2017). Όλες οι τροπικότητες που εκφράζονται από τα διάφορα σημειωτικά συστήματα συνεργάζονται μεταξύ τους όταν οι εκπαιδευόμενοι/ες βρίσκονται στη μαθησιακή διαδικασία συγκρότησης εννοιών και φαινομένων για τον φυσικό κόσμο (Givry & Tiberghien, 2012). Μια τέτοια προσέγγιση στην τάξη της φυσικής ενδείκνυται, καθώς προσφέρει την δυνατότητα στα παιδιά να εκφράσουν με όλους τους δυνατούς τρόπους τις ιδέες τους και την αντίληψη τους για αυτό που βιώνουν και πιθανώς να αναδιαμορφώσουν τις πρωταρχικές ιδέες τους ή και να τις εμπλουτίσουν. Επιπλέον, ένα πολυτροπικό πλαίσιο ανάδυσης των ιδεών των εκπαιδευομένων δίνει τη δυνατότητα στην/τον εκπαιδευτικό να εντοπίσει πιθανές ασάφειες στις ιδέες των παιδιών κατανοώντας έτσι εις βάθος τις σκέψεις τους

Το φαινόμενο το οποίο πραγματεύεται η συγκεκριμένη εργασία είναι αυτό της μηχανικής ισορροπίας. Το εν λόγω φαινόμενο έχει απασχολήσει αρκετούς ερευνητές διαχρονικά και πιο συγκεκριμένα ως προς τον τρόπο με τον οποίο εννοιολογείται από τα μικρά παιδιά.

Με βάση ότι οι ιδιότητες του σημειωτικού πλαισίου το καθιστούν μοναδικό στην διαδικασία της νοηματοδότησης, σκοπός της έρευνας είναι να διερευνήσουμε τις ιδέες παιδιών πρώτης τάξης του δημοτικού σχολείου υιοθετώντας ένα εργαλείο συλλογής δεδομένων το οποίο δίνει τη δυνατότητα στον εκπαιδευόμενο/η να εκφραστεί πολυτροπικά. Για τον σκοπό αυτό κατασκευάστηκαν τρία έργα με διαφορετική σημειωτική προσέγγιση, ένα έργο προφορικού λόγου, ένα έργο σχεδιαστικής δραστηριότητας και ένα έργο που επικέντρωνε στην αλληλεπίδραση με έναν μαθηματικό ζυγό. Τα τρία έργα αυτά ενσωματώθηκαν σε μία συνέντευξη η οποία αποτέλεσε και το μέσο για την ανάδυση των ιδεών των εκπαιδευομένων για την μηχανική ισορροπία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το σημειωτικό πλαίσιο φαίνεται να επιδρά με ξεχωριστό τρόπο στην νοηματοδότηση οδηγώντας τους/τις εκπαιδευόμενους/νες σε μια παλινδρόμηση μεταξύ συμβατών και μη

εννοιολογήσεων σε σχέση με το επιστημονικά συμβατό, ενώ οι χειρονομίες συνεργαζόμενες με τον προφορικό λόγο αλλά και με τα στοιχεία του χώρου (σχέδιο, ζυγός) φαίνεται να παίζουν σημαντικό ρόλο στην εννοιολόγηση της έννοιας της απόστασης και της σχέσης της με την ασκούμενη δύναμη για την επίτευξη ισορροπίας.

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

3.1 Πολυτροπικότητα

Η μάθηση γενικότερα είναι μια πολυτροπική διαδικασία, κατά την οποία η παραγωγή νοήματος συνδέεται και με τις προβολές της κάθε έννοιας στον κόσμο των υλικών οντοτήτων και των δράσεων (Ηρακλειώτη & Παντίδος, 2019). Ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, η διδακτική των φυσικών επιστήμων και ιδιαίτερα όταν διερευνώνται οι πρωταρχικές ιδέες των εκπαιδευόμενων αλλά και το νόημα που εμπεριέχουν, αντιμετωπίζει αυτή τη διερεύνηση ως μια δυναμική και πολυτροπική διαδικασία στην οποία λαμβάνονται υπόψη όλα τα στοιχεία του περιβάλλοντος και τα μέσα έκφρασης που μπορούν οι εκπαιδευόμενοι/ες να χρησιμοποιήσουν. Δηλαδή, εστίαση δεν γίνεται μόνο στα λεγόμενα των εκπαιδευόμενων όταν τους ζητείται να εξηγήσουν, αλλά παρατηρούμε και καταγράφουμε όλα τα στοιχεία εκείνα που θα μας βοηθήσουν να κατανοήσουμε την σκέψη τους. Αυτά τα στοιχεία μπορεί να είναι χειρονομίες, ο προφορικός λόγος, κινήσεις του σώματος ή κ.α.

Η έννοια της πολυτροπικότητας και ιδιαίτερα στην διδασκαλία των φυσικών επιστήμων δίνει την ευελιξία στους εκπαιδευόμενους να νοηματοδοτήσουν έννοιες χρησιμοποιώντας διαφορετικά σημειωτικά μέσα. Στην έρευνα των Χαλχιουτάκη, Παντίδο & Ηρακλειώτη (2018) που πραγματοποιήθηκε σε παιδιά προσχολικής ηλικίας, διερευνήθηκε πώς ο προφορικός λόγος οι χειρονομίες αλλά και τα σχέδια των παιδιών μεταφέρουν πολλές και διαφορετικές εννοιολογικές διαστάσεις για το φαινόμενο δημιουργίας των σεισμών. Τα πορίσματα που προκύπτουν είναι, αρχικά η αδυναμία που έχει ο προφορικός λόγος να εννοιολογήσει και να αποτελέσει βασικό μέσο που μας βοηθάει να κατανοήσουμε την

σκέψη των παιδιών για το φαινόμενο. Από την άλλη όμως, διαπιστώθηκε, ότι τα σχέδια και οι χειρονομίες των παιδιών έπαιξαν σημαντικό ρόλο κατά τη διάρκεια της διαδικασίας παραγωγής νοήματος. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι το είδος της κίνησης των τεκτονικών πλακών όπου αυτό αναπαραστάθηκε νοηματοδοτήθηκε κατά ένα μεγάλο βαθμό αποκλειστικά μέσα από τις χειρονομίες των παιδιών. Όσον αφορά τα σχέδια των παιδιών, φαίνεται πως πολλά νοήματα και σκέψεις απορρέουν μέσα από αυτά και ταυτόχρονα μπορούμε να αντλήσουμε πληροφορίες σχετικές με το νόημα αλλά και τις ιδέες τους για το φαινόμενο. Επίσης, σε μια άλλη περίπτωση, κατά τη διερεύνηση του φαινομένου των ηφαιστείων φαίνεται ότι η ενσώματη ενεργοποίηση αλλά και οι τρισδιάστατες κατασκευές λειτουργήσαν θετικά ως προς την εξέλιξη των συλλογισμών των εκπαιδευόμενων, καθώς τα διαφορετικά μεταξύ τους σημειωτικά περιβάλλοντα λειτουργήσαν ενισχυτικά στον τρόπο με τον οποίον τα παιδιά αναπαριστούσαν την σκέψη τους κατά την διάρκεια της αιτιολόγησης. Το συμπέρασμα που απορρέει από αυτή την έρευνα είναι ότι οι χειρονομίες και ειδικότερα οι εικονιζούσες χειρονομίες αποτελούν σημαντικό εργαλείο κατά τη διαδικασία της επεξήγησης της σκέψης των εκπαιδευόμενων αλλά και της αξιολόγησής τους (Χαχλιουτάκη, Παντίδος & Καμπέζα, 2018). Αντίστοιχα, οι Singer et al. (2008), κατά την διάρκεια ανάλυσης των συλλογισμών παιδιών ηλικίας 11-12 χρονών για τις τεκτονικές πλάκες και την κίνηση τους, διερευνήσαν τον ρόλο των χειρονομιών που εμφανίστηκαν όταν οι εκπαιδευόμενοι αιτιολογούσαν την σκέψη τους. Οι χειρονομίες φάνηκε πως έπαιξαν σημαντικό ρόλο σε μια βαθύτερη κατανόηση της έννοιας, ενώ μάλιστα εμφανίστηκαν πρώτα κατά την διάρκεια της επεξήγησης σε σχέση με τον προφορικό λόγο. Δηλαδή, τα παιδιά ξεκινούσαν την επεξήγηση αξιοποιώντας τις χειρονομίες αρχικά, και μετέπειτα προσέθεταν και άλλα νοηματικά στοιχεία μέσω του προφορικού λόγου. Σε άλλη έρευνα των Ηρακλειώτη & Παντίδο (2019) που πραγματεύτηκαν το φαινόμενο εναλλαγής ημέρας/νύχτας διαπιστώθηκε πως τα παιδιά εξέφραζαν κυρίως μέσα από το σώμα τους τον τρόπο με τον οποίο κινείται η γη, περιγράφοντας έτσι με μεγαλύτερη ακρίβεια την ιδιοπεριστροφή της. Από την άλλη, όταν ζητήθηκε από τα παιδιά να εκφράσουν την ακινησία του ήλιου προτίμησαν να την εξηγήσουν κυρίως προφορικά το οποίο πιθανώς να οφείλεται στο ότι η συγκεκριμένη όψη δεν έχει κάποια κίνηση σε επίπεδο σχολικής γνώσης. Η έρευνα αυτή τόνισε την σημασία

που έχουν τα διαφορετικά χαρακτηριστικά του κάθε σημειωτικού πλαισίου και πώς αυτά συμβάλλουν στη νοηματοδότηση διαφορετικών διαστάσεων του φαινομένου.

Γενικότερα, η πολυτροπική προσέγγιση για τη διδασκαλία και τη μάθηση των εννοιών των φυσικών επιστημών, δίνει την δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να πραγματεύονται στις τάξεις τους πιο αφηρημένες έννοιες με αποτέλεσμα, αυτό να βοηθά τους εκπαιδευόμενους να αποσαφηνίζουν καλύτερα την σκέψη τους. Χαρακτηριστική αποτελεί η έρευνα των Preston & Hubber & Xu (2022) οι οποίοι ανέδειξαν τον ρόλο ενός πολυτροπικού πλαισίου να επιδρά και να διευκολύνει τους/τις εκπαιδευόμενους/ες προσχολικής ηλικίας να παράγουν συλλογισμούς σχετικά με τα ηλεκτρικά κυκλώματα. Ακόμη, τονίζουν τον ρόλο του εκπαιδευτικού και πιο συγκεκριμένα το πώς επιλεγεί να σχεδιάσει το πλαίσιο προκειμένου να ενισχύσει τους μαθητές και να διερευνήσει τις προϋπάρχουσες γνώσεις τους ανάλογα πάντα με τις εκάστοτε ανάγκες.

Εστιάζοντας λίγο παραπάνω στον ρόλο του σώματος για την κατανόηση εννοιών των φυσικών επιστημών, είναι αντιληπτό ότι η ενσώματη ενεργοποίηση αποτελεί σημαντικό μέσο κατά την διερεύνηση της σκέψης των εκπαιδευομένων. Μάλιστα, αρκετές έρευνες που πραγματεύονται έννοιες όπως είναι για παράδειγμα το φαινόμενο του σχηματισμού της σκιάς, τονίζουν την σημασία αλλά και τον τρόπο που επιδρά το σώμα κατά την συγκρότηση συλλογισμών, όπως και το τι στοιχεία μπορούμε να αντλήσουμε σε σχέση με τον τρόπο σκέψης των παιδιών. Πιο συγκεκριμένα οι Παντίδος & Ηρακλειώτη (2015) διαπίστωσαν ότι τα παιδιά για το φαινόμενο σχηματισμού της σκιάς χρησιμοποιούσαν σε ένα μεγάλο βαθμό το σώμα τους προκειμένου να εκφράσουν τις ιδέες τους και ειδικότερα για την «περιοχή σχηματισμού» της σκιάς αλλά και για την «ευθύγραμμη διάδοση του φωτός». Διαπιστώθηκε έτσι πως η σωματική έκφραση μαζί με τον προφορικό λόγο, αλλά και με τα στοιχεία του χώρου αποτελούν σημαντικά μέσα που βοηθούν στη δημιουργία συλλογισμών για το φαινόμενο σχηματισμού σκιάς.

Συνεπώς, οι εκπαιδευτικοί οφείλουν να αξιοποιούν περαιτέρω την έννοια της πολυτροπικότητας εμπλουτίζοντας έτσι τις διδακτικές τους πρακτικές, και να δημιουργούν πλαίσια τα οποία θα επιτρέπουν στους εκπαιδευόμενους να εκφράζονται με όλα τα δυνατά μέσα, δίνοντας έτσι την ελευθερία να εκφράζουν με παραπάνω από έναν τρόπο την σκέψη

τους. Με αυτόν τον τρόπο διευκολύνεται το έργο των εκπαιδευτικών, επιτρέποντας τους να κατανοήσουν σε βάθος την σκέψη των παιδιών.

Ακόμη, πολλοί ερευνητές κάνουν λόγο για την ασυμφωνία μεταξύ του προφορικού λόγου των εκπαιδευόμενων και των χειρονομιών τους με αποτέλεσμα να μην παρατηρείται κάποια αντιστοιχία στο νόημα και αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα νοήματα, είτε να συμπληρώνουν το ένα το άλλο ή και να έρχονται σε αντίθεση μεταξύ τους (Ηρακλειώτη, 2017). Οι Singer, Radinsky και Goldman (2008) αναφέρουν ότι οι χειρονομίες και ο προφορικός λόγος συχνά συνεργάζονται για να κατασκευάσουν κάποιο νόημα, ενώ άλλοτε οι χειρονομίες μας μεταφέρουν νοήματα και διαστάσεις τις οποίες δεν θα ήμασταν σε θέση να μεταφέρουμε με διαφορετικό τρόπο. Ενίοτε, οι χειρονομίες βοηθούν κατά μεγάλο βαθμό τους ομιλητές να συγκροτούν σταδιακά έννοιες και να τις αναπαριστούν λεκτικά (Alibali, Kita & Young, 2000). Είναι αντιληπτό λοιπόν, πως ο προφορικός λόγος αλλά και οι χειρονομίες μεταξύ τους πολλές φορές αλληλοσυμπληρώνονται δίνοντας μια ολοκληρωμένη εικόνα για την σκέψη των εκπαιδευόμενων.

Μάλιστα, σε ορισμένες περιπτώσεις κατά την εξηγητική διαδικασία, το σώμα δεν αποσαφηνίζει μόνο τον προφορικό λόγο, αλλά παράγει και νοήματα τα οποία είναι αυθύπαρκτα (Hadzigeorgiou et al., 2008, Ηρακλειώτη, 2017). Αυτό σημαίνει πως τα νοήματα πολλές φορές εκφράζονται μόνο μέσα από την χρήση του σώματος χωρίς να είναι απαραίτητος ο προφορικός λόγος (Ηρακλειώτη, 2017) ενώ πολλές φορές η ίδια η χειρονομία τον αντικαθιστά τελείως ή και βρίσκεται σε συνεργασία με τον προφορικό λόγο (Givry & Roth, 2006).

Αρκετές έρευνες αναγνωρίζουν το σχέδιο ως ίσως ένας από το πιο ευρέως γνωστό σημειωτικό μέσο, το οποίο συχνά χρησιμοποιείται και λειτουργεί ως βασικός τρόπος έκφρασης των παιδιών και ιδιαίτερα εκείνων στην προσχολική ηλικία (Papandreou, 2014). Το συγκεκριμένο εργαλείο συχνά αξιοποιείται από τους εκπαιδευόμενους ως ένα μέσο σκέψης και μεταφοράς των ιδεών για τον κόσμο στους άλλους γύρω τους (Einarsdottir, Dockett, & Perry, 2009). Ο ρόλος του σχεδίου είναι αρκετά σημαντικός διότι αποτελεί σύμφωνα με τους ερευνητές έναν πρώιμο στάδιο γραφής το οποίο στην συνέχεια αντικαθίσταται σε επόμενο στάδιο από τον γραπτό λόγο (Papandreou, 2014, Robbins, 2009, Wright, 2007). Ταυτόχρονα, τονίζεται έντονα η σημασία των σχεδίων ως ένας

τρόπος επικοινωνίας με τον οποίο τα παιδιά μπορούν να οπτικοποιήσουν την σκέψη τους και άρα μπορούν να ερμηνεύσουν καλύτερα ένα πρόβλημα, απεικονίζοντας και επιλύοντας το (Ηρακλειώτη, 2017). Είναι ένα μέσο λοιπόν, το οποίο λόγω της αδυναμίας του προφορικού λόγου σε αυτό το στάδιο της ανάπτυξης, παίζει ιδιαίτερο ρόλο στην αποσαφήνιση της σκέψης, βοηθώντας τους εκπαιδευόμενους να κοινωνήσουν αποτελεσματικότερα τις ιδέες τους.

