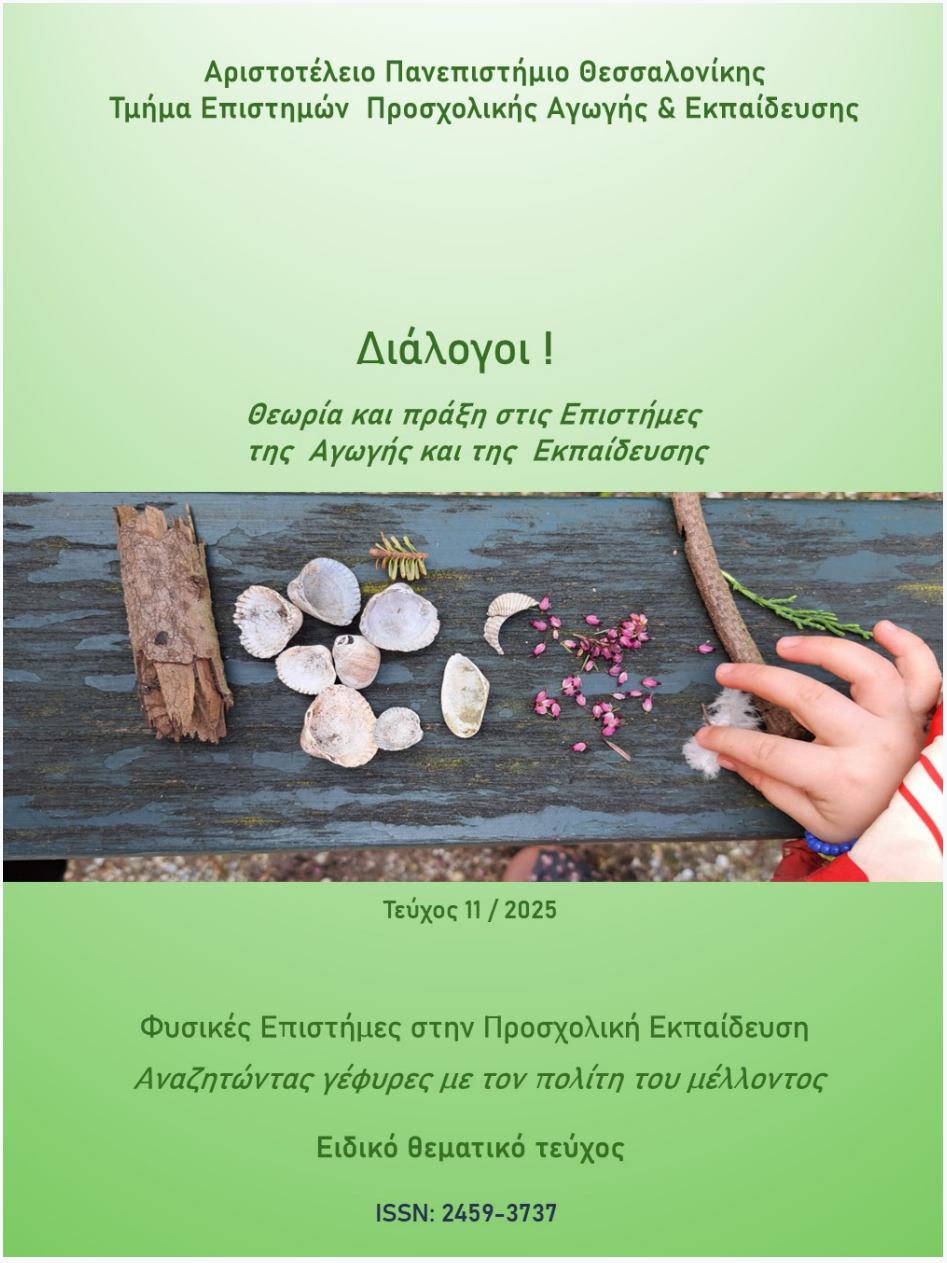
Διάλογοι! Θεωρία και πράξη στις επιστήμες αγωγής και εκπαίδευσης

Τόμ. 11 (2025)

Φυσικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση. Αναζητώντας γέφυρες με τον πολίτη του μέλλοντος. Ειδικό Τεύχος.



Διάλογοι! Θεωρία και Πράξη στις Επιστήμες της Αγωγής και Εκπαίδευσης
2025, Τεύχος 11, σσ. 101-128
e-ISSN: 2459-3737

© Τμήμα Επιστημών Προσχολικής Αγωγής και Εκπαίδευσης
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
http://dx.doi.org/10.12681/41742

Η διερεύνηση των ιδεών μαθητών πρώτης σχολικής ηλικίας για τη μηχανική ισορροπία ως μια πολυτροπική διαδικασία

Ιουλία Γρίσπου[1] , Ιωάννης Σταράκης[2]

[1,2]*Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών*

Περίληψη

Στόχος της έρευνας είναι η διερεύνηση των εννοιολογήσεων μαθητών Α' δημοτικού για το φαινόμενο της μηχανικής ισορροπίας. Για τον σκοπό αυτό εφαρμόστηκαν σε 2 μαθητές ημιδομημένες συνεντεύξεις, οι οποίες περιελάμβαναν 3 ισότιμα σε στόχευση σενάρια, κάθε ένα από τα οποία ωστόσο ενεργοποιούσε διαφορετικό σημειωτικό σύστημα (προφορικός λόγος, ζωγραφική έκφραση και ενσώματη αλληλεπίδραση αντίστοιχα). Από την ανάλυση των συνεντεύξεων προέκυψε πως το κάθε σημειωτικό σύστημα επιδρά με διαφορετικό τρόπο στην νοηματοδότηση της σκέψης των εκπαιδευόμενων ενώ παράλληλα καταγράφηκε συνέργεια μεταξύ των 3 προαναφερθέντων σημειωτικών συστημάτων κατά την έκφραση των σχετικών απόψεων. Η συνέργεια αυτή φάνηκε πως έπαιξε σημαντικό ρόλο στην εννοιολόγηση της έννοιας της απόστασης και της σχέσης της με την ασκούμενη δύναμη για την επίτευξη ισορροπίας. Επίσης καταγράφηκε εναλλαγή μεταξύ επαρκών, ενδιάμεσων και μη επαρκών, σε σχέση με το επιστημονικό πρότυπο, συλλογισμών, στα διαφορετικά σενάρια. Αυτή η εναλλαγή ενδεχομένως στοιχειοθετεί διαφορετικά δρομολόγια της σκέψης στην προσπάθεια κατανόησης του φυσικού κόσμου. Τέλος, παρατηρήθηκε ότι οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποίησαν, ανεξαρτήτως αποτελέσματος, τη μέτρηση στους συλλογισμούς τους, γεγονός που θεωρείται απαραίτητο για την οικοδόμηση νοήματος περί μηχανικής ισορροπίας.

Λέξεις κλειδιά: προσχολική ηλικία, πολυτροπικότητα, μηχανική ισορροπία, ιδέες μαθητών

Abstract

The aim of the research is to investigate the conceptualizations of first-grade students regarding the phenomenon of mechanical equilibrium. To this end, semi-structured interviews were conducted with two students, which included three equally targeted scenarios, each of which, however, activated a different semiotic system (verbal speech, pictorial expression, and physical interaction, respectively). The analysis of the interviews showed that each semiotic system affects the meaning of the learners' thoughts in a different way, while at the same time a synergy between the three semiotic systems was recorded in the expression of the relevant opinions. This synergy appeared to play an important role in conceptualizing the notion of distance and its relationship to the force exerted to achieve balance. There was also a shift between adequate, intermediate, and inadequate reasoning in relation to the scientific model in the

Υπεύθυνη επικοινωνίας: *Ιουλία Γρίσπου*, iouliagrispou@gmail.com, Νηπιαγωγός, Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση
Correspondent author: *Ioulia Grispou,* iouliagrispou@gmail.com, *Kindergarten teacher, Primary Education*

Ηλεκτρονικός εκδότης: *Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης, Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών*
e-publisher: *National Documentation Centre, National Hellenic Research Foundation*
URL: http://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/dialogoi

different scenarios. This shift may indicate different paths of thought in the effort to understand the natural world. Finally, it was observed that the trainees used measurement in their reasoning, regardless of the result, which is considered necessary for constructing meaning about mechanical equilibrium.