Αξίζει να τονιστεί όμως, πως οι ιδέες των παιδιών δεν συλλέγονται μόνο από το σχέδιο καθαυτό αλλά δίνεται ιδιαίτερη έμφαση και στις εξηγήσεις που δίνουν τα παιδιά με βάση αυτό που έχουν απεικονίσει (Brooks, 2009, Cox, 2005). Πολλές έρευνες κάνουν αναφορά στο ότι κατά την εξήγηση του σχεδίου οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν σωματικές εκφράσεις όπως είναι διάφορες χειρονομίες, δείχνοντας πάνω στο σχέδιό τους και αξιοποιώντας διάφορα αντικείμενα ώστε να εξηγήσουν με περισσότερη ακρίβεια αυτό που ζωγράφισαν (Hall, 2009, Knight, 2008, Papandreou & Terzi, 2011, Pozzer-Ardenghi & Roth, 2005, Wright, 2007, Ηρακλειώτη, 2017). Τέλος, ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας νοηματοδότησης αποτελούν και οι τρισδιάστατες κατασκευές (Χαλχιουτάκη, Παντίδος, Καμπέζα, 2017) αλλά και γενικότερα οι δράσεις οι οποίες απαιτούν τον χειρισμό υλικών αντικειμένων (Ηρακλειώτη, 2017).

Εν κατακλείδι, η νοηματοδότηση έχει συνδεθεί και με την συνέργεια διαφορετικών μεταξύ τους σημειωτικών τρόπων, όπως είναι ο προφορικός λόγος, η σωματική έκφραση, ο χειρισμός των αντικειμένων και η σχεδιαστική δραστηριότητα, που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευόμενοι/ες προκειμένου να κατασκευάσουν ιδέες για τον φυσικό κόσμο και τα φαινόμενα (Givry & Tiberghien, 2012).

3.2. Μηχανική Ισορροπία και έρευνες σχετικά με τις ιδέες των παιδιών

Ισορροπία, (επίσης γνωστή ως Μηχανική ισορροπία, ή Στατική ισορροπία) στη φυσική, είναι η κατάσταση ενός συστήματος όταν, ούτε η κινητική του κατάσταση, ούτε η εσωτερική του ενέργεια τείνει να μεταβάλλεται με το χρόνο (<https://www.britannica.com/science/equilibrium-physics>). Ένα απλό μηχανικό σώμα, λέγεται ότι είναι σε ισορροπία αν δεν επιδέχεται γραμμική ή γωνιακή επιτάχυνση, και

εκτός αν του ασκηθεί μια εξωτερική δύναμη, θα συνεχίσει με τη τρέχουσα κατάσταση του επ' αόριστων. Για ένα μεμονωμένο σωματίδιο, ισορροπία προκύπτει αν το διανυσματικό άθροισμα των δυνάμεων που ασκούνται στο σωματίδιο, είναι μηδέν. Ένα στερεό σώμα, λέγεται ότι είναι σε ισορροπία, αν επιπροσθέτως, το διανυσματικό άθροισμα όλων των ροπών που δρουν πάνω στο σώμα είναι επίσης μηδέν, ώστε η κατάσταση της περιστροφικής του κίνησης να παραμένει σταθερή. Στην φυσική, η ροπή δύναμης είναι η τάση μιας δύναμης να περιστρέφει το σώμα στο οποίο ασκείται ή να μεταβάλλει την περιστροφική τους κατάσταση και ως υπερκείμενη έννοια περικλείει περιπτώσεις μηχανικής ισορροπίας αλλά και καταστάσεις περιστροφικής κίνησης (Hewitt, 2002, Κόκκα & Παντίδος, 2016). Παρόλο που το φαινόμενο της μηχανικής ισορροπίας τουλάχιστον τα τελευταία 60 χρόνια φαίνεται να αποτελεί ένα σημαντικό κεφάλαιο όταν αναφερόμαστε στην διδακτική των φυσικών επιστήμων, δεν φαίνεται να έχει μελετηθεί επαρκώς μέσα σε ένα πολυτροπικό πλαίσιο. Γενικότερα, ο ρόλος της πολυτροπικότητας έχει ιδιαίτερη αξία για τα μικρά παιδιά, διότι πολλές φορές δυσκολεύονται στο να εκφράσουν πλήρως τις σκέψεις τους και μάλιστα φαίνεται να προτιμούν να εκφράζονται με το σώμα τους ή εναλλακτικά χρησιμοποιώντας υλικά αντικείμενα (Chachlioutaki & Pantidos, 2024). Υποστηρίζεται πως η μελέτη της μηχανικής ισορροπίας είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα από δύο όψεις: α) θεωρείται μια εξαιρετικά σημαντική έννοια με βάση τα προγράμματα σπουδών επιστήμης και μηχανικής (National Academy of Engineering and National Research Council, 2009), β) αποτελεί μέρος της καθημερινότητας των παιδιών και κυρίως όταν τα ίδια παίζουν με διάφορα κατασκευαστικά υλικά που τους επιτρέπουν να δρουν αυθόρμητα και να δημιουργούν τις δικές τους δοκούς ισορροπίας (Weber & Leucher, 2019).

Μια από τις πιο χαρακτηριστικές έρευνες είναι αυτή των Hadzigeorgiou et al. (2002) στην οποία διερεύνησαν σε παιδιά προσχολικής ηλικίας την επίδραση των αισθητηριοκινητικών δραστηριοτήτων στην κατανόηση του φαινομένου της μηχανικής ισορροπίας. Από την συγκεκριμένη έρευνα διαπιστώθηκε - μεταξύ άλλων ευρημάτων - ότι τα παιδιά που συμμετείχαν στην δραστηριότητα σωματικής ενεργοποίησης όπου έπρεπε να ισορροπήσουν πάνω σε μια δοκό, διατήρησαν και εφάρμοσαν καλύτερα τους κανόνες ισορροπίας και στα μετέπειτα έργα που έδρασαν σε σύγκριση με την δεύτερη ομάδα παιδιών, η οποία συμμετείχε σε οργανωμένη δραστηριότητα χρησιμοποιώντας απλούς

τυπικούς (πλαστικούς) μηχανικούς ζυγούς για την κατανόηση και παρατήρηση του φαινομένου, υπογραμμίζοντας έτσι την σημασία της ενσώματης συμμετοχής αλλά και της ενεργούς δράσης. Σε αντίστοιχη έρευνα σχετικά με την σημασία της ενσώματης ενεργοποίησης των εκπαιδευόμενων, οι Zacharia et al. (2012) διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά που συμμετείχαν ενεργά, πειραματιζόμενα δηλαδή πάνω στον τρισδιάστατο μηχανικό ζυγό, είχαν σε μεγαλύτερο ποσοστό κατανοήσει καλύτερα την έννοια - ιδιαίτερα εκείνα που δυσκολεύονταν περισσότερο αρχικά - σε σχέση με παιδιά που τους παρουσιάστηκε το φαινόμενο μέσω εικονικής προσομοίωσης. Σε αυτό το σημείο θα θέλαμε να επισημάνουμε πως και οι δυο έρευνες που παρουσιάσαμε τώρα δεν είχαν ως πρωταρχικό στόχο να διερευνήσουν τις προϋπάρχουσες ιδέες των παιδιών νηπιαγωγείου. Απώτερος σκοπός είναι να αναδείξουν την σημασία της ενεργούς συμμετοχής και της ενσώματης ενεργοποίησης ως προς τον τρόπο με τον οποίο κατανοούν τα παιδιά την έννοια της στατικής ισορροπίας.

Διακρίνεται ότι άλλες μελέτες που διερευνούν τις προϋπάρχουσες γνώσεις των παιδιών φαίνεται να εστιάζουν στην σημασία και στην χρήση κατασκευαστικού υλικού (π.χ. τουβλάκια, αυτοσχέδιες τραμπάλες κ.α.) αλλά και στην χρήση κάποιου μηχανικού ζυγού.. Οι Κόκκα & Παντίδος (2016) θέλοντας να διερευνήσουν ποια χαρακτηριστικά μιας εικονικής προσομοίωσης τραμπάλας μπορούν να οδηγήσουν τους εκπαιδευόμενους στο να δώσουν ικανοποιητικές εξηγήσεις για το πώς αντιλαμβάνονται την έννοια της ροπής δύναμης κατασκεύασαν μια αυτοσχέδια μηχανική τραμπάλα. Για το στάδιο του pre-test στόχος των ερευνητών ήταν να αξιοποιήσουν την αυτοσχέδια τραμπάλα ως εργαλείο ανίχνευσης των ιδεών των εκπαιδευόμενων και πιο συγκεκριμένα όταν σε αυτό τοποθετούνται ίσα βάρη και άνισα βάρη. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσα από ατομικές ημιδομημένες συνεντεύξεις με ερωτήσεις που ζητούσαν από τα παιδιά να προβλέψουν και να αιτιολογήσουν τις επιλογές τους, χωρίς όμως να ελέγξουν τις απαντήσεις τους πειραματικά, δηλαδή, δεν ζητήθηκε στα τα παιδιά να κάνουν δοκιμές πάνω στην τραμπάλα. Η αυτοσχέδια τραμπάλα αποτελούνταν από αντίστοιχα μια περιστρεφόμενη δοκό ενώ μανταλάκια μπορούσαν να τοποθετηθούν ως βάρη. Ταυτόχρονα, οι ερευνητές σχεδίασαν 5 σημεία (α,β,γ,δ και ε) πάνω στην δοκό τα οποία πιθανώς να βοηθούσαν και τα παιδιά στο να απαντήσουν πιο συγκεκριμένα. Για την διάσταση των ίσων βαρών πραγματοποιήθηκαν δυο έργα. Στο πρώτο έργο τοποθετούνταν στη αρχή το μανταλάκι από τη μια πλευρά της ράβδου, διαταράσσοντας έτσι την ισορροπία

της και στην άλλη πλευρά είχε σημειωθεί το μέσο της με μια κόκκινη γραμμή. Σε αυτό το σημείο ζητήθηκε από τα παιδιά να διατυπώσουν τις προβλέψεις τους ως προς το ποια περιοχή πάνω στην τραμπάλα θα πρέπει να τοποθετηθεί το μανταλάκι ώστε να ισορροπήσει. Προχωρώντας στο δεύτερο έργο για την πρώτη όψη το ένα μανταλάκι τοποθετούνταν στο σημείο α, το οποίο βρισκόταν στην άκρη της τραμπάλας, και ζητούσαν από τα παιδιά να προβλέψουν σε ποιο από τα σημεία (β έως ε), - τα οποία βρίσκονταν πιο μέσα στην τραμπάλα- θα πρέπει να τοποθετήσει ένα δεύτερο ίδιο μανταλάκι έτσι ώστε να ισορροπήσει αιτιολογώντας την απάντησή τους. Για τη δεύτερη όψη με τα άνισα βάρη δόθηκε στα παιδιά το ίδιο πρόβλημα όπως και στο δεύτερο έργο της πρώτης όψης. Δηλαδή, τοποθετούνταν ένα μανταλάκι στο σημείο α με τη διαφορά ότι τώρα ζητήθηκε από τα παιδιά να προβλέψουν σε ποιο σημείο της άλλης πλευράς θα πρέπει να τοποθετηθούν 2 μανταλάκια έτσι ώστε να επιτευχθεί η ισορροπία και να αιτιολογήσουν τις απόψεις τους.

Ελάχιστες φαίνεται να είναι οι έρευνες οι οποίες χρησιμοποιούν την έννοια της πολυτροπικότητας για να διερευνήσουν τις γνώσεις των εκπαιδευομένων για το φαινόμενο. Λαμβάνοντας, όμως, υπόψη την δυνατότητα που έχει το περιβάλλον να νοηματοδοτεί με μοναδικό τρόπο τις διαφορετικές όψεις των διδακτικών αντικειμένων (Παντίδος & Ηρακλειώτη, 2014) και επειδή οι έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι στιγμής αναδεικνύουν την σημασία ενός πολυτροπικού περιβάλλοντος ως προς την διερεύνηση του φαινομένου της μηχανικής ισορροπίας, οι Pantidos & Chachlioutaki (2024) σε μια προσπάθεια ανάδειξης των δυνατοτήτων των διαφορετικών σημειωτικών πόρων σε σχέση με το φαινόμενο της μηχανικής ισορροπίας, πραγματοποίησαν μελέτη περίπτωσης με παιδί προσχολικής ηλικίας όπου υλοποίησαν 3 διαφορετικά μεταξύ τους έργα μέσα από μια συνέντευξη η οποία επαναλήφθηκε 3 φορές εν μέσω δύο διαφορετικών διδακτικών παρεμβάσεων. Η συνέντευξη είχε διάρκεια 20 λεπτά και παρόλες τις σημειωτικές διαφορές μεταξύ των 3 έργων, όλα τους σχετίζονταν με τις ίδιες δυο διαστάσεις της μηχανικής ισορροπίας, δηλαδή, τι συμβαίνει όταν σε μια περιστρεφόμενη δοκό τοποθετούνται (α) ίσα βάρη και (β) άνισα βάρη. Τα έργα είχαν την εξής σειρά: ξεκινούσαν με το έργο του προφορικού λόγου όπου το παιδί καλούνταν να απαντήσει προφορικά και εδώ συλλέγονταν δεδομένα προφορικού λόγου αλλά και χειρονομίες. Το δεύτερο έργο αφορούσε σχεδιαστική δραστηριότητα και ο εκπαιδευόμενος ζωγράφιζε τα βάρη πάνω στην τραμπάλα -η οποία ήταν ήδη ζωγραφισμένη με κλήση- σε εκείνα τα

σημεία όπου όταν θα τοποθετούνταν θα ίσωνε. Το δεδομένα που συλλέχθηκαν από αυτό το έργο περιλάμβαναν τις ζωγραφιές, τον προφορικό λόγο του εκπαιδευόμενου και ότι χειρονομίες εμφάνισε κατά τη διάρκεια της επεξήγησης. Στο τρίτο έργο, το παιδί αλληλοεπίδρασε με έναν μαθηματικό ζυγό. Εδώ τα δεδομένα που συλλέχθηκαν ήταν στοιχεία προφορικού λόγου και χειρονομίες που το παιδί εμφάνιζε καθώς τις χρησιμοποιούσε για να δείξει που θα πρέπει να τοποθετηθεί το κάθε βάρος πάνω στον μαθηματικό ζυγό. Να τονιστεί πως οι ερωτήσεις ήταν ισοδύναμες σε όλα τα έργα και απλώς διαφοροποιούνταν ανάλογα με το σημειωτικό πλαίσιο. Τα ευρήματα έδειξαν ότι ο εκπαιδευόμενος στην προσπάθεια του να εξηγήσει το φαινόμενο της μηχανικής ισορροπίας ενεργοποίησε τον προφορικό λόγο, τις χειρονομίες αλλά και σχεδίασε για να αποτυπώσει τις ιδέες του.

3.3. Σκοπός και ερευνητικό ερώτημα

Λαμβάνοντας υπόψη πως το πλαίσιο και το περιβάλλον που δημιουργείται κατά την διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας επιδρά στην σκέψη, θα πρέπει όταν γίνεται διερεύνηση των ιδεών των εκπαιδευομένων να εφαρμοστεί ένα περιβάλλον το οποίο θα εγείρει διαφορετικούς τρόπους έκφρασης και σκέψης. Ειδικότερα, στην τάξη των φυσικών επιστημών που πολλές φορές οι έννοιες δεν μπορούν να γίνουν κατανοητές εύκολα είτε επειδή είναι απαιτητικές ως προς την κατανόηση τους ή απαιτούν περισσότερη επεξήγηση, προτείνεται μια πολυτροπική προσέγγιση. Αυτή η προσέγγιση πιθανώς θα ενισχύσει τους εκπαιδευομένους/ες διότι θα τους δίνεται η δυνατότητα να εκφράσουν την σκέψη τους αποτελεσματικότερα και με παραπάνω από έναν τρόπο, άρα και εμείς ως εκπαιδευτικοί στην συνέχεια θα είμαστε σε θέση να κατανοήσουμε καλύτερα τις ιδέες τους.