Keywords: preschool education, multimodality, mechanical equilibrium, student's ideas

Εισαγωγή

Στην διεθνή βιβλιογραφία οι έρευνες καταγραφής προϋπάρχουσων ιδεών για διάφορες έννοιες και φαινόμενα των φυσικών επιστήμων, συνήθως δεν λαμβάνουν υπόψη τους το ότι η παραγωγή νοήματος αποτελεί μια πολυτροπική διαδικασία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα εργαλεία με τα όποια συλλέγονται τα δεδομένα να μην ενεργοποιούν πολλές φορές παραπάνω από έναν τρόπο έκφρασης και να περιορίζεται η δυνατότητα του εκπαιδευόμενου να εκφράσει πιο ολοκληρωμένα τον συλλογισμό του. Αφορμή για την παρακάτω έρευνα αποτέλεσε το γεγονός ότι η μέθοδος με την οποία ο εκπαιδευτικός δομεί την διδασκαλία του αλλά και ο τρόπος με τον οποίο μαθαίνουν οι εκπαιδευόμενοι είναι πολυτροπικός (Jewitt, 2006). Αν και παραδοσιακά η μάθηση διεξάγεται μέσα από την χρήση προφορικού λόγου αναφέρουν οι Jennifer Yeo & Wendy Nielsen (2020), κάνεις δεν θα μπορούσε να φανταστεί έναν εκπαιδευτικό να χρησιμοποιεί ως μέσο διδασκαλίας μόνο την γλώσσα και τον γραπτό λόγο.

Πολυτροπικότητα

Η έννοια της πολυτροπικότητας κατά την διαδικασία της διδασκαλίας των φυσικών επιστήμων φαίνεται να έχει απασχολήσει διαχρονικά τους ερευνητές και αυτό διότι ένα τέτοιο περιβάλλον δίνει την δυνατότητα έκφρασης των εκπαιδευομένων με παραπάνω από έναν τρόπο. Σύμφωνα και με τους Ηρακλειώτη & Παντίδος (2019) η μάθηση είναι στον πυρήνα της 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.

Πιο συγκεκριμένα, η έννοια της πολυτροπικότητας και ιδιαίτερα κατά την διδασκαλία των φυσικών επιστήμων δίνει την ευελιξία στους εκπαιδευόμενους να νοηματοδοτήσουν τις έννοιες με παραπάνω από έναν τρόπο και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην περιορίζεται η σκέψη τους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η έρευνα των Χαλχιουτάκη, Παντίδο & Ηρακλειώτη (2018) που πραγματοποιήθηκε σε παιδιά προσχολικής ηλικίας με στόχο να διερευνηθεί πως ο προφορικός λόγος, οι χειρονομίες και τα σχέδια των παιδιών μπορούν να μας μεταφέρουν πολλές και διαφορετικές διαστάσεις για το φαινόμενο της δημιουργίας των σεισμών. Από τα πορίσματα της έρευνας προκύπτει αρχικά η αδυναμία που έχει ο προφορικός λόγος να εννοιολόγηση τη σκέψη ιδιαίτερα των μικρότερων παιδιών αλλά από την άλλη διαπιστώθηκε ότι τα σχέδια και οι χειρονομίες τους έπαιξαν σημαντικό κατά τη διάρκεια της παραγωγής νοήματος. Η ανάλυση των δεδομένων επίσης έδειξε πως ο τρόπος με τον οποίο τα παιδιά αναπαράστησαν -όπου αυτό ήταν εφικτό- το πως «κινούνται» οι τεκτονικές πλάκες ήταν αποκλειστικά μέσα από χειρονομίες. Κατά αντιστοιχία τα σχέδια των παιδιών παρείχαν πολλές πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο σκέψης και νοηματοδότησης της έννοιας ενώ ακόμη οι τρισδιάστατες αναπαραστάσεις και η

ενσώματη ενεργοποίηση λειτούργησαν θετικά ως προς την εξελικτική πορεία των συλλογισμών.

Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγει και η έρευνα των οι Singer et al. (2008) που μελέτησε τους συλλογισμούς παιδιά ηλικίας 11 και 12 ετών για τις τεκτονικές πλάκες και την κίνηση τους. Σύμφωνα με τα συμπεράσματα τους, φάνηκε πως οι χειρονομίες έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην 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 των συλλογισμών τους αξιοποιώντας αρχικά τις χειρονομίες και σε δεύτερο χρόνο χρησιμοποιούσαν την προφορική επεξήγηση.

Σε άλλη έρευνα των Ηρακλειώτη & Παντίδο (2019) όπου πραγματεύτηκαν το φαινόμενο εναλλαγής μέρας και νύχτας, όταν ζητήθηκε από τα παιδιά να περιγράψουν τον τρόπο με τον οποίο κινείται η γη προτίμησαν να το κάνουν χρησιμοποιώντας το σώμα τους. Από την άλλη όμως, όταν περιέγραφαν την ακινησία του ήλιου οι εξηγήσεις τους έγιναν κυρίως προφορικά το οποίο πιθανώς να οφείλεται στο ότι η συγκεκριμένη άποψη δεν έχει κάποια κίνηση σε επίπεδο σχολικής γνώσης. Αυτό που θέλει επίσης να τονίσει η έρευνα είναι η σημασία των διαφορετικών χαρακτηριστικών του κάθε σημειωτικού πλαισίου και πως αυτά συμβάλλουν στην νοηματοδότηση των συλλογισμών.

Ως προς τον ρόλο του προφορικού λόγου κατά την επεξήγηση της σκέψης, δεν είναι ελάχιστες οι έρευνες που έχουν τονίσει την ασυμφωνία μεταξύ του προφορικού λόγου των εκπαιδευομένων και των χειρονομιών τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα νοήματα είτε να συμπληρώνουν το ένα το άλλο ή και πολλές φορές σε αντίθεση μεταξύ τους (Ηρακλειώτη, 2017). Στην έρευνα των Singer, Radinsky και Goldman (2008), διαπιστώθηκε πως σε πολλές περιπτώσεις ο προφορικός λόγος και οι χειρονομίες συνεργάζονται για να κατασκευάσουν κάποιο νόημα (Singer, Radinsky & Goldman, 2008). Μάλιστα σε πολλές περιπτώσεις όπως αυτή των Alibali, Kita & Young (2000), παρατηρήθηκε ότι η σωματική ενεργοποίηση και ο προφορικός λόγος ενίοτε μας μεταφέρουν νοήματα και διαστάσεις τις οποίες δεν θα μπορούσαμε να μεταφέρουμε με κάποιο άλλο τρόπο.

Αμέτρητες είναι οι έρευνες που αναγνωρίζουν το σχέδιο ως βασικός τρόπος έκφρασης των παιδιών και ιδιαίτερα εκείνων της προσχολικής ηλικίας (Papandreou, 2014). Ταυτόχρονα το σχέδιο θεωρείται ως ένας τρόπος με τον οποίον τα παιδιά επικοινωνούν μέσα από την οπτικοποίηση σκέψης τους και άρα αυτό σημαίνει ότι μπορούν να ερμηνεύσουν καλύτερα ένα πρόβλημα απεικονίζοντας το και επιλύοντας το (Ηρακλειώτη, 2017). Είναι σημαντικό να τονίσουμε πως οi ιδέες των παιδιών δεν συλλέγονται μόνο από το σχέδιο αυτό αλλά δίνεται ιδιαίτερη έμφαση και στις εξηγήσεις που δίνουν οι εκπαιδευόμενοι με βάση αυτό που έχουν σχεδιάσει (Brooks, 2009, Cox, 2015).Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας νοηματοδότησης σύμφωνα με τους Chachlioutaki, Pantidos & Kampeza (2016), είναι οι τρισδιάστατες κατασκευές οι οποίες θεωρούνται ουσιώδη και σημαντικά μέσα νοηματοδότησης οι δράσεις κατά τις οποίες απαιτείται από τα παιδιά η χρήση υλικών αντικειμένων.

Η δημιουργία ενός πολυτροπικού πλαισίου στην τάξη ενδείκνυται καθώς προσφέρει την δυνατότητα στους μαθητές να εκφράσουν με όλους τους δυνατούς τρόπους τις ιδέες τους όπως και την αντίληψη τους γι’ αυτά που βιώνουν. Ένα τέτοιο

περιβάλλον θα μπορούσε επίσης να συμβάλει και στην αναθεώρηση των πρωταρχικών τους ιδεών ή και τον εμπλουτισμό τους (Givry & Tiberghien 2012).