Το ερευνητικό ερώτημα που τέθηκε σε αυτήν την ερευνά είναι:

Πώς εννοιολογούν τη μηχανική ισορροπία παιδιά της πρώτης τάξης του δημοτικού κατά την επίδραση ενός πολυτροπικού πλαισίου ανάδυσης ιδεών;

4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

4.1. Ερευνητικός Σχεδιασμός

Για την παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκαν ημιδομημένες συνεντεύξεις και συλλέχθηκε οπτικοακουστικό υλικό από δυο παιδιά της πρώτης τάξης του δημοτικού. Επειδή ακριβώς, η παραγωγή νοήματος αποτελεί μια πολυτροπική διαδικασία όπου διάφοροι τρόποι έκφρασης συνεργούν μοναδικά κατά την παραγωγή νοήματος, για την παρούσα έρευνα σχεδιάστηκαν 3 διαφορετικά μεταξύ τους έργα, τα οποία είχαν ως στόχο να ενεργοποιήσουν την σκέψη των παιδιών δίνοντας την δυνατότητα να διατυπώσουν πληρέστερα τις υποθέσεις και τις εξηγήσεις τους. Ακόμη, επειδή ακριβώς μέσα από τα τρία έργα θα συλλεχθούν διαφορετικής φύσεως δεδομένα (προφορικός λόγος, χειρονομίες, σχεδιαστικές απεικονίσεις) θέλαμε να δημιουργήσουμε μια συνθήκη η οποία θα δίνει την δυνατότητα στα παιδιά που συμμετέχουν στην συνέντευξη να εκφραστούν με διαφορετικούς τρόπους που θα εγείρονται από το κάθε πλαίσιο μοναδικά. Στο πρώτο έργο τα παιδιά απάντησαν προφορικά, στο δεύτερο έργο σχεδίασαν και εξήγησαν το σχέδιό τους, ενώ στο τρίτο έργο κλήθηκαν να εκφράσουν την σκέψη τους μέσα από την χρήση ενός μαθηματικού ζυγού.

Το πρώτο έργο/task είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε τα παιδιά να απαντούν και να εξηγούν προφορικά. Γνωρίζουμε πως ο προφορικός λόγος δεν διευκολύνει ιδιαίτερα τα μικρά παιδιά στο να αποδώσουν με ακρίβεια την σκέψη τους και θα το χαρακτηρίζαμε αρκετά αφαιρετικό και ότι θα περιορίσει την σκέψη τους. Πιστεύουμε όμως πως στην προσπάθεια τους να συγκροτήσουν την σκέψη τους αναπόφευκτα, σε συνέργεια με τον προφορικό λόγο, θα προκύψουν χειρονομίες οι οποίες μπορεί να μας μεταφέρουν διαστάσεις της έννοιας που δεν κοινωνούνται με άλλο τρόπο. Το έργο που ακολουθήσε ήταν αυτό της σχεδιαστικής δραστηριότητας όπου ζητήσαμε από τα παιδιά να μας απεικονίσουν τις προβλέψεις τους και να μας αιτιολογήσουν με βάση αυτό που σχεδίασαν. Πάρα πολλοί ερευνητές τονίζουν την σημασία των χειρονομιών αλλά και του προφορικού λόγου που αναδύονται όταν ένα παιδί εξηγεί αυτό το οποίο σχεδίασε (Einarsdottir, Dockett, & Perry,

2009). Το σχέδιο αποτελεί μια «εν δράσει διαδικασία οικοδόμησης της σκέψης» στην οποία δώσαμε ιδιαίτερη έμφαση και όχι μόνο σε αυτά που απεικονίζει η ζωγραφιά (Cox, 2005, Einarsdottir et al., 2009). Στο τελευταίο έργο παρουσιάσαμε στα παιδιά έναν τρισδιάστατο ζυγό ζητώντας τους να αλληλοεπιδράσουν πάνω σε αυτόν, καθώς εδώ τα παιδιά θα είχαν την δυνατότητα και να μας απαντήσουν με βάση αυτό που βλέπουν (τον ζυγό) αλλά και χρησιμοποιώντας παράλληλα σωματικές ή/και προφορικές εξηγήσεις εμπλουτίζοντας παραπάνω την σκέψη τους.

4.2. Συμμετέχοντες/ουσες

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δημόσιο δημοτικό σχολείο της Αθήνας μέσου κοινωνικοοικονομικού επιπέδου. Τα παιδιά που συμμετείχαν φοιτούσαν στην πρώτη τάξη και το ηλικιακό τους πεδίο ήταν από 6.5 έως και 7 ετών. Συνεντεύξεις πραγματοποιήθηκαν σε συνολικά 15 παιδιά και από τα δυο τμήματα της πρώτης τάξης ενώ εμείς εδώ στην έρευνα επιλέξαμε να αναλύσουμε δυο από αυτές. Τα παιδιά δεν είχαν διδαχθεί προηγουμένως κάτι σχετικό ούτε με την ροπή της δύναμης αλλά με την κατάσταση μηχανικής ισορροπίας.

5. ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η συλλογή των δεδομένων έγινε μέσω των τριών έργων ενώ εισαγωγικά χρησιμοποιήθηκε η αφήγηση μια ιστορίας προκειμένου να θέσει το πλαίσιο της συνέντευξης, αλλά και ταυτόχρονα να ελκύσει το ενδιαφέρον των παιδιών. Η ιστορία ήταν δομημένη με τέτοιο τρόπο που συμπεριλάμβανε τις δυο διαστάσεις του φαινομένου της μηχανικής ισορροπίας: (α) ίσα βάρη και (β) άνισα βάρη.

1^ο Έργο: Προφορικός Λόγος

Η ιστορία αποτέλεσε σημαντικό εργαλείο διότι έχει την δυνατότητα να βοηθήσει στο να ενεργοποιήσει την προσοχή των μαθητών, να προσελκύσει τη φαντασία τους και να εκφράσουν πιο αποτελεσματικά τις ιδέες και τις πεποιθήσεις τους (Haven, 2000, Simmons, 2006, Truby, 2007, Hadzigeorgiou, 2008). Ακόμη επειδή η αφηγηματική σκέψη είναι μια φυσική μορφή σκέψης, ο ανθρώπινος νους χρησιμοποιεί την αφήγηση για να παρουσιάσει γεγονότα και ιδέες με σκοπό να κατανοήσει και να δώσει νόημα (Handzigeorgiou, 2016). Γι' αυτόν ακριβώς τον λόγο και η αφήγηση μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην διδακτική των φυσικών επιστήμων. Σύμφωνα με την Fleeer (2013) « η *ανάλλαγή μεταξύ πραγματικού και φανταστικού κόσμου*» είναι απαραίτητη ιδιαίτερα στις μικρότερες ηλικίες για την κατανόηση του τι ισχύει με βάση το επιστημονικά αποδεκτό. Η ιστορία - ειδικά σε μικρότερες ηλικίες - πέρα από την σημασία της ως εργαλείο που βοηθάει στο να μην περιορίζεται απόλυτα η σκέψη του παιδιού μόνο στο τι ισχύει στον πραγματικό κόσμο αλλά, του δίνει χώρο στο να χρησιμοποιεί την φαντασία ελεύθερα ενώ συγχρόνως, σύμφωνα και με τους Seeley & Gallagher (2014) η ιστορία δεν έχει περιορισμούς και άρα μπορούν να συμβούν ή και να φανταστούν τα πάντα αλλά ταυτόχρονα μέσα από αυτή τα παιδιά να διερευνήσουν καινούργια ερωτήματα/ιδέες.

Η ιστορία λοιπόν ήταν αρκετά σύντομη και προσπαθήσαμε να μην έχει πολλές λεπτομέρειες αλλά να είναι απλή και κατανοητή στα παιδιά. Πιο συγκεκριμένα η ιστορία αφορούσε 2 δίδυμα αδέρφια στα οποία άρεσε πάρα πολύ η γυμναστική και αποφάσισαν να πάρουν μέρος σε αγώνες. Εν τέλει τα αδέρφια φτάσανε στις 3 καλύτερες ομάδες και για να νικήσουν τους αγώνες έπρεπε να ολοκληρώσουν με επιτυχία την τελευταία δοκιμασία που ήταν να ισορροπήσουν πάνω σε μια τραμπάλα γυμναστικής και να την κάνουν να ισιώσει/να είναι ευθεία. Αποφασίσαμε να κάνουμε τους χαρακτήρες δίδυμα αδέρφια οι οποίοι θα μοιάζανε σε όλα ακόμη και στα κιλά έτσι ώστε να μην υπάρχουν παρανοήσεις από τα παιδιά, θα μπορούσαν να τους φανταστούν ενδεχομένως ευκολότερα και έτσι θα πραγματευόμασταν καλύτερα την διάσταση των ίσων βαρών. Όσον αφορά το τη διάσταση των άνισων βαρών, θέλοντας να εμπλέξουμε και τα παιδιά στην διαδικασία καθώς θα είχε και περισσότερο νόημα για εκείνα, αποφασίστηκε πως μία από τις 3 καλύτερες ομάδες που έφτασαν στον τελικό να ήταν η ερευνήτρια και τα παιδιά. Πέραν από ότι με αυτό τον τρόπο θα εμπλέκονταν ενεργά τα παιδιά θεωρήθηκε επίσης πως αυτή η επιλογή θα τους έδινε τη δυνατότητα να αντιληφθούν καλύτερα τη διαφορά μεταξύ ενός αντικειμένου που έχει

μεγαλύτερο βάρος και ενός αντικειμένου που έχει μικρότερο βάρος. Δεν θα χρειαζόταν απλώς να φανταστούν 2 διαφορετικά βάρη αλλά θα τα βλέπανε.

Η ιστορία είχε ως εξής: Έχουμε έναν φανταστικό κόσμο ο οποίος εκτός από ανθρώπους έχει κάθε λογής και σκέψης φανταστικά πλάσματα. Τα ζώα μιλάνε, υπάρχουν ζωτικά, νεραϊδες και πολλά ακόμη. Σε αυτόν τον κόσμο υπάρχουν δυο άνθρωποι, δυο αδέρφια. Τα ονόματα τους είναι Οδυσσέας και Σπύρος και είναι δίδυμοι, μοιάζουνε σε όλα ακόμη και στο βάρος. Είναι και οι δυο 20 κιλά.

Στον Οδυσσέα και τον Σπύρο αρέσει η γυμναστική. Αποφάσισαν λοιπόν, να λάβουν μέρος σε αγώνες, που όποιος νικήσει θα κερδίσει μια ολόκληρη εβδομάδα στην ολοκαίνουργια παιδική χαρά της πόλης.

Στους αγώνες τα πήγαιναν πάρα πολύ καλά και φτάσανε στις 3 καλύτερες ομάδες. Η μια ομάδα ήτανε του Σπύρου και του Οδυσσέα, η δεύτερη ομάδα ήταν των ζωτικών και φυσικά η τρίτη ομάδα είμαστε εμείς οι μάγοι. Η τελική δοκιμασία ήταν η ισορροπία στην τραμπάλα. Σκοπός της δοκιμασίας αυτής, είναι, οι διαγωνιζόμενοι να κάτσουν στην τραμπάλα με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε η τραμπάλα να είναι ευθεία, να είναι ίσια.

Να σημειωθεί πως πριν ξεκινήσουν τα έργα η ερευνήτρια ρωτούσε τα παιδιά αν έχουν ξαναδεί τραμπάλα, καθώς υπήρχε η πιθανότητα το παιδί είτε να μην γνώριζε είτε να μην μπορεί να την φανταζόταν. Προσπαθήσαμε να μην έχει παιδιά πάνω η τραμπάλα και να βρίσκεται σε μια ευθεία, όπως αυτή που απεικονίζεται στην Εικόνα 1, για να μην υπάρχουν παρανοήσεις στην σκέψη τους.



Εικόνα 1. Ενδεικτική φωτογραφία με τραμπάλα η οποία δεν θα έχει παιδιά επάνω και είναι ίσια

Θα θέλαμε επίσης να προσθέσουμε πως αφού διατυπώνονταν οι ερωτήσεις, η ερευνήτρια έδινε την δυνατότητα στα παιδιά αν έβλεπε πως δυσκολεύονταν να απαντήσουν, είτε να προσδιορίσουν την σκέψη τους, τους ζητούσε να απεικονίσουν μια τραμπάλα με τα χέρια τους ή/και ιδιά η ερευνήτρια να απεικονίζει με τα χέρια της μια τραμπάλα (Απόσπασμα 1):

Απόσπασμα 1. Παράδειγμα Σωματικής Ενεργοποίησης ως βοήθειας στη σκέψη

E. Πριν κάτσεις στην τραμπάλα πως είναι; Θα μπορούσες να μου δείξεις με τα χέρια σου;

E. Παρατηρώ πως πιθανώς κάτι να σε δυσκολεύει...μπορείς να χρησιμοποιήσεις και τα χέρια σου για να μου δείξεις αυτό που σκέφτεσαι.

*E. Μπορείς να φανταστείς μια τραμπάλα; *παρατηρεί ότι το παιδί δυσκολεύεται* Να θα δείξω με τα χέρια μου. Εγώ την φαντάζομαι έτσι *φτιάχνει την τραμπάλα με τα χέρια της*.*

*E. *Η ερευνήτρια έχει απεικονίζει μια τραμπάλα με τα χέρια της και το παιδί δυσκολεύεται να απαντήσει* Μπορείς να δείξεις και στα χέρια μου αυτό που σκέφτεσαι.*

Οι ερωτήσεις σχεδιάστηκαν ανάλογα με την διάσταση (α) ίσα βάρη και (β) άνισα βάρη. Σκοπός ήταν μέσα από αυτές τις ερωτήσεις όχι μόνο για να δούμε αν τα παιδιά αντιλαμβάνονται την σημασία του βάρους για την επίτευξη ισορροπίας αλλά να δούμε ταυτόχρονα αν στον συλλογισμό τους προσμετράνε έννοιες όπως είναι η απόσταση. Ιδιαίτερα στα άνισα βάρη θέλαμε να παρατηρήσουμε αν θα εμφανίσουν το σχήμα μεγαλύτερο βάρος - μικρότερη απόσταση. Ακόμη, ήταν σημαντικό ιδιαίτερα στην σχεδιαστική δραστηριότητα που θα αξιοποιούσαμε την ζωγραφιά ως μέσο, να υπάρχει κάποιος τρόπος με τον οποίο θα μπορούσαμε να ελέγξουμε αν τα παιδιά εμφανίζουν την έννοια της μέτρησης στους συλλογισμούς τους. Ταυτόχρονα, αν και υπήρχε η σκέψη να χρησιμοποιηθούν διαφορετικοί χαρακτήρες για να παρουσιάσουμε στα παιδιά την έννοια (β) άνισα βάρη, αποφασίστηκε πρωταγωνιστές να είναι τα παιδιά ως το μικρότερο βάρος και η ερευνήτρια ως το μεγαλύτερο βάρος. Αυτό θα έδινε την δυνατότητα στα παιδιά να δούνε και να αντιληφθούν εμπειρικά την διαφορά μεταξύ μεγαλύτερου - μικρότερου βάρους, ενώ με αυτόν τον τρόπο τα εμπλέκαμε ενεργά στην διαδικασία και άρα είχε περισσότερο νόημα για εκείνα βοηθώντας τα να φανταστούν και να το αναπαραστήσουν.

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από αυτό το έργο είναι προφορικού λόγου και σωματικής έκφρασης όπου αυτή εμφανίστηκε. Ακόμη, αν παρατηρούσε η φοιτήτρια πως το παιδί απαντούσε μόνο προφορικά, τότε η ίδια ζητούσε από το παιδί να εξηγήσει προφορικά την απάντηση του και μετά ζητούσε και σωματική ενεργοποίηση. Αντίστοιχα, αν το παιδί έδινε ελλιπή προφορική απάντηση ζητούσε προφορική ενεργοποίηση ώστε να βοηθήσει και να ενισχύσει την σκέψη του παιδιού. Πιο συγκεκριμένα, ρωτούσε τα παιδιά αν μπορούσαν αυτό που σκέφτονται να το δείξουν χρησιμοποιώντας τα χεριά τους ή αν και πάλι παρατηρούσε δυσκολία η ερευνήτρια απεικόνιζε η ίδια μια τραμπάλα με τα χέρια της όπου μπορούσαν να απεικονίσουν με μεγαλύτερη ακρίβεια αυτό που σκέφτονταν. Επειδή το συγκεκριμένο έργο είναι αφαιρετικό και πιο «δύσκολο» για τα παιδιά αυτής της ηλικίας ήταν απαραίτητο να τους δοθεί η δυνατότητα να αξιοποιήσουν το σώμα τους προκειμένου να εμπλουτίσουν ή/και να εκφράσουν ποιοτικότερα τον συλλογισμό τους. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι ερωτήσεις του πρώτου έργου με βάση την σειρά που εμφανίστηκαν.