Μηχανική ισορροπία και έρευνες σχετικά με τις ιδέες των παιδιών

Από μια γρήγορη βιβλιογραφική ανασκόπηση φαίνεται πως είναι ελάχιστες οι έρευνες που χρησιμοποιούν την έννοια της πολυτροπικότητας για να διερευνήσουν τις πρωταρχικές ιδέες των εκπαιδευόμενών για το φαινόμενο της μηχανικής ισορροπίας. Πιο συγκεκριμένα, σε έρευνα για τον ρόλο και την σημασία της σωματικής ενεργοποίησης οι Zacharia et al (2012), διερευνούν τις υποθέσεις και ιδέες των εκπαιδευόμενών προσχολικής ηλικίας για το φαινόμενο. Μέσα από αυτήν την έρευνα διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά τα οποία συμμετείχαν και πειραματίζονταν πάνω στον τρισδιάστατο μηχανικό ζυγό, είχαν κατανοήσει σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό την έννοια της μηχανικής ισορροπίας σε σχέση με τα παιδιά που τους παρουσιάστηκε το φαινόμενο μέσω εικονικής προσομοίωσης. Κατά αντιστοιχία, οι Hadzigeorgiou et al (2002), εστίασαν στην αξία και στον τρόπο που επιδρούν οι αισθητηριοκινητικές δραστηριότητες αλλά και στην χρήση κατασκευαστικού υλικού για την κατανόηση του κανόνα της ισορροπίας (π.χ. τουβλάκια, αυτοσχέδιες τραμπάλες κ.α.) σε παιδιά προσχολικής ηλικίας. Τα πορίσματα της έρευνας έδειξαν -μεταξύ άλλων- ότι τα παιδιά που συμμετείχαν στην δραστηριότητα σωματικής ενεργοποίησης στην οποία έπρεπε να ισορροπήσουν πάνω σε μια δοκό, εφάρμοσαν και διατήρησαν πολύ καλύτερα τους κανόνες ισορροπίας. Την ίδια επιτυχία είχαν και στα μετέπειτα έργα που εφαρμόστηκαν σε σχέση με την δεύτερη ομάδα παιδιών που συμμετείχε σε οργανωμένη δραστηριότητα κατά την οποία χρησιμοποίησαν απλούς τυπικούς πλαστικούς μηχανικούς ζυγούς με σκοπό την παρατήρηση και κατανόηση του φαινομένου.

Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη την δυνατότητα που έχει το περιβάλλον στο να νοηματοδοτήσει με διαφορετικό και 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 πλαισίου για την διερεύνηση του φαινομένου της μηχανικής ισορροπίας, οι Pantidos & Chachlioutaki (2024) στην προσπάθεια να αναδείξουν τις δυνατότητες των διαφορετικών σημειωτικών πόρων σε σχέση με το φαινόμενο, πραγματοποίησαν μελέτη περίπτωσης σε παιδί προσχολικής ηλικίας. Στην εν λόγω έρευνα υλοποιήθηκαν 3 διαφορετικά μεταξύ τους έργα μέσα από μια συνέντευξη η οποία πραγματοποιήθηκε 3 φορές μέσα από δυο διαφορετικές διδακτικές παρεμβάσεις. Η διάρκεια της συνέντευξης ήταν 20 λεπτά ενώ και τα 3 έργα παρά τις σημειωτικές τους διαφορές, και τα 3 σχετίζονταν με τις δυο διαστάσεις της μηχανικής ισορροπίας. Πιο συγκεκριμένα, τι συμβαίνει όταν σε μια περιστρεφόμενη δοκό τοποθετούνται (α) ίσα βάρη και (β) άνισα βάρη. Να τονιστεί ότι οι ερωτήσεις σε κάθε έργο ήταν ισοδύναμες και υπήρχε διαφοροποίηση ανάλογα με το σημειωτικό πλαίσιο. Η σειρά με την οποία εμφανίστηκαν είχε ως εξής: ξεκινούσαν με το έργο του προφορικού λόγου όπου ο εκπαιδευόμενος καλούνταν να απαντήσει προφορικά και εδώ τα δεδομένα που συλλέγονταν ήταν προφορικού λόγου αλλά και χειρονομίες. Ακολουθήσε το δεύτερο έργο της σχεδιαστικής δραστηριότητας και εδώ ο εκπαιδευόμενος καλούνταν να ζωγραφίσει τα βάρη πάνω στην τραμπάλα – η οποία ήταν ήδη σχεδιασμένη από τους ερευνητές με κλήση- σε εκείνα τα σημεία όπου όταν θα τοποθετούνταν θα ίσιωνε. Σε αυτό το έργο τα δεδομένα που συλλέχθηκαν περιλάμβαναν τις ζωγραφιές, τον προφορικό λόγο αλλά και τις χειρονομίες όπου αυτές εμφανίστηκαν.