	<p style="text-align: center;"><u>ΙΣΑ ΒΑΡΗ</u></p> <p>1. Φαντάσου που θα πρέπει να κάτσει ο Οδυσσέας και που ο Σπύρος για να ισιώσει η τραμπάλα; ...Θες να μου το δείξεις με τα χέρια σου;...Και γιατί το λες αυτό; Εξήγησε το μου</p> <p>2. Αν κάτσει στην μια άκρη Σπύρος, ο Οδυσσέας που θα κάτσει; Θες να μου το δείξεις με τα χέρια σου...Και γιατί το λες αυτό; Εξήγησε το μου...</p> <p>3. Κάθονται ο Οδυσσέας και ο Σπύρος στην μια και στην άλλη άκρη της τραμπάλας. Ο Οδυσσέας προχωράει λίγο, πάνω στην τραμπάλα τι πιστεύεις ότι θα συμβεί;... Η τραμπάλα θα είναι ίσια;...Τι πρέπει να κάνει ο Σπύρος για να είναι ίσια η τραμπάλα; Θες να μου το δείξεις με τα χέρια σου...Και γιατί το λες αυτό; Εξήγησε το μου...</p> <p style="text-align: center;"><u>ΑΝΙΣΑ ΒΑΡΗ</u></p>
--	--

<p>Ερωτήσεις 1^ο Έργου</p>	<p>1. Αν εσύ που είσαι πιο ελαφρύς και εγώ που είμαι πιο βαριά καθίσουμε πάνω στην τραμπάλα που θα πρέπει να κάτσεις εσύ και που εγώ για να ισιώσει; Θες να μου το δείξεις με τα χέρια σου; Και γιατί το λες αυτό; Εξήγησε το μου...</p> <p>2. Αν κάτσεις εσύ στην μια άκρη που είσαι πιο ελαφρύς/ελαφριά, εγώ που θα πρέπει να κάτσω που είμαι πιο βαριά από εσένα για να ισιώσει η τραμπάλα; Θες να μου το δείξεις με τα χέρια σου; Και γιατί το λες αυτό; Εξήγησε το μου...</p> <p>3. Καθόμαστε εσύ που είσαι 20 κιλά και εγώ που είμαι 40 κιλά στην μια και στην άλλη άκρη της τραμπάλας. Αν εσύ περπατήσεις πιο μέσα εγώ θα μείνω εκεί; Για να ισιώσει η τραμπάλα θα πρέπει να πάω κάπου; Θες να μου το δείξεις με τα χέρια σου; Και γιατί το λες αυτό; Εξήγησε το μου...</p>
---	--

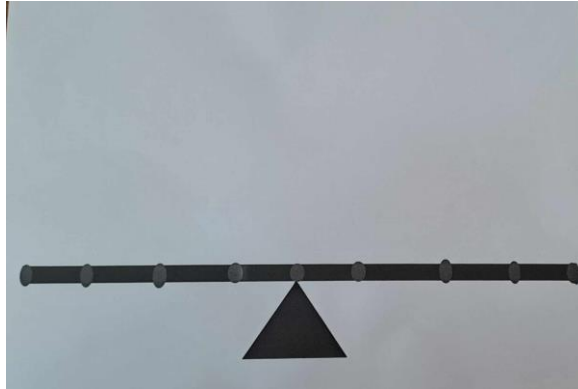
Πίνακας 1: Ερωτήσεις 1^ο Έργου

2^ο Έργο: Σχεδιαστική Δραστηριότητα

Στην σχεδιαστική δραστηριότητα οι ερωτήσεις σχεδιάστηκαν αντίστοιχα με το 1^ο έργο έτσι ώστε να ελεγχθεί εάν τα παιδιά έβαζαν στον συλλογισμό τους στοιχεία όπως: α) την θέση που τοποθετήθηκαν, β) την απόσταση που είχαν από το κέντρο και μεταξύ τους και γ) αν χρησιμοποιούν την μέτρηση στην προσπάθειά τους να αιτιολογήσουν τις επιλογές τους.

Η ερευνήτρια τους παρουσίασε 2 διαφορετικές ζωγραφιές μια για καθεμιά από τις διαστάσεις (α) ίσα βάρη και (β) άνισα βάρη. Για την διάσταση (α) έδειξε στα παιδιά μια ζωγραφιά της τραμπάλας που εμφανίζεται στην ιστορία. Πάνω στην τραμπάλα είχαν σχεδιαστεί τέσσερα (4) σημεία με στόχο να βοηθήσουν τα παιδιά να τοποθετήσουν τους χαρακτήρες και αν πρόκυπτε από τα παιδιά οι κουκίδες θα εξυπηρετούσαν ως μια μορφή

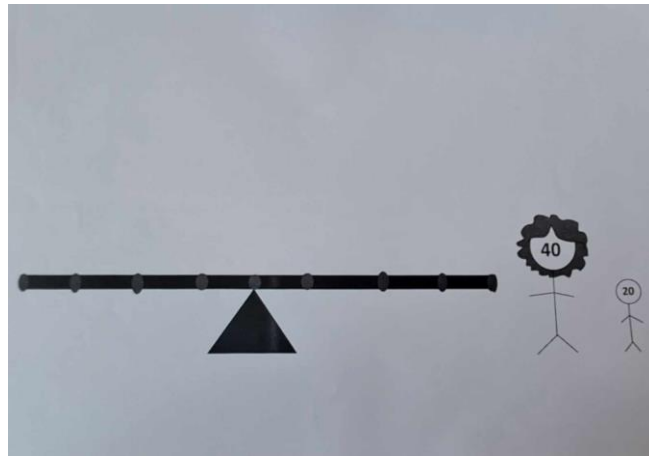
μέτρησης της απόστασης (Εικόνα 2). Πιθανώς αυτού του είδους η κωδικοποίηση της μέτρησης με την χρήση των σημείων πάνω στην ζωγραφιά να οδηγήσει σε γνωστικές μεταβιβάσεις, αλλά και σε πιο ολοκληρωμένα γνωστικά σχήματα (Κόκκα & Παντίδος, 2016).



Εικόνα 2. Απεικόνιση της τραμπάλας όπως αυτή αναφέρεται στην ιστορία με τονισμένα τα 4 σημεία.

Ολοκληρώνοντας την πρώτη διάσταση προχωρήσαμε στην (β) διάσταση και αυτή την φορά η ζωγραφιά που παρουσίασε η ερευνήτρια στα παιδιά απεικόνιζε την τραμπάλα, ακριβώς όπως και στην 1^η ζωγραφιά στην διάσταση (α) (Βλέπε Εικόνα 3), με την διαφορά ότι δίπλα στην τραμπάλα υπήρχαν δυο σχέδια ανθρώπων. Το ένα σχέδιο ήταν η ερευνήτρια και το άλλο το παιδί. Δυο απλά σχέδια τα οποία διέφεραν μεταξύ τους ως προς το μέγεθος και για το καθένα ξεχωριστά είχαν σημειωθεί τα κιλά (φοιτηρια:40, παιδί: 20). Αυτές οι σημειώσεις και λεπτομέρειες έγιναν με σκοπό να βοηθήσουν τα παιδιά μέσω της απεικόνισης να κατανοήσουν καλύτερα τις διαφορές μεταξύ ενός αντικειμένου με μεγαλύτερο βάρος σε σχέση με ένα αντικείμενο που έχει μικρότερο βάρος (Βλέπε Εικόνα 2). Η ερευνήτρια προέτρεπε τα παιδιά μέσα από τις ερωτήσεις να ζωγραφίσουν τις απαντήσεις τους χρησιμοποιώντας τις κουκίδες στην τραμπάλα, αλλά και στην συνέχεια να επεξηγήσουν αυτό που ζωγράρισαν. Αντίστοιχα, στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται με την

σειρά οι ερωτήσεις του δεύτερου έργου που διατύπωσε η ερευνήτρια στους εκπαιδευόμενους.



Εικόνα 3. Απεικόνιση της τραμπάλας και των οντοτήτων της (β) διάστασης.

<p>Ερωτήσεις 2^{ου} Έργου</p>	<p style="text-align: center;"><u>ΙΣΑ ΒΑΡΗ</u></p> <p>1. Θέλω να σχεδιάσεις τον Οδυσσέα όπου θες εσύ...Ωραία! Έκατσε ο Οδυσσέας, θα συμβεί κάτι στην τραμπάλα; Τώρα θέλω να ζωγραφίσεις τον Σπύρο έτσι ώστε η τραμπάλα να είναι ίσια. Τι πιστεύεις ότι θα αλλάξει; Τώρα που ανέβηκε ο Σπύρος τι άλλαξε; Γιατί άμα μπει εκεί ο Σπύρος θα ισιώσει η τραμπάλα; Τι σκέφτηκες; Από εδώ έως εδώ και από εδώ έως εδώ είναι το ίδιο;</p> <p>2. Κάθονται ο Οδυσσέας και ο Σπύρος στην μια και στην άλλη άκρη της τραμπάλας. Για ζωγράφισε τους μου τον ένα στην μια άκρη και τον άλλον στην άλλη άκρη. Ο Οδυσσέας προχωράει λίγο/ πάνω στην τραμπάλα τι πιστεύεις ότι θα συμβεί;... Η τραμπάλα θα είναι ίσια;... Τι πρέπει να κάνει ο Σπύρος για να</p>
--	---

	<p>είναι ίσια η τραμπάλα; Θες να μου το δείξεις σε αυτήν την ζωγραφιά; ...Και γιατί το λες αυτό; Εξήγησε το μου...</p> <p>3. Σε μια άλλη ζωγραφιά να πούμε: Τον έβαλες εκεί τον Οδυσσέα πριν. Τώρα ζωγράφισε τον Οδυσσέα σε κάποιο άλλο σημείο. Που πρέπει να μπει ο Σπύρος ώστε να είναι ίσια η τραμπάλα; Γιατί άμα μπει εκεί ο Σπύρος θα ισιώσει η τραμπάλα; Από εδώ ως εδώ είναι και από εδώ είναι διαφορετικό ή ίδιο;</p> <p style="text-align: center;"><u>ΑΝΙΣΑ ΒΑΡΗ</u></p> <p>1. Αν εσύ που είσαι 20 κιλά κάθεται στην άκρη της τραμπάλας. Που θα πρέπει να με ζωγραφίσεις εμένα που είμαι 40 κιλά ώστε να ισιώσει η τραμπάλα; Γιατί το λες αυτό; Πως το σκέφτηκες αυτό; Από εδώ έως εδώ και από εδώ έως εδώ είναι το ίδιο ή διαφορετικό και γιατί;</p> <p>2. Καθόμαστε εσύ που είσαι 20 κιλά και εγώ που είμαι 40 κιλά στην μια και στην άλλη άκρη της τραμπάλας. Αν εσύ περπατήσεις πιο μέσα εγώ θα μείνω εκεί; Για να ισιώσει η τραμπάλα θα πρέπει να πάω κάπου;</p>
--	--

Πίνακας 2: Ερωτήσεις 2^{ου} Έργου

3^ο Έργο: Μαθηματικός Ζυγός

Στο τρίτο έργο, η ερευνήτρια παρουσίασε στα παιδιά έναν μαθηματικό ζυγό (Εικόνα 4) όπου πάνω στις 2 δοκούς του υπήρχαν αριθμοί από το 1 έως το 10 (ξεκινώντας την μέτρηση από το κέντρο). Αποφασίστηκε να μπορούν τα παιδιά να βλέπουν τους αριθμούς ώστε να τα βοηθήσει με την μέτρηση αν πρόκυπτε (Βλέπε Εικόνα 5). Αρχικά, για την (α) διάσταση παρουσίασε 2 τουβλάκια τα οποία αντιστοιχούσαν στους δυο χαρακτήρες της ιστορίας (Δηλαδή, Ο για τον Οδυσσέα και Σ για τον Σπύρο). Είχε φροντίσει από πριν να έχει σημειώσει σε κάθε τουβλάκι τον αριθμό 20 υπενθυμίζοντάς στα παιδιά πως και οι δυο χαρακτήρες έχουν τα ίδια κιλά όπως και τα ονόματά τους.



Εικόνα 4. Μαθηματικός Ζυγός

Στην συνέχεια τους ζήτησε να τα τοποθετήσουν πάνω στον μαθηματικό ζυγό με βάση αυτό που σκέφτονταν και να αιτιολογήσουν την απάντησή τους. Κατά αντιστοιχία προχώρησε και για το (β) όπου για το μικρότερο βάρος χρησιμοποίησε ένα τουβλάκι γράφοντας πάνω τον αριθμό 20 και για το μεγαλύτερο βάρος δυο τουβλάκια ενωμένα γράφοντας τον αριθμό 40 (Εικόνα 6). Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από το τρίτο έργο είναι δεδομένα προφορικού λόγου αλλά και σωματικής έκφρασης.



Εικόνα 5. Τουβλάκια που χρησιμοποιήθηκαν για το 3^ο έργο και αναπαριστούσαν τις οντότητες που εμφανίστηκαν.

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται με την σειρά με την οποία διατυπώθηκαν οι ερωτήσεις του τρίτου έργου.

<u>ΙΣΑ ΒΑΡΗ</u>	
	1. Θέλω να βάλεις τον Οδυσσέα όπου θες εσύ... Τώρα θέλω να μου πεις που πρέπει να μπει ο Σπύρος έτσι ώστε η τραμπάλα να είναι ίσια. Γιατί λες ότι θα είναι εκεί; Πως το σκέφτηκες;

<p style="text-align: center;">Ερωτήσεις 3^{ου} Έργου</p>	<p>Από εδώ έως εδώ και από εδώ έως εδώ είναι το ίδιο; Γιατί; Από εδώ έως εδώ είναι το ίδιο ή διαφορετικό</p> <p>2. Κάθονται ο Οδυσσέας και ο Σπύρος στην μια και στην άλλη άκρη της τραμπάλας. Ο Οδυσσέας προχωράει λίγο/ πάνω στην τραμπάλα τι πιστεύεις ότι θα συμβεί;... Η τραμπάλα θα είναι ίσια;...Τι πρέπει να κάνει ο Σπύρος για να είναι ίσια η τραμπάλα;...Και γιατί το λες αυτό; Εξήγησε το μου...</p> <p style="text-align: center;"><u>ΑΝΙΣΑ ΒΑΡΗ</u></p> <p>1. Θέλω να βάλεις τον εαυτό σου που είσαι πιο ελαφρύς στην άκρη της τραμπάλας. Τώρα θέλω να μου πεις που πρέπει να μπω εγώ ώστε να ισιώσει η τραμπάλα. Γιατί λες ότι θα είναι εκεί; Πως το σκέφτηκες; Από εδώ έως εδώ και από εδώ έως εδώ είναι το ίδιο ή διαφορετικό; Γιατί;</p> <p>2. Καθόμαστε εσύ που είσαι 20 κιλά και εγώ που είμαι 40 κιλά στην μια και στην άλλη άκρη της τραμπάλας. Αν εσύ περπατήσεις πιο μέσα εγώ θα μείνω εκεί; Για να ισιώσει η τραμπάλα θα πρέπει να πάω κάπου.</p>
--	---

Πίνακας 3. Ερωτήσεις 3^{ου} Έργου

6. ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ

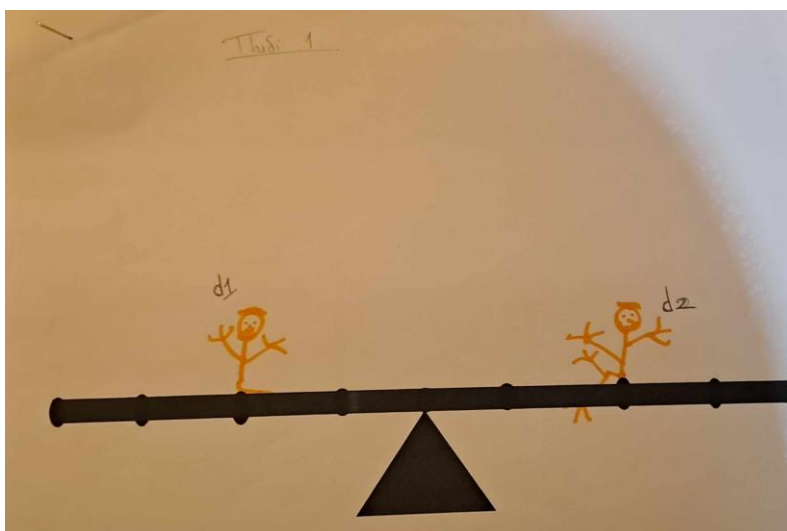
Αρχικά έγινε απομαγνητοφώνηση των ατομικών συνεντεύξεων των παιδιών και στην συνέχεια έγινε θέαση των βίντεο και καταγράφηκαν οι χειρονομίες και οι σωματικές εκφράσεις που χρησιμοποιούν. Τα κριτήρια κωδικοποίησης των σωματικών δράσεων έγιναν πρώτα με βάση το μορφολογικό τους περιεχόμενο, καθώς κωδικοποιήθηκαν οι χειρονομίες ως προς τις κινήσεις και όχι με βάση το νόημα τους. Πιο συγκεκριμένα σημειώθηκαν όλες οι κινήσεις των χεριών ή/και του σώματος οι οποίες δείχνουν προς μια κατεύθυνση και σημάνθηκαν με την dg (δεικτικές χειρονομίες/deictic), οι χειρονομίες που αναπαριστούν κάτι μορφολογικά με ig (εικονίζουσες χειρονομίες/iconic), ενώ οι χειρονομίες που σχετίζονται με τον χειρισμό διαφόρων αντικειμένων και εν γενεί χωρικών στοιχείων σημειώθηκαν με eg (εργοτικές χειρονομίες/gestures) (Χαλχιουτάκη, Παντίδος & Καμπέζα, 2017). Στον Πίνακα 4 απεικονίζονται κωδικοποιημένα όλες οι σωματικές δράσεις των παιδιών και από τα 3 έργα οι οποίες συλλέχθηκαν από τα σημεία εκείνα όπου τα παιδιά έδιναν εξηγήσεις.