Τέλος στο τρίτο έργο, ο εκπαιδευόμενος αλληλοεπίδρασε με έναν μαθηματικό ζυγό όπου εδώ τα δεδομένα που συλλέχθηκαν ήταν προφορικού λόγου αλλά και χειρονομίες που το παιδί εμφάνιζε καθώς τις χρησιμοποιούσε για να δείξει που θα πρέπει να τοποθετηθεί το κάθε βάρος πάνω στον μαθηματικό ζυγό. Από τα πορίσματα της έρευνας, έδειξαν ότι το παιδί 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.

Στόχος και ερευνητικό ερώτημα

Λαμβάνοντας υπόψη την σημασία που έχει η δημιουργία ενός πολυτροπικού πλαισίου καθώς προσφέρει την δυνατότητα στους μαθητές να εκφράσουν με όλους τους δυνατούς τρόπους τις ιδέες τους όπως και την αντίληψη τους γι' αυτά που βιώνουν, αποφασίστηκε ο σχεδιασμός και η εφαρμογή ενός περιβάλλοντος διερεύνησης αντιλήψεων μαθητών πρώτης σχολικής ηλικίας για το φαινόμενο της μηχανικής ισορροπίας. Κύριο χαρακτηριστικό του περιβάλλοντος αυτού είναι η ενεργοποίηση διαφορετικών σημειωτικών συστημάτων των μαθητών. Το σχετικό ερευνητικό ερώτημα διατυπώνεται ως εξής: «*Πώς εννοιολογούν τη μηχανική ισορροπία παιδιά της πρώτης τάξης του δημοτικού κατά την επίδραση ενός πολυτροπικού πλαισίου ανάδυσης ιδεών;*».

Ερευνητικός σχεδιασμός

Στο πλαίσιο αυτό, σχεδιάστηκαν και εφαρμόστηκαν πιλοτικά σε 2 μαθητές της πρώτης δημοτικού (μέσω ημιδομημένων συνεντεύξεων), 3 έργα με διαφορετική σημειωτική προσέγγιση με σκοπό να διερευνηθούν οι σχετικές αντιλήψεις τους. Στο έργο τα παιδιά απάντησαν προφορικά, στο δεύτερο μέσω ζωγραφικής δραστηριότητας και στο τρίτο κλήθηκαν να απαντήσουν έχοντας μπροστά τους έναν μαθηματικό ζυγό με τον οποίο μπορούσαν να αλληλεπιδράσουν. Αξίζει να σημειωθεί ότι αρχικά έλαβε χώρα αφήγηση μιας ιστορίας προκειμένου να θέσει το πλαίσιο της συνέντευξης και να ελκυθεί το ενδιαφέρον των παιδιών. Για κάθε έργο ξεχωριστά σχεδιάστηκαν σχετικά ερωτήματα για την μηχανική ισορροπία. Να σημειωθεί ακόμη, πως η ιστορία αλλά και οι ερωτήσεις ήταν δομημένα με τέτοιο τρόπο που συμπεριλάμβανε και τις δυο διαστάσεις του φαινομένου της μηχανικής ισορροπίας: (α) ίσα βάρη (β) άνισα βάρη.

Συμμετέχοντες/ουσες

Η εν λόγω έρευνα πραγματοποιήθηκε σε ένα δημόσιο δημοτικό σχολείο της Αθήνας, μέσου κοινωνικοοικονομικού επιπέδου και σε δείγμα δύο (2) μαθητών που φοιτούσαν στην πρώτη τάξη (ηλικίες 6.5 και 7 ετών). Η δειγματοληψία χαρακτηρίζεται ως βολική. Να σημειωθεί πως οι μαθητές δεν είχαν διδαχθεί προηγουμένως στο πλαίσιο της τυπικής τους εκπαίδευσης κάτι σχετικό ούτε με την έννοια της ροπής δύναμης αλλά ούτε και με την κατάσταση μηχανικής ισορροπίας.