<p>Εικονίζουσες Χειρονομίες</p>	<p>ig1: με την μια παλάμη φτιάχνει την βάση της τραμπάλας ή/και τοποθετεί οριζόντια το άλλο χέρι πάνω στην παλάμη της, ig2: με την μια παλάμη φτιάχνει την βάση της τραμπάλας ή/και τοποθετεί με κλίση το ένα χέρι της, ig3: λύγισμα παλάμης προς τα κάτω, ig4: παλάμες ανοιχτές προς τα κάτω στο ίδιο ύψος, ig5: κίνηση του χεριού από δεξιά προς τα αριστερά, ig6: λύγισμα χεριών προς τα κάτω, ig7: κίνηση χεριών από αριστερά προς τα δεξιά, ig8: γερνει το σώμα του προς τα αριστερά</p>
<p>Δεικτικές Χειρονομίες</p>	<p>dg1: δείχνει με το πιγούνι ή με το δάχτυλο ή και με τα μάτια σε κάποιο σημείο ανάμεσα στο κέντρο και την άκρη της «τραμπάλας», dg2: δείχνει με τα δάχτυλα της εμένα, dg3: δείχνει με το δάχτυλο της στην άκρη της «τραμπάλας», dg4: δείχνει με την παλάμη μια περιοχή ανάμεσα στο κέντρο και στην άκρη, dg5: δείχνει με το δάχτυλο στο δεύτερο σημείο της τραμπάλας δεξιά (ξεκινώντας την μέτρηση από το κέντρο), dg6: δείχνει με το δάχτυλο στο πρώτο σημείο της τραμπάλας αριστερά (ξεκινώντας την μέτρηση από το κέντρο), dg7: δείχνει τον d1, dg8: δείχνει με το δάχτυλο στο πρώτο σημείο της τραμπάλας δεξιά (ξεκινώντας την μέτρηση από το κέντρο), dg9: δείχνει με το δάχτυλο στο κέντρο της τραμπάλας, dg10: δείχνει με το δάχτυλο στο τρίτο σημείο αριστερά, dg11: δείχνει με το δάχτυλο της στην άκρη της τραμπάλας αριστερά, dg12: δείχνει με το δάχτυλο της στην άκρη της τραμπάλας δεξιά, dg13: δείχνει με το δάχτυλο της ανάμεσα στην άκρη της τραμπάλας και στο τρίτο σημείο αριστερά, dg14: δείχνει με το δάχτυλο στο τρίτο σημείο της τραμπάλας δεξιά, dg15: δείχνει με το δάχτυλο ανάμεσα στο πρώτο και στο δεύτερο σημείο αριστερά, dg16: δείχνει με το δάχτυλο στο σημείο 5 δεξιά, dg17: δείχνει με το δάχτυλο στο σημείο 10 δεξιά, dg18: δείχνει με το δάχτυλο στο σημείο 10 αριστερά, dg19: δείχνει με το χέρι στο σημείο 2 αριστερά, dg20: δείχνει με το χέρι στο σημείο 2 δεξιά, dg21: δείχνει με το δάχτυλο ανάμεσα στο 9 και στο 10 από δεξιά, dg22: δείχνει με το δάχτυλο ανάμεσα στο 7 και στο 8 από δεξιά, dg23: δείχνει με το δάχτυλο τον αριθμό 7 από αριστερά, dg24: δείχνει με το χέρι του την αριστερή πλευρά της τραμπάλας, dg25: δείχνει με το δάχτυλο στην άκρη της τραμπάλας, dg26: δείχνει με το δάχτυλο την δοκό του ζυγού, dg27: δείχνει με το δάχτυλο το δεύτερο σημείο της τραμπάλας αριστερά, dg28: δείχνει με το δάχτυλο τον αριθμό 8 στα δεξιά, dg29: δείχνει με το δάχτυλο τον αριθμό 3 στα αριστερά, dg30: δείχνει με το δάχτυλο τον αριθμό 1 στα δεξιά, dg31: δείχνει με το δάχτυλο τον αριθμό 1 στα αριστερά</p>
	<p>eg1: πιάνει το χέρι της φοιτήτριας/ ερευνήτριας που βρίσκεται σε κλίση και το ισιώνει, eg2: βέλος που δείχνει το τρίτο σημείο</p>

<p>Εργοτικές Χειρονομίες</p>	<p>στα δεξιά, eg3: ο βέλος που δείχνει στο δεύτερο σημείο στα αριστερά, eg4: βέλος που δείχνει στο δεύτερο σημείο στα δεξιά, eg5: κουνάει τον ζυγό πάνω κάτω, eg6: τοποθετεί το τουβλάκι στον αριθμό 4 στα αριστερά, eg7: κατεβάζει την δοκό προς τα κάτω από τα δεξιά, eg8: τοποθετεί το τουβλάκι στον αριθμό 9 από τα αριστερά, eg9: τοποθετεί τουλάχιστον αριθμό 10 από αριστερά, eg10: ισιώνει το μαθηματικό σύζυγο με τα χέρια του</p>
-------------------------------------	---

Πίνακας 4. Τροπικότητες Σωματικής Έκφρασης

Αντίστοιχα, η κωδικοποίηση των στοιχείων του σχεδίου έγινε με βάση μορφολογικών χαρακτηριστικών. Πιο συγκεκριμένα, για την κωδικοποίηση των ζωγραφιών που προέκυψαν από το δεύτερο έργο ονομάστηκαν d (σχέδιο/drawing) και αυτά τα στοιχεία ήταν σύμβολα (λ.χ. βέλη), και σκίτσα, τα οποία έδειχναν προς κάποια κατεύθυνση που μετακινούσαν τα παιδιά τους ήρωες δείχνοντας τις κινήσεις τους και το που τοποθετούνται πάνω στο σχέδιο. Στον Πίνακα 5, παρουσιάζονται τα στοιχεία εκείνα που αντλήσαμε από τις απεικονίσεις των παιδιών. Πιο συγκεκριμένα, περιγράφουν σε ποιο σημείο οι εκπαιδευόμενοι επέλεξαν να σχεδιάσουν τους χαρακτήρες που απεικονίζουν τα ίσα και άνισα βάρη αντίστοιχα. Για παράδειγμα, στην Εικόνα 6 το d1 δηλώνει το σκίτσο ανθρώπου στην 2^η τελεία αριστερά και αντίστοιχα το d2 δείχνει το σκίτσο ανθρώπου στην 2^η τελεία δεξιά (Βλέπε Εικόνα 6).



Εικόνα 6. Ζωγραφιά παιδιού όπου απεικονίζονται οι χαρακτήρες με το ίδιο βάρος

<p align="center">Τροπικότητες/ Στοιχεία Σχεδίου</p>	<p>d1: σκίτσο ανθρώπου στην 2^η τελεία αριστερά, d2: σκίτσο ανθρώπου στην 2^η τελεία δεξιά, d3: σκίτσο ανθρώπου στην άκρη αριστερά, d4: σκίτσο ανθρώπου στην άκρη δεξιά, d5: σκίτσο ανθρώπου στην πρώτη δεξιά, d6: σκίτσο ανθρώπου στην πρώτη αριστερά, d7: σκίτσο ανθρώπου με διπλάσιο βάρος ανάμεσα στην άκρη της τραμπάλας και στο τρίτο σημείο αριστερά, d8: σκίτσο ανθρώπου στην 3^η τελεία στα αριστερά, d9: σκίτσο ανθρώπου στην 3^η τελεία δεξιά, d10: σκίτσο ανθρώπου με μικρότερο βάρος στην 4^η τελεία δεξιά, d11: σκίτσο ανθρώπου με διπλάσιο βάρος στην 2^η τελεία αριστερά</p>
---	--

Πίνακας 5. Τροπικότητες Σχεδίου

Για τον προφορικό λόγο σημειωθήκαν χαρακτηριστικές λέξεις η/και εκφράσεις που χρησιμοποίησε το παιδί και αυτές συμβολίστηκαν με το αγγλικό γράμμα si από την αγγλική λέξη (si=speech). Η κωδικοποίηση του προφορικού λόγου προέρχεται από τη μελέτη - και από τα τρία έργα - των τμημάτων εκείνων που στη συνέντευξη τα παιδιά μιλούν και αναφέρονται σε διάφορες όψεις και διαστάσεις του φαινομένου της μηχανικής ισορροπίας. Στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται οι τροπικότητες προφορικού λόγου που χρησιμοποίησαν τα παιδιά για να επεξηγήσουν το φαινόμενο της μηχανικής ισορροπίας όπως και κάποιες γενικές εκφράσεις που μας έδιναν στοιχεία ή/και προσθέτουν παραπάνω πληροφορίες ως προς τον συλλογισμό τους. Τα δεδομένα αυτά προέκυψαν αφού είχαν εντοπιστεί από τον απομαγνητοφωνημένο διάλογο τα σημεία εκείνα που μας παρείχαν εξηγήσεις. Η κωδικοποίηση του προφορικού λόγου έγινε με βάση νοηματικά κριτήρια. Δηλαδή κωδικοποιήθηκαν λέξεις και φράσεις που νοηματοδοτούσαν με κάποιον τρόπο τις όψεις της μηχανικής ισορροπίας.

<p align="center">Επεξήγηση για το φαινόμενο της μηχανικής ισορροπίας</p>	<p>s1: στην μια άκρη, s2: στην άλλη άκρη, s4: θα πέσει, s5: προς το βάρος του Οδυσσέα, S6: ίδιο σημείο, s7: να γίνει η τραμπάλα ίσια, s8: στην άλλη πλευρά, s9: ίδιο βάρος, s10: γίνεται ίσιο, s11: πιο μέσα, s16: και οι δυο στην ίδια, s17: προς την πλευρά, s20: εγώ εδώ, s21: εσύ κάτσεις εδώ, s26: από εδώ, s27: έως εδώ, s29: αφήνει δυο κενά, s30: κάνεις 2 βήματα, s32: κάνεις ένα βήμα, s33: κάπου εδώ, s34: ζυγίζω κάπου στα 21 κιλά, s35: εγώ προχώρησα πιο μέσα δυο, s36: εγώ καθόμουν πριν στην άκρη, s37: εσύ προχώρησες ένα, s39: αν εγώ μείνω, s40: εσύ πας ένα βήμα πιο πίσω</p>
<p align="center">Γενικές Εκφράσεις</p>	<p>s3: εδώ, s12: θα γυρίσει/ έχει γυρίσει, s13: έτσι, s14: κάθισαν στο ίδιο σημείο, s15: όταν πας, s18: να μπεις, s19: κάθομαι, s22: νομίζω θα γίνει ίσια/γίνεται ίσιο, s23: τον</p>

έναν, s24: τον άλλο, s25: μέτρησα τελείες, s28: έρθει, s31: νομίζω θα πρέπει να κάτσει, s38: κάπου εδώ ανάμεσα
--

Πίνακας 6. Τροπικότητες Προφορικού Λόγου

7. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Για την ανάλυση των δεδομένων η ερευνήτρια εντόπισε στα απομαγνητοφωνημένα κείμενα τα σημεία εκείνα όπου τα παιδιά παρείχαν εξηγήσεις. Από αυτές τις εξηγήσεις απομονώθηκαν τα στοιχεία του προφορικού λόγου και με βάση αυτά έγινε εκτίμηση για τις ιδέες τους. Δηλαδή, προσπαθήσαμε να εντοπίσουμε το νόημα το οποίο πρόκυπτε από τις εξηγήσεις των παιδιών με βάση τις τροπικότητες του προφορικού λόγου όπως αυτές φαίνονται στον Πίνακα 6. Μετέπειτα ελέγξαμε το νόημα που έδιναν στις εξηγήσεις τους με βάση τα στοιχεία από τους Πίνακες 4 και 5. Οι συγκεκριμένοι Πίνακες απεικονίζουν τις τροπικότητες της σωματικής έκφρασης, της ζωγραφιάς και του προφορικού λόγου, τα στοιχεία εκείνα δηλαδή που χρησιμοποίησαν οι εκπαιδευόμενοι για να νοηματοδοτήσουν την σκέψη τους.

Τα δεδομένα που αναλύθηκαν διέφεραν ανάλογα με το έργο. Πιο συγκεκριμένα, για το πρώτο έργο του προφορικού λόγου πέρα από τα λόγια των παιδιών αναλύθηκαν και οι χειρονομίες όπου αυτές εμφανίστηκαν και αν μας παρέχουν κάποιο νόημα. Στο έργο της σχεδιαστικής δραστηριότητας αναλύθηκαν οι απεικονίσεις των παιδιών με βάση τις απαντήσεις τους στις ερωτήσεις μας - όπου για κάθε διάσταση πραγματοποιήθηκαν διαφορετικές ζωγραφιές - μαζί με τον προφορικό λόγο αλλά και τυχόν χειρονομίες όταν εκείνες απέδιδαν κάποιο νόημα για τα σχέδια. Τέλος, στον μαθηματικό ζυγό τα παιδιά απάντησαν σε ερωτήσεις που αφορούσαν την ισορροπία ίσων και άνισων βαρών όπως και έγινε σε όλα τα έργα. Τα δεδομένα που αναλύθηκαν ήταν τα λόγια των παιδιών ενώ κρίθηκαν σημαντικές και οι σωματικές εκφράσεις όπου αυτές μας έδιναν στοιχεία για τον τρόπο σκέψης τους. Αυτό που μας ενδιέφερε στην συγκεκριμένη έρευνα είναι ο τρόπος με τον οποίο τα παιδιά νοηματοδοτούν τις ιδέες τους, δηλαδή πώς αξιοποιούν τις διαφορετικές τροπικότητες για να αποδώσουν νόημα και αντίστοιχα πώς αυτά τα στοιχεία όταν είναι μονά τους ή/και όταν είναι σε συνεργασία μεταξύ τους σημασιοδοτούν τις δυο διαστάσεις της μηχανικής ισορροπίας.

Ακόμη μια από τις επιδιώξεις μας για αυτή την έρευνα ήταν να παρατηρήσουμε αν τα παιδιά κατά τη διάρκεια των συλλογισμών τους για το φαινόμενο της μηχανικής ισορροπίας χρησιμοποιούν τη μέτρηση και μάλιστα με ποιον τρόπο την χρησιμοποιούν για να επεξηγήσουν την ισορροπία. Για να το διερευνήσουμε αυτό, παρατηρήσαμε κατά την διάρκεια της ανάλυσης των συλλογισμών απ' όλα τα έργα αν τα παιδιά: α) χρησιμοποιούν την μέτρηση και αντίστοιχα πως αυτή εμφανίζεται (π.χ. μετράει με το σώμα της) και β) τον ρόλο του προφορικού λόγου και στα 3 έργα όταν τα παιδιά νοηματοδοούν την σκέψη τους, δηλαδή εάν λειτουργεί συμπληρωματικά και επαρκεί για να κατανοήσουμε τον τρόπο σκέψης τους ή δεν είναι επαρκής.

Μετέπειτα, οι απαντήσεις των παιδιών στα τρία τεστ αξιολογήθηκαν με βάση της επαρκούς, ενδιάμεσης και μη επαρκούς απάντησης, ανάλογα με την εγγύτητα που παρουσίαζαν ως προς το επιστημονικά συμβατό. Τα κριτήρια και οι συγκεκριμένες κατηγορίες και για τις δυο όψεις της μηχανικής ισορροπίας διαμορφώθηκαν από τους ερευνητές μετά από συζήτηση κατά την διάρκεια της ανάλυσης του περιεχομένου των ιδεών. Στόχος ήταν να κατηγοριοποιηθούν οι απαντήσεις των παιδιών σε τρεις ομάδες, δηλαδή μη επαρκείς, ενδιάμεσες, επαρκείς. (Πίνακας 7 και Πίνακας 8)

Τύπος Απάντησης	Κριτήρια
Επαρκής	Απαντάει με βάση το επιστημονικά αποδεκτό δηλαδή φτιάχνει κανόνα για την σχέση βαρους-αποστασης. Ακόμη, αιτιολογεί την απάντηση του/ης χρησιμοποιώντας κανόνα μέτρησης.
Ενδιάμεση	Απαντάει σωστά αλλά, με βάση τον κανόνα οπτικής συμμετρίας και δεν αναφέρεται συγκεκριμένα σε κάποιο σημείο που τοποθετούνται τα βάρη και μιλάει γενικότερα χωρίς να κάνει λόγο για κάποιον κανόνα για την σχέση βαρους-αποστασης.
Μη Επαρκής	Απαντάει λανθασμένα ως προς την θέση που τοποθετεί τα βάρη και άρα δεν συμβαδίζει με το επιστημονικά αποδεκτό. Αντίστοιχα, δεν δίνει καθόλου κάποια αιτιολόγηση.

Πίνακας 7. Κατηγορίες εξηγήσεων των παιδιών για την ισορροπία των ίσων βαρών (διάσταση α)

Τύπος Απάντησης	Κριτήρια
Επαρκής	Απαντάει με βάση το επιστημονικά αποδεκτό και φτιάχνει κανόνα για την σχέση βαρους-αποστασης. Ακόμη,

	αιτιολογεί την απάντηση του/ης χρησιμοποιώντας κανόνα μέτρησης.
Ενδιάμεση	Απαντάει με βάση τον κανόνα των άνισων βαρών δηλαδή, τοποθετεί το μεγαλύτερο βάρος συγκριτικά πιο μέσα στην τραμπάλα σε σχέση με το μικρότερο βάρος αλλά δεν αιτιολογεί και δεν αναφέρεται σε συγκεκριμένο σημείο αλλά γενικά.
Μη Επαρκής	Απαντάει λανθασμένα και δεν αιτιολογεί.

Πίνακας 8. Κατηγορίες εξηγήσεων των παιδιών για την ισορροπία των άνισων βαρών (διάσταση β)

8. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

1^ο Παιδί

Διάσταση 1: Ίσα Βάρη

Το συγκεκριμένο παιδί κατά την διάρκεια της σημασιολογικής ανάλυσης παρατηρήθηκε πως εμφάνισε και τις 3 κατηγορίες (επαρκής – ενδιάμεση - μη επαρκής) και μάλιστα έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον με ποια σειρά εμφανίστηκαν οι ιδέες του. Όπως παρουσιάζεται και στον Πίνακα 9 αν παρατηρήσουμε την χρονική σειρά με την οποία εμφανίζονται οι ιδέες, αντιλαμβανόμαστε πως υπάρχει εναλλαγή των ιδεών του παιδιού μεταξύ ορθών και λανθασμένων σε σχέση με το επιστημονικά συμβατό.

Έργο 1 ^ο	Θεωρεί ότι για να ισορροπήσει η τραμπάλα το ένα βάρος τοποθετείται στην μια άκρη και το άλλο ίσο βάρος στην άλλη άκρη δίχως να διατυπώνει κανόνα για την σχέση βαρους-αποστασης	Ενδιάμεση
Έργο 1 ^ο	Σε μια τραμπάλα που ισορροπεί με ίσα βάρη τοποθετημένα στις άκρες, όταν το ένα βάρος τοποθετηθεί προς τα μέσα τότε η τραμπάλα θα κλίνει προς την μεριά του.	Μη Επαρκής
Έργο 1 ^ο	Θεωρεί ότι για να ισορροπήσει η τραμπάλα το ένα βάρος τοποθετείται σε ένα σημείο στην μια πλευρά και το άλλο ίσο βάρος στο ίδιο σημείο στην άλλη πλευρά δίχως να διατυπώνει	Ενδιάμεση

	κανόνα για την σχέση βαρους-αποστασης	
Έργο 2 ^ο	Θεωρεί ότι για να ισορροπήσει η τραμπάλα το ένα βάρος τοποθετείται σε συγκεκριμένο σημείο στην μια πλευρά και το άλλο ίσο βάρος στο αντίστοιχο συγκεκριμένο σημείο στην άλλη πλευρά το οποίο το εντοπίζει/ αιτιολογώντας μέσω της μέτρησης διατυπώνοντας κανόνα απόστασης.	Επαρκής
Έργο 2 ^ο	Θεωρεί ότι για να ισορροπήσει η τραμπάλα το ένα βάρος τοποθετείται σε συγκεκριμένο σημείο στην μια πλευρά και το άλλο ίσο βάρος στο αντίστοιχο συγκεκριμένο σημείο στην άλλη πλευρά το οποίο το εντοπίζει/ αιτιολογώντας μέσω της μέτρησης διατυπώνοντας κανόνα απόστασης.	Επαρκής
Έργο 3 ^ο	Θεωρεί ότι για να ισορροπήσει η τραμπάλα το ένα βάρος τοποθετείται σε συγκεκριμένο σημείο στην μια πλευρά και το άλλο ίσο βάρος στο αντίστοιχο συγκεκριμένο σημείο στην άλλη πλευρά. Το οποίο το εντοπίζει χρησιμοποιώντας κανόνα συμμετρίας.	Ενδιάμεση

Πίνακας 10. Οι ιδέες Π1 όπως αυτές εμφανίζονται χρονικά για την διάσταση των ίσων βαρών

Ο Πίνακας 11 απεικονίζει πιο συμπυκνωμένα η χρονική σειρά με την οποία εμφανίστηκαν οι ιδέες για την διάσταση (α) ίσα βάρη. Το παιδί ξεκινάει στο έργο του προφορικού λόγου με μια «ενδιάμεση» όπως την χαρακτηρίσαμε ιδέα και συνεχίζει στο ίδιο έργο εμφανίζοντας «μη επαρκή» και ξανά «ενδιάμεση». Θα λέγαμε πως ήταν πιθανώς αναμενόμενο στο 1^ο έργο να μην εμφανίσει «επαρκείς» απαντήσεις λόγο του αφαιρετικού του χαρακτήρα που μάλλον περιόρισε την σκέψη της εκπαιδευομένης. Προχωρώντας όμως στην σχεδιαστική δραστηριότητα, βλέπουμε πως εμφανίζει μόνο «επαρκείς» ιδέες και στο 3^ο έργο επανέρχεται σε ενδιάμεση ιδέα.

Ακόμα ο Πίνακας 11 μας παρουσιάζει πως γίνεται η εναλλαγή των ιδεών με βάση την χρονική σειρά που εμφανίστηκαν αλλά και την σειρά με την που πραγματοποιήθηκαν τα 3 έργα.

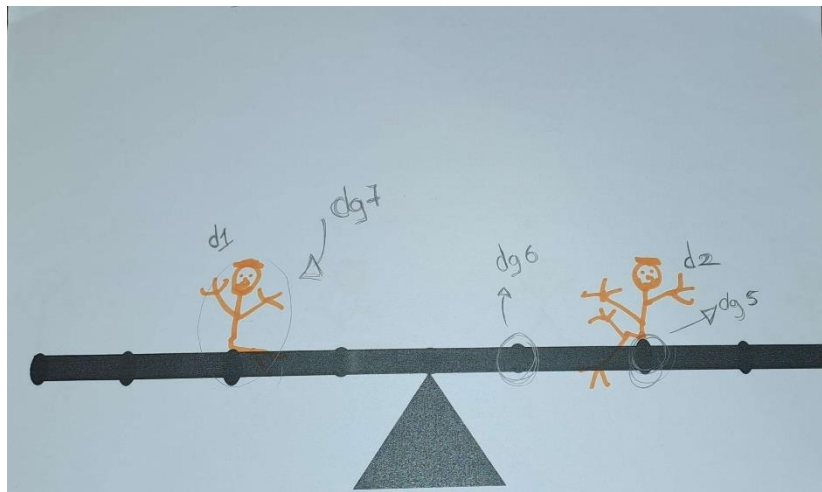
Έργο 1 ^ο	ΕΝΔ
Έργο 1 ^ο	ΜΕ
Έργο 1 ^ο	ΕΝΔ
Έργο 2 ^ο	ΕΠ
Έργο 2 ^ο	ΕΠ
Έργο 3 ^ο	ΕΝΔ

Πίνακας 11. Κατάταξη ιδεών Π1 για διάσταση (α) ίσα βάρη με χρονική σειρά

Κατά την ανάλυση των ιδεών των εκπαιδευομένων προσπαθήσαμε να εντοπίσουμε στις εξηγήσεις τους αν αξιοποιούν την μέτρηση και μετέπειτα να την αναλύσουμε με βάση τα παραπάνω κριτήρια. Το συγκεκριμένο παιδί εμφάνισε την μέτρηση μόνο 2 φορές και μόνο στο δεύτερο έργο (σχεδιαστική δραστηριότητα).

Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάστηκε στην εκπαιδευόμενη η ζωγραφιά της τραμπάλας από την ιστορία τους και εξηγεί πως υπάρχουν κάποιες κουκίδες που βρίσκονται πάνω στην τραμπάλα. Έπειτα, ζητάει από την εκπαιδευόμενη να σχεδιάσει το ένα από τα δυο ίσα βάρη σε όποια κουκίδα θέλει. Η εκπαιδευόμενη το σχεδιάζει στην 2^η τελεία αριστερά (**d1**). Η ερευνήτρια συνεχίζει λέγοντας της να τοποθετήσει και το δεύτερο βάρος εκεί όπου πιστεύει πως εάν το βάλει η τραμπάλα θα γίνει ίσια. Η εκπαιδευόμενη χωρίς να πει κάτι προφορικά δείχνει με το δάχτυλο της στο δεύτερο σημείο της τραμπάλας από τα δεξιά (**dg5**) και μετά δείχνει το πρώτο σημείο της τραμπάλας αριστερά (**dg6**) και μετά πάλι το (**dg5**) και αποφασίζει να σχεδιάσει το δεύτερο ίσο βάρος στο δεύτερο σημείο της δεξιάς μεριάς της τραμπάλας (**d2**).

Έχοντας ολοκληρώσει το σχέδιο της, η ερευνήτρια ρωτάει την εκπαιδευόμενη σχετικά με τον τρόπο σκέψης της. Η αιτιολόγηση της εκπαιδευόμενης έχει ως εξής: Εφόσον τοποθετήσει αρχικά το ένα ίσο βάρος στην δεύτερη τελειά στα δεξιά (**d1**) για το δεύτερο μέτρησε τις κουκίδες από την άκρη της τραμπάλας στα δεξιά μέχρι το δεύτερο σημείο της τραμπάλας από τα δεξιά (**dg5**). Η εκπαιδευόμενη συνεχίζει την σκέψη της δείχνοντας μας και λέγοντας πως εάν το ένα βάρος (**d1**) βρίσκεται εκεί και το δεύτερο ίσο βάρος τοποθετηθεί στο δεύτερο σημείο της τραμπάλας δεξιά (**dg5**) τότε «αφήνει δυο κενά και γίνεται ίσιο (η τραμπάλα)».



Εικόνα 6. Σχέδιο Π1 για διάσταση ίσα βάρη

1^ο Παιδί

Διάσταση 2: Άνισα Βάρη

Το παιδί για την διάσταση άνισα βάρη εμφάνισε δυο κατηγορίες ιδεών, τις μη επαρκής και ενδιάμεσες όπως εμφανίζονται στον Πίνακα 12.

Έργο 1ο	Θεωρεί ότι για να ισιώσει η τραμπάλα πρέπει το βάρος που είναι περισσότερα κιλά να τοποθετηθεί πιο μέσα συγκριτικά με το βάρος που είναι πιο ελαφρύ. Δίχως όμως να αιτιολογεί	Ενδιάμεση
	Θεωρεί ότι για να ισιώσει η τραμπάλα πρέπει το βάρος	

Έργο 1ο	που είναι περισσότερα κιλά να τοποθετηθεί στην μια άκρη και το βάρος με τα λιγότερα κιλά στην άλλη άκρη.	Μη Επαρκής
Έργο 1ο	Θεωρεί ότι για να ισιώσει η τραμπάλα πρέπει το βάρος που είναι περισσότερα κιλά να τοποθετηθεί σε συγκεκριμένο σημείο πιο μέσα ενώ το βάρος που είναι πιο ελαφρύ το τοποθετεί στην άκρη.	Ενδιάμεση
Έργο 2ο	Θεωρεί ότι για να ισιώσει η τραμπάλα πρέπει το βάρος που είναι περισσότερα κιλά να τοποθετηθεί σε συγκεκριμένο σημείο πιο μέσα ενώ το βάρος που είναι πιο ελαφρύ το τοποθετεί στην άκρη.	Ενδιάμεση
Έργο 2ο	Θεωρεί ότι για να ισιώσει η τραμπάλα πρέπει το βάρος που είναι περισσότερα κιλά να τοποθετηθεί πιο μέσα συγκριτικά με το βάρος που είναι πιο ελαφρύ.	Ενδιάμεση
Έργο 3ο	Θεωρεί ότι για να ισιώσει η τραμπάλα πρέπει το βάρος που είναι περισσότερα κιλά να τοποθετηθεί πιο μέσα συγκριτικά με το βάρος που είναι πιο ελαφρύ.	Ενδιάμεση
Έργο 3ο	Θεωρεί ότι για να ισιώσει η τραμπάλα πρέπει το βάρος που είναι περισσότερα κιλά να τοποθετηθεί σε μεγαλύτερη απόσταση από το κέντρο συγκριτικά με το βάρος που είναι πιο ελαφρύ.	Μη Επαρκής

Πίνακας 12. Οι ιδέες Π1 όπως αυτές εμφανίζονται για την δ2

Το ίδιο παιδί για τα άνισα βάρη, όπως δείχνει και ο Πίνακας 13 ο οποίος παρουσιάζει τις ιδέες της με βάση το έργο που εμφανίστηκαν όπως και την χρονική τους σειρά, εμφάνισε

εναλλαγή στις ιδέες του. Μάλιστα, δεν παρουσίασε καμία επαρκή ιδέα και ενώ ξεκινάει με ενδιάμεση καταλήγει σε μη επαρκή.

Έργο 1 ^ο	ΕΝΔ
Έργο 1 ^ο	ΜΕ
Έργο 1 ^ο	ΕΝΔ
Έργο 2 ^ο	ΕΝΔ
Έργο 2 ^ο	ΕΝΔ
Έργο 3 ^ο	ΕΝΔ
Έργο 3 ^ο	ΜΕ

Πίνακας 13. Κατάταξη ιδεών Π1 για διάσταση (β) άνισα βάρη με χρονική σειρά

Όσον αφορά την μέτρηση, εμφανίστηκε μόνο μια φορά από τις 7 (ιδέες) και αυτό γίνεται μόνο στο 2^ο έργο. Αξίζει όμως να τονίσουμε πως εμφανίζει την μέτρηση στο 2^ο έργο όμως, η ιδέα της χαρακτηρίζεται ως ενδιάμεση σύμφωνα με τα κριτήρια του Πίνακα 8. Η ερευνήτρια, σε μια από τις ερωτήσεις ζητούσε να φανταστεί ότι κάθονται η εκπαιδευόμενη στην μια άκρη και η ίδια που δεν είναι τα ίδια κιλά στη άλλη άκρη της τραμπάλας. Στην συνέχεια ζητάει να φανταστεί πως η εκπαιδευόμενη που είναι πιο ελαφριά σηκώνεται και αρχίζει να περπατάει πάνω στην τραμπάλα και έπειτα να ζωγραφίσει τον εαυτό της εκεί που θα σταματήσει. Η εκπαιδευόμενη απεικόνισε τον εαυτό της (**d2**) στην δεύτερη κουκίδα της τραμπάλας από τα δεξιά (**dg5**). Η ερευνήτρια της θέτει το επόμενο ερώτημα που είναι *«Τι πρέπει να κάνω εγώ που είμαι περισσότερα κιλά; Θα πρέπει και εγώ να μετακινηθώ;»* και η εκπαιδευόμενη απαντάει πως *«θα πρέπει να κάτσει κάπου εδώ αναμεσά»* δείχνοντας στην πρώτη και την δεύτερη κουκίδα αριστερά (**dg15**).