Συλλογή Δεδομένων

1ο Έργο Προφορικού Λόγου

Στο 1ο έργο ζητήθηκε από τα παιδιά να εκφράσουν τις ιδέες τους μέσω προφορικού λόγου εισαγωγικά χρησιμοποιήθηκε μια ιστορία προκειμένου να θέσει το

πλαίσιο της συνέντευξης, αλλά ταυτόχρονα να προσελκύσει το ενδιαφέρον των παιδιών. Η ιστορία ήταν δομημένη με τέτοιο τρόπο που συμπεριλάμβανε και τις δυο διαστάσεις της μηχανικής ισορροπίας: (α) ίσα βάρη και (β) άνισα βάρη.

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 ξωτικά, νεραϊδες και πολλά ακόμη. Σε αυτόν τον κόσμο υπάρχουν δυο άνθρωποι, δυο αδέλφια. 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 ξωτικών 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 τέτοιον τρόπο έτσι ώστε η τραμπάλα να είναι ευθεία, να είναι ίσια.*

Μετά την αφήγηση ακολούθησαν ερωτήσεις για την μηχανική ισορροπία ανάλογα με την διάσταση (α) ίσα βάρη και (β) άνισα βάρη (Πίνακας 1). Ο στόχος που είχαμε ήταν μέσα από αυτές τις ερωτήσεις να παρατηρήσουμε αν οι εκπαιδευόμενοι στον συλλογισμό τους προσμετράνε έννοιες όπως είναι η απόσταση και αν θα εμφανίσουν, ιδιαίτερα στα άνισα βάρη, το σχήμα: «μεγαλύτερο βάρος – μικρότερη απόσταση». Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από αυτό το έργο είναι κυρίως προφορικού λόγου αλλά και σωματικής έκφρασης όπου αυτή εμφανίστηκε. Να επισημάνουμε πως προτού προχωρήσουμε με τις ερωτήσεις ρωτούσαμε τα παιδιά αν είχαν δει ποτέ τραμπάλα γυμναστικής καθώς μπορεί να μην είχαν ξαναδεί. Όσα παιδιά μας έλεγαν ναι προχωρούσαμε με τις ερωτήσεις και όσα παιδιά δεν γνώριζαν τους παρουσιάζαμε και τους περιγράφαμε την ενδεικτική εικόνα που είχαμε μαζί μας (Εικόνα 1).

Εικόνα 1

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

Πίνακας 1

Ερωτήσεις 1ου Έργου

ΙΣΑ ΒΑΡΗ

1. *Φαντάσου πού θα πρέπει να κάτσει ο Οδυσσέας και πού ο Σπύρος για να ισιώσει η τραμπάλα; …Θες να μου το δείξεις με τα χέρια σου;…Και γιατί το λες αυτό; Εξήγησε το μου*

2. *Αν κάτσει στην μια άκρη Σπύρος, ο Οδυσσέας πού θα κάτσει; Θες να μου το δείξεις με τα χέρια σου…Και γιατί το λες αυτό; Εξήγησε το μου…*

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…*

ΑΝΙΣΑ ΒΑΡΗ

1. *Αν εσύ που είσαι πιο ελαφρύς και εγώ που είμαι πιο βαριά καθίσουμε πάνω στην τραμπάλα που θα πρέπει να κάτσεις εσύ και πού εγώ για να ισιώσει; Θες να μου το δείξεις με τα χέρια σου; Και γιατί το λες αυτό; Εξήγησε το μου…*

2. *Αν κάτσεις εσύ στην μια άκρη που είσαι πιο ελαφρύς/ ελαφριά, εγώ πού 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…*

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 και εγώ μείνω εκεί η τραμπάλα θα είναι ίσια; 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…*

Κατά την διάρκεια της συνέντευξης αν διαπιστωνόταν ότι κάποιο παιδί δυσκολευόταν να απαντήσει ή να προσδιορίσει την σκέψη του, του–ζητείτο να απεικονίσει-μια τραμπάλα με τα χεριά του (υπό συνθήκες αυτό μπορούσε να λάβει χώρα και από την ερευνήτρια) (βλέπε Εικόνα 2).Θεωρήσαμε πως η σωματική απεικόνιση και η ενεργοποίηση του σώματος θα εξυπηρετούσε τα παιδιά στο να προσδιορίσουν όσο το δυνατόν καλύτερα μπορούν την σκέψη τους καθώς στο συγκεκριμένο έργο κλήθηκαν να μας απαντήσουν μόνο προφορικά με αποτέλεσμα αυτό ίσως να περιόρισε την σκέψη τους (Απόσπασμα 1).

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

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

Ε. 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*.

Ε. *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