Για να αιτιολογήσει τον συλλογισμό της μας δείχνει πως επειδή τοποθέτησε τον εαυτό της που είναι πιο ελαφριά πιο μέσα (**dg15**) και πιο συγκεκριμένα, δείχνοντας μας από την άκρη της τραμπάλας αριστερά (**dg11**) *«δνο βήματα πιο μέσα»* (**dg15**) σε σχέση με την ερευνήτρια η οποία όπως μας δείχνει με το δάχτυλο βρισκόταν στην αρχή αναμεσά στην άκρη της τραμπάλας και στο τρίτο σημείο αριστερά (**dg13**) και προχώρησε *«ένα βήμα πιο μέσα»* δείχνοντας μας πάλι πως τώρα βρίσκεται ανάμεσα στο πρώτο και στο δεύτερο

σημείο αριστερά (**dg15**). Η εκπαιδευόμενη θεωρεί πως τώρα που προχωρήσει και η ερευνήτρια λίγο πιο μέσα πως «*ίσως γίνει κάτι*» και ισιώσει η τραμπάλα.

Εδώ μας βοηθάει να καταλάβουμε πως μετράει και από την χρήση των λέξεων «**δυο**» και «**προχώρησες ένα**» αλλά ουσιαστικά δεν μετράει με τον προφορικό λόγο αλλά με το σώμα και πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιώντας δεικτικές χειρονομίες που εμφανίζονται η μια μετά την άλλη.



Εικόνα 7. Σχέδιο Π1 για διάσταση άνισα βάρη

Στο Απόσπασμα 2 παραθέτουμε ολόκληρο τον διάλογο ο οποίος αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο το παιδί ναι μεν καταλαβαίνουμε από τον προφορικό της λόγο πως μετράει αλλά στην πραγματικότητα μετράει με την χρήση των δεικτικών χειρονομιών όπως αναφέραμε παραπάνω.

Απόσπασμα 2. Διάλογος 1^{ου} παιδιού από την (β) διάσταση όπου βλέπουμε πως αιτιολογεί χρησιμοποιώντας μέτρηση όμως δεν μετράει με τον προφορικό λόγο αλλά με τις δεικτικές χειρονομίες

*Π. Επειδή εγώ ζυγίζω 21 κιλά κάπου...κάπου εκεί (**dg12**)εεε..νομίζω πρέπει να πας εδώ (**dg13**)*

Ε. Τώρα σκέψου πως και οι δυο μας τώρα καθόμαστε στην άκρη της τραμπάλας. Και εσύ λοιπόν τώρα σηκώνεσαι και προχωράς πιο μέσα. Ζωγράφισε τον εαυτό σου εκεί όπου θα ήθελες να σταματήσεις.

Π. Φαντάζομαι θα μπορέσω να περπατησω...μέχρι κάπου εδώ (dg5) d2

Ε. Εγώ τώρα βρίσκομαι στην μέση πρέπει και εγώ να μετακινηθώ κάπου αφού κουνήθηκες και εσύ; Πιστεύεις πως θα αλλάξει κάτι;

Π. Νομίζω πως θα πρέπει αν έρθεις...μμμμ...εδώ πέρα!...κάπου εδώ με εδώ (dg15)

Ε. Πως το σκέφτηκες αυτό;

Π. Εεε...επειδή εγώ προχώρησα πιο μέσα (dg5) δυο...εεε ίσως γίνει κάτι (dg11), (dg15). Και επειδή εγώ πριν καθόμουν στην άκρη (dg12) και εσύ προχώρησες ένα (dg13), (dg15)

2° Παιδί

Διάσταση 1: Ίσα Βάρη

Το συγκεκριμένο παιδί εμφάνισε τουλάχιστον για την διάσταση (α) και τις 3 κατηγορίες των ιδεών (επαρκής-ενδιάμεση-μη επαρκής) όπως αυτές φαίνονται στον Πίνακα 14.

Έργο 1°	Θεωρεί ότι για να ισορροπήσει η τραμπάλα το ένα βάρος τοποθετείται στην μια άκρη και το άλλο ίσο βάρος στην άλλη άκρη διότι ζυγίζουν το ίδιο	Ενδιάμεση
Έργο 1°	Θεωρεί ότι για να ισορροπήσει η τραμπάλα το ένα βάρος τοποθετείται σε ένα σημείο στην μια πλευρά και το άλλο ίσο βάρος στο ίδιο σημείο στην άλλη πλευρά επειδή είναι και οι δυο τα ίδια κιλά και πρέπει	Επαρκής

	να έχουν την ίδια απόσταση μεταξύ τους	
Έργο 2 ^ο	Θεωρεί ότι για να ισορροπήσει η τραμπάλα το ένα βάρος τοποθετείται σε συγκεκριμένο σημείο στην μια πλευρά και το άλλο ίσο βάρος στο αντίστοιχο συγκεκριμένο σημείο στην άλλη πλευρά	Ενδιάμεση
Έργο 2 ^ο	Θεωρεί ότι για να ισορροπήσει η τραμπάλα το ένα βάρος τοποθετείται σε συγκεκριμένο σημείο στην μια πλευρά και το άλλο ίσο βάρος στο αντίστοιχο συγκεκριμένο σημείο στην άλλη πλευρά	Ενδιάμεση
Έργο 2 ^ο	Θεωρεί ότι για να ισορροπήσει η τραμπάλα το ένα βάρος τοποθετείται σε συγκεκριμένο σημείο στην μια πλευρά και το άλλο ίσο βάρος στο αντίστοιχο συγκεκριμένο σημείο στην άλλη πλευρά το οποίο το αιτιολογεί μέσω της μέτρησης διατυπώνοντας κανόνα απόστασης	Επαρκής
Έργο 3 ^ο	Σε μια τραμπάλα που τοποθετούνται ίσα βάρη εάν το ένα ίσο βάρος τοποθετείται σε συγκεκριμένο σημείο πιο πίσω στην μια πλευρά το άλλο ίσο βάρος πρέπει να τοποθετηθεί πιο μπροστά στην τραμπάλα στην άλλη πλευρά	Μη Επαρκής
Έργο 3 ^ο	Θεωρεί ότι η τραμπάλα μπορεί να γίνει ίσια όταν το ένα από τα δυο ίσα βάρη τοποθετηθεί στην άκρη και το άλλο τοποθετηθεί συγκριτικά πιο μέσα στην δοκό. Δεν επιτυγχάνει να	Μη Επαρκής

	προσδιορίσει τον τρόπο που θα ισορροπήσει όταν το ερώτημα αφορά εσωτερικά σημεία του ζυγού	
Έργο 3 ^ο	Θεωρεί ότι για να ισορροπήσει η τραμπάλα το ένα βάρος τοποθετείται σε συγκεκριμένο σημείο στην μια πλευρά και το άλλο ίσο βάρος στο αντίστοιχο συγκεκριμένο σημείο στην άλλη πλευρά. Προσδιορίζει τις ίσες αποστάσεις μέσω οπτικής συμμετρίας.	Ενδιάμεση
Έργο 3 ^ο	Σε μια τραμπάλα που τοποθετούνται ίσα βάρη εάν το ένα ίσο βάρος τοποθετείται σε συγκεκριμένο σημείο πιο πίσω στην μια πλευρά το άλλο ίσο βάρος πρέπει να τοποθετηθεί πιο μπροστά στην τραμπάλα στην άλλη πλευρά	Μη Επαρκής

Πίνακας 14. Οι ιδέες Π2 όπως αυτές εμφανίζονται για την δ1

Οι ιδέες του παιδιού δεν είναι σταθερές και όπως και με το Π1 εμφανίζει εναλλαγή. Όπως δείχνει και ο Πίνακας 15 στην αρχή ξεκινάει με ενδιάμεσες και συνεχίζει με επαρκής ενώ μετέπειτα επανέρχεται σε προηγούμενους λανθασμένους συλλογισμούς. Ενώ τον βλέπουμε να ξεκινάει με ενδιάμεσες ιδέες οι οποίες γίνονται επαρκής, επιστρέφει σε μη επαρκείς ιδέες. Πιθανώς αυτή η εναλλαγή ιδεών του οφείλεται στο ότι οι ήδη υπάρχουσες γνώσεις εμποδίζουν την κατάκτηση και την κατανόηση της νέας γνώσης.

Έργο 1 ^ο	ΕΝΔ
Έργο 1 ^ο	ΕΠ
Έργο 2 ^ο	ΕΝΔ
Έργο 2 ^ο	ΕΠ
Έργο 2 ^ο	ΕΠ

Έργο 3 ^ο	ΜΕ
Έργο 3 ^ο	ΜΕ
Έργο 3 ^ο	ΕΝΔ
Έργο 3 ^ο	ΜΕ

Πίνακας 15. Κατάταξη ιδεών Π2 για διάσταση (α) ίσα βάρη με χρονική σειρά

Το συγκεκριμένο παιδί εμφάνισε την μέτρηση στο τρίτο έργο. Πριν ξεκινήσει το 3^ο έργο, η ερευνήτρια ζήτησε από το παιδί να τοποθετήσει το ένα ίσο βάρος σε οποίον αριθμό στο μαθηματικό ζυγό ήθελε και στην συνέχεια να πει που θα πρέπει να κάτσει το δεύτερο ίσο βάρος έτσι ώστε να ισορροπήσει η τραμπάλα. Ο εκπαιδευόμενος τοποθετεί αρχικά το ένα στον αριθμό 4. Για να δει που θα βάλει το δεύτερο τουβλάκι μετράει με σώμα του και πιο συγκεκριμένα με τα μάτια του και κουνώντας το κεφάλι του μурμουρίζοντας χωρίς να είναι ξεκάθαρο το τι λέει. Φαίνεται ότι ξεκινάει να μετράει από τον αριθμό 4 όπου είχε τοποθετήσει το τουβλάκι. Αποφασίζει, να βάλει το δεύτερο στον αριθμό 8.

Η επεξήγηση που δίνει είναι η εξής: « [...] Γιατί αν πάνε και οι δυο στο ίδιο ας πούμε 4 και 4 θα...θα αρχίσει η τραμπάλα να κάνει έτσι (eg6: τοποθετεί το τουβλάκι στον αριθμό 4) [...] και εάν ο Οαlιn είναι στο 4 πρέπει ο Σ να πάει στο 8 για να μην γέρνει η τραμπάλα. Γιατί αν βάλουμε τον Σ στο 4 (eg7: κατεβάζει την δοκό προς τα κάτω από τα δεξιά,) η τραμπάλα θα γυρίσει και θα πέσουν κάτω και θα χτυπήσουν.». Φαίνεται να χρησιμοποιεί τον κανόνα βαρους-αποστασης για τα άνισα βάρη ενώ αναφερόμαστε σε αυτό το κομμάτι στα ίσα βάρη. Πιο συγκεκριμένα θεωρεί πως εάν τα δυο 20kg πάνε στο ίδιο σημείο και από τις δυο πλευρές η τραμπάλα δεν θα μπορεί να ισορροπήσει. Παρόλο όμως που απαντάει λανθασμένα χρησιμοποιεί την μέτρηση για να εντοπίσει το σημείο στο οποίο θα τοποθετήσει το δεύτερο ίσο βάρος.

2^ο Παιδί

Διάσταση 2: Άνισα Βάρη

Σε σχέση με τα άνισα βάρη, το συγκεκριμένο παιδί εμφάνισε μόνο δυο κατηγορίες ιδεών, ενδιάμεσες και μη επαρκής (Βλ. Πίνακα 16).

	Θεωρεί ότι για να ισιώσει η τραμπάλα πρέπει το βάρος	
--	--	--

Έργο 1 ^ο	που είναι περισσότερα κιλά να τοποθετηθεί στην μια άκρη και το βάρος με τα λιγότερα κιλά στην άλλη άκρη.	Μη Επαρκής
Έργο 1 ^ο	Θεωρεί ότι για να ισιώσει η τραμπάλα πρέπει το βάρος που είναι περισσότερα κιλά να τοποθετηθεί στην μια άκρη και το βάρος με τα λιγότερα κιλά στην άλλη άκρη.	Μη Επαρκής
Έργο 2 ^ο	Θεωρεί ότι για να ισιώσει η τραμπάλα πρέπει το βάρος που είναι περισσότερα κιλά να τοποθετηθεί σε συγκεκριμένο σημείο πιο μέσα ενώ το βάρος που είναι πιο ελαφρύ το τοποθετεί στην άκρη.	Ενδιάμεση
Έργο 2 ^ο	Θεωρεί ότι για να ισιώσει η τραμπάλα πρέπει το βάρος που είναι περισσότερα κιλά να τοποθετηθεί σε μεγαλύτερη απόσταση από το κέντρο συγκριτικά με το βάρος που είναι πιο ελαφρύ.	Μη Επαρκής
Έργο 3 ^ο	Θεωρεί ότι για να ισιώσει η τραμπάλα πρέπει το βάρος που είναι λιγότερα κιλά να τοποθετηθεί πιο μέσα στην τραμπάλα και το βάρος με τα περισσότερα κιλά να παραμείνει στην άλλη πλευρά.	Μη Επαρκής

Πίνακας 16. Οι ιδέες Π2 όπως αυτές εμφανίζονται για την δ2

Έχει επίσης ενδιαφέρον και εδώ και η χρονική σειρά με την οποία εμφανίστηκαν. Το παιδί συνολικά εμφάνισε γι' αυτήν την διάσταση 5 ιδέες και η σειρά είναι αυτή που απεικονίζει ο Πίνακας 17. Όπως και με το πρώτο παιδί παρατηρήθηκε παλινδρόμηση των ιδεών του ξεκινώντας από μη επαρκείς, μετά σε ενδιάμεση και οι δυο τελευταίες εμφανίζονται ως μη επαρκείς.

Έργο 1 ^ο	ΜΕ
Έργο 1 ^ο	ΜΕ
Έργο 2 ^ο	ΕΝΔ
Έργο 2 ^ο	ΜΕ
Έργο 3 ^ο	ΜΕ

Πίνακας 17. Κατάταξη ιδεών Π2 για διάσταση (β) άνισα βάρη με χρονική σειρά

9. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Παρατηρήθηκε πως και τα δυο παιδιά εμφάνισαν εναλλαγές στις ιδέες τους. Ενώ βλέπουμε πως για παράδειγμα, το πρώτο παιδί για τη διάσταση των ίσων βαρών εμφανίζει στην αρχή μια ενδιάμεση ιδέα, η ιδέα του όμως που ακολουθεί χαρακτηρίζεται ως μη επαρκής, μετά επανέρχεται πάλι σε ενδιάμεση ενώ μετέπειτα γίνεται επαρκής και καταλήγει πάλι σε ενδιάμεση. Αντιλαμβανόμαστε λοιπόν ένα είδος παλινδρόμησης καθώς τα παιδιά στην προσπάθειά τους να κάνουν επιλογές σε μέλλοντα χρόνο και να τις εξηγήσουν, επανέρχονταν στους προηγούμενους συλλογισμούς οι οποίοι είναι λιγότερο πλήρεις.

Η κατάκτηση της γνώσης αποτελεί μια διαδικασία σταδιακής συγκρότησης και για αυτό δεν εσωτερικεύεται και δεν γίνεται απόκτημα αμέσως, καθώς ο/η εκπαιδευόμενος/η περνάει από μια διαδικασία εσωτερικής αμφισβήτησης και κατανόησης (Βάμβουκα, 2008). Οι ιδέες που αποκλίνουν από το επιστημονικά συμβατό και τα λάθη γενικότερα αποτελούν πολύ χρήσιμα κομμάτια της μαθησιακής διαδικασίας και αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της και η αντιμετώπισή τους εξασφαλίζει την επίτευξη της μάθησης (Παπαθανασίου & Χατζηπαλούση, 2015). Η Δημητρακοπούλου (1997) τα ονομάζει δείκτες των γνώσεων των μαθητών και θεωρεί ότι σε ορισμένες περιπτώσεις είναι πολύ πιο σημαντικά από μία σωστή απάντηση που θα έδινε ο μαθητής, αλλά θα οφειλόταν σε λανθασμένο τρόπο σκέψης. Η Ράπτη (2002) αναφέρει πως από την μεριά της Παιδαγωγικής κάποιος κάνει λάθος στην προσπάθεια του να αναζητήσει κάποια νέα θεωρία. Έτσι το λάθος σχετίζεται με τη δημιουργικότητα, την επινοητικότητα και την παραγωγικότητα. Επομένως, τα λάθη που κάνουν τα παιδιά μας επιτρέπουν να εντοπίσουμε τα προβλήματα που εμφανίστηκαν κατά τη διαδικασία της σκέψης τους. Αποτελεί λοιπόν μια διεργασία η οποία απαιτεί διάρκεια και κατανόηση από την πλευρά του εκπαιδευτικού καθώς και κατάλληλη υποστήριξη.

Σχετικά με τα τρία διαφορετικά έργα που χρησιμοποιήθηκαν εντοπίστηκαν διαφορές στις απαντήσεις που έδωσαν τα παιδιά στο κάθε έργο. Όσον αφορά το 1^ο Έργο (προφορικός λόγος) λόγω της αφαιρετικής του φύσης ήταν αναμενόμενο ότι πιθανώς να μην λάβουμε πολλές πληροφορίες για τον τρόπο που μετράνε λόγω, αναπτυξιακά, του περιορισμού του προφορικού λόγου στην σκέψη των μικρών παιδιών. Από την άλλη, ήταν ιδιαίτερα απρόσμενο το γεγονός που ενώ το 3^ο Έργο (μαθηματικός ζυγός) ήταν πιο ανοιχτό, φαίνεται πως η επιλογή μας να είναι αριθμημένος ο ζυγός να εγκλώβισε την σκέψη των παιδιών με αποτέλεσμα να παρεμποδίζεται η αιτιολόγηση των απαντήσεων τους ως προς τη σχέση βάρους-απόστασης. Σε αντίθεση με αυτά τα δυο έργα, φαίνεται πως το 2^ο έργο ήταν το μοναδικό και από τα τρία στο οποίο και τα δυο παιδιά εμφάνισαν την μέτρηση ως σκέψη. Η μέτρηση εμφανίστηκε κατά την διάρκεια της επεξήγησης που έδιναν τα παιδιά, δείχνοντας πάνω στο σχέδιο με τα χέρια τους και αξιοποιώντας το σώμα τους για να «εικονίσουν» την σκέψη τους με μεγαλύτερη ακρίβεια. Για παράδειγμα, το πρώτο παιδί για την διάσταση των άνισων βαρών παρατηρήθηκε, πως αν και οι περισσότερες ιδέες που εμφανίζονται σε σχέση με τα άνισα βάρη χαρακτηρίζονται με βάση το επιστημονικά αποδεκτό μη συμβατές, προσπαθεί να αιτιολογήσει εφαρμόζοντας τον κανόνα απόστασης-βάρους μόνο μια φορά από τις 7 (ιδέες) και αυτό γίνεται μόνο στο έργο 2, δηλαδή στην σχεδιαστική δραστηριότητα. Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν πως οι δραστηριότητες που εμπεριέχουν το σχέδιο οφείλουν να αναγνωρίζονται ως οπτικές μορφές γλώσσας οι οποίες διευκολύνουν την επικοινωνία των παιδιών με τους γύρω τους (Brooks, 2009, Kress, 2003, Papandreou, 2014). Όπως τονίζει και ο Wright (2007), το σχέδιο βοηθά τα παιδιά να ξεπεράσουν τους περιορισμούς που αντιμετωπίζουν στην λεκτική επικοινωνία, καθώς πολλές φορές αδυνατούν να εκφραστούν και να επικοινωνήσουν εύκολα και αποτελεσματικά (Papandreou, 2014). Και στα δυο παιδιά το σχέδιο σε συνδυασμό με τον προφορικό λόγο, αλλά και τις χειρονομίες συνέργησαν μεταξύ τους με τέτοιο τρόπο που μπορούσαμε να κατανοήσουμε καλύτερα τις ιδέες των παιδιών.

Ένας ακόμη στόχος αυτής της έρευνας ήταν να διαπιστώσουμε αν τα παιδιά αξιοποιούν την μέτρηση κατά την διάρκεια επεξήγησης της σκέψης τους αλλά και πως αυτή εμφανίζεται. Δηλαδή πως καταλαβαίνουμε ότι μετράνε, εάν δηλαδή αντιλαμβανόμαστε ότι μετράνε μέσα από τον προφορικό λόγο ή/και εάν αξιοποιούν το σώμα τους για να μετρήσουν (χειρονομίες). Αναλύοντας τις εξηγήσεις των δυο παιδιών έγινε αντιληπτό πως

τα παιδιά αξιοποίησαν την μέτρηση όταν εξηγούσαν τον τρόπο σκέψης τους. Να σημειωθεί πως η μέτρηση εμφανίστηκε κατά πολύ περισσότερο όταν πραγματευτήκαμε το έργο της σχεδιαστικής δραστηριότητας. Παρατηρήθηκε πως και τα δυο παιδιά μετρούσαν κυρίως με τις χειρονομίες και πιο συγκεκριμένα με δεικτικές χειρονομίες. Ο λόγος για τον οποίο οι ερευνητές ενδιαφέρονται πολύ για την σημασία των χειρονομιών είναι γιατί μέσα από αυτές μπορούν να αναδυθούν πτυχές για τον σχηματισμό μιας έννοιας, αλλά και ο τρόπος με τον οποίο αυτή κατανοείται και ερμηνεύεται (Arzarello, Robutti, Sabena, & Paola, 2009, Yoon, Thomas, & Dreyfus, 2009, 2011, 2014). Σε σχετικά πρόσφατη ερευνά οι Alibali και DiRusso (1999) υποστήριξαν πως αν τα παιδιά αξιοποιούσαν τις χειρονομίες καθώς μετρούσαν, τότε θα ήταν σε θέση να καταμετρήσουν με περισσότερη ακρίβεια απ' ό,τι αν τους ζητούνταν να μετρήσουν μόνο προφορικά, χωρίς να υπάρξει κάποια σωματική ενεργοποίηση (χειρονομίες). Διαπίστωσαν ότι τα παιδιά ηλικίας 4 ετών ήταν πιο ακριβείς στην μέτρηση τους όταν τα ίδια έδειχναν ή άγγιζαν τα αντικείμενα καθώς μετρούσαν, απ' ό,τι όταν τους ζητούνταν να μετρήσουν χωρίς όμως να μπορούν να κάνουν χειρονομίες. Το ίδιο διαπιστώθηκε και στην έρευνα που πραγματοποιήσαμε. Οι δεικτικές χειρονομίες χρησιμοποιήθηκαν από τα παιδιά για να απαριθμήσουν «αντικείμενα», δηλαδή σημεία πάνω στον ζυγό και στη ζωγραφισμένη τραμπάλα, διαδικασία η οποία έμμεσα μετράει απόσταση. Οι δεικτικές χειρονομίες λοιπόν βοήθησαν τα παιδιά να πραγματοποιήσουν νοηματικές συνδέσεις ανάμεσα στις έννοιες βάρος και απόσταση για την επίτευξη ισορροπίας.

10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Α. ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

Alibali, M. W., & DiRusso, A. A. (1999). The function of gesture in learning to count: More than keeping track. *Cognitive Development, 14*, 37–56.

Alibali, M., Kita, S., & Young, A. (2000). Gesture and the process of speech production: We think, therefore we gesture. *Language and Cognitive Process, 15*, 593-163.

Arzarello, F., Robutti, O., Sabena, C., & Paola, D. (2009). Gestures as semiotic resources in the mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics, 70*, 97–109.

Britannica (n.d.). *Equilibrium, Physics*. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <https://www.britanica.com/science/equilibrium-physics>

Brooks, M. (2009). Drawing, visualisation and young children’s exploration of “big ideas”. *International Journal of Science Education, 31* (3), 319-341.

Chachlioutaki M., & Pantidos P. (2024). Speech and Gesture Complementarity in a Preschooler’s Conceptualization of Mechanical Equilibrium. *Education Sciences, 14*(4), 1-15.

Cox, S. (2005). Intention and meaning in young children’s drawing. *International Journal of Art and Design Education, 24* (2), 115–125.

Dockett S., Einarsdottir J., & Perry B. (2009). Balancing methodologies and methods in researching with young children. In D. Harcourt, B. Perry, T. Waller (eds.) *Researching Young Children’s Perspectives*. Routledge, London.

Fleer, M. (2013). Affective imagination. in science education: Determining the emotional nature of scientific and technological learning of young children. *Research in Science Education, 43*, 2085–2106.

- Givry, D., & Tibergein, A. (2012). Studying Students' Learning Processes Used during Physics Teaching Sequence about Gas with Networks of Ideas and Their Domain of Applicability. *International Journal of Science Education*, 34 (2), 223-249.
- Givry, D., & Roth, M. (2006). Toward a new conception of conceptions: Interplay of talk, gestures, and structures in the setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(10), 1086-1190.
- Hadzigeorgiou Y. (2002). A study of the development of the concept of mechanical stability in preschool children. *Research in Science Education* 32, 373–391.
- Hadzigeorgiou, Y., Anastasiou, L., Konsolas, M., & Prevezanou, B. (2008). A study of the effect of preschool children's participation in sensorimotor activities on their understanding of the mechanical equilibrium of a balance beam. *Research in Science Education*, 39, 39-55.
- Hadzigeorgiou Y. (2016). *Imaginative Science Education. The Central Role Of Imagination in Science Education*. Springer: Springer International Publishing, Switzerland.
- Hall, E. (2009). Mixed messages: The role and value of drawing in early education. *International Journal of Early Years Education*, 17(3), 179–190.
- Haven, K. (2000). *Super simple storytelling*. Englewood, CO: Teacher Idea Press.
- Knight, L. (2008). Communication and transformation through collaboration: rethinking drawing activities in early childhood. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 9(4), 306-316.
- Kress, G. (2003). *Literacy in the new media age*. London, UK: Routledge.
- Papandreou, M. (2014). Communicating and thinking through drawing activity in early childhood. *Journal of Research in Childhood Education*, 28(1), 85-100.
- Papandreou, M., & Terzi, M. (2011). Exploring children's ideas about natural phenomena in kindergarten classes: designing and evaluating "eliciting activities". *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 5(2), 27-47.

- Pozzer-Ardenghi, L., & Roth, W. M. (2005). Photographs in lectures: Gestures as meaning-making resources. *Linguistics and Education, 15*(3), 275–293.
- Preston, C. M., Hubber, P. J., & Xu, L. (2022). Teaching about electricity in primary school multimodality and variation theory as analytical lenses. *Research in Science Education, 52*(3), 949-973.
- Robbins, J. (2009). Analyzing young children’s thinking about natural phenomena: A sociocultural/cultural historical perspective. *Review of Science, Mathematics and ICT Education, 3*(1), 75-97.
- Seeley, C., & Gallagher, S. (2014). Stories and science: Stirring children’s imagination. *Primary Science, 134*, 30–33.
- Simmons, A. (2006). *The story factor: Inspiration, influence and persuasion through the art of storytelling*. New York: Basic Books.
- Singer, M., Radinsky, J., & Goldman, S. (2008). The role of gesture in meaning construction. *Discourse Processes, 45*(4-5), 365-386.si
- Truby, J. (2007). *The anatomy of story: 22 steps to becoming master storyteller*. New York: Faber & Faber.
- Weber, M., & Leuchter, M. (2019). Measuring preschool children's knowledge of the principle of static equilibrium in the context of building blocks: Validation of a test instrument. *British Journal of Educational Psychology, 90*, 1-25.
- Wright, S. S. K. (2007). Young children’s meaning-making through drawing and ‘telling’: Analogies to filmic textual features. *Australasian Journal of Early Childhood, 32*(4), 37-48.
- Yoon, C., Dreyfus, T., & Thomas, M. O. J. (2009). *Modelling the height of the antiderivative*. In R. Hunter, B. Bicknell, & T. Burgess (Eds.), *Crossing Divides, Proceedings of the 32nd Mathematics Education Research Group of Australasia conference, Wellington, 627-634*, Adelaide: MERGA

Yoon C., Thomas M O. J., & Dreyfus T. (2011). Gestures and insight in advanced mathematical. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology thinking*, 42(7), 891-901.

Yoon C., Thomas M O. J., & Dreyfus T. (2014). The role of conscious gesture mimicry in mathematical learning. In L. D. Edwards, F. Ferrara, D. Moore Russo (eds.) *Emerging Perspectives on Gesture and Embodiment in Mathematics*. Information Age Publishing (pp. 175-195).

Zacharia, Z. C., Loizou, E., & Papaevripidou, M. (2012). Is physicality an important aspect of learning through science experimentation among kindergarten students?. *Early Childhood Research Quarterly*, 27(3), 447-457.

B. ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΗ

Βάμβουκα, Ι. (2008). Τα λάθη των μαθητών σύμφωνα με τις σύγχρονες και η αντιμετώπιση τους στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής πράξης, *ΣΚΕΨΥ*, 1, 159-175.

Δημητρακοπούλου, Α. (1997). Αναζήτηση της μαθησιακής αξιοποίησης του λάθους στα υπολογιστικά περιβάλλοντα μάθησης: Η συνεισφορά της διδακτικής των μαθηματικών. Στο Τ. Πατρώνης & Π. Πιντέλας (Επ.), *Διδακτική των μαθηματικών και πληροφορική στην εκπαίδευση: Η διδακτική των μαθηματικών και η πληροφορική στη διδασκαλία των θετικών επιστημών*. Αθήνα.

Ηρακλειώτη Ε. (2017). *Διερευνώντας την ενσώματη μάθηση σε παιδιά προσχολικής ηλικίας για το φαινόμενο εναλλαγής ημέρας/νύχτας*, Διπλωματική εργασία, Θεσσαλονίκη.

Παντίδος, Π. & Ηρακλειώτη, Ε. (2015). Προφορικός λόγος και σωματική έκφραση: σχέσεις αλληλεξάρτησης στην οικοδόμηση των επιστημονικών εννοιών. Στο Ψύλλος Δημ., Μολοχίδης Αν. & Καλλέρη Μ. (επιμ.). *Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές*, σσ. 296-304.

Κόκκα, Ζ. & Παντίδος, Π. (2016). Διερευνώντας την έννοια της ροπής δύναμης σε παιδιά προσχολικής ηλικίας. Στο Β. Τσελφές (επιμ.) *Προσχολική ηλικία: οι φυσικές επιστήμες στην εκπαιδευτική σχέση παιδιών και εκπαιδευτικών*, σσ. 119-135, Εκδόσεις Άρτεμις Πετροπούλου: Αθήνα.

Ηρακλειώτη, Ε., & Παντίδος, Π. (2019). Τρόποι έκφρασης και κατασκευή νοήματος: εφαρμογή σε παιδιά προσχολικής ηλικίας για το φαινόμενο εναλλαγής ημέρας/νύχτας. Στο Π. Παντίδος (επιμ.) *Ο ρόλος των φυσικών επιστημών στην προσχολική εκπαίδευση*. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα, 245-257.

Παντίδος, Π. & Ηρακλειώτη, Ε. (2014). Κατασκευή νοήματος και επιστημονικές οντότητες: το φαινόμενο σχηματισμού της σκιάς ως διδακτικό αντικείμενο για μικρά παιδιά. Στο Π. Καριώτογλου & Π. Παπαδοπούλου (επιμ.) *Φυσικές επιστήμες και περιβάλλον στην προσχολική εκπαίδευση - Αναζητήσεις και προτάσεις*, σσ. 305-318, Εκδόσεις Gutenberg: Αθήνα.

Παπαθανασίου, Σ., & Χατζηπαλούση, Α. (2015). *Τα λάθη και η διαχείριση τους στην τάξη των μαθηματικών*, Διπλωματική Εργασία, Αλεξανδρούπολη.

Ράπτη, Μ. (2002). *Τα Λάθη των Μαθητών και ο Ρόλος τους στη Διαδικασία της Μάθησης*. Αθήνα, Gutenberg

Χαχλιουτάκη, Μ.-Ε., Παντίδος, Π., & Ηρακλειώτη, Ε. (2018). Προφορικός λόγος, σχέδιο και χειρονομίες: αναλύοντας τις απαντήσεις των παιδιών για τη δημιουργία των σεισμών. Στο Μ. Καλογιαννάκης (επιμ.) *Διδάσκοντας φυσικές επιστήμες στην προσχολική εκπαίδευση - προκλήσεις και προοπτικές*, σσ. 117-134, Εκδόσεις Gutenberg: Αθήνα.

Χαχλιουτάκη, Μ.-Ε., Παντίδος, Π., & Καμπεζά, Μ. (2017). Η εξέλιξη στον συλλογισμό παιδιών προσχολικής ηλικίας μέσα από τη συνέργεια διαφορετικών σημειωτικών συστημάτων: η περίπτωση των ηφαιστείων. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη, & Α. Κοκολάκη (επιμ.). *Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης*, σσ. 731-740.

Hewitt, P. (2002). *Οι έννοιες της φυσικής*. Ε. Σηφάκη & Ι. Παπαδόγγονας (μετ.). Ηράκλειο:
Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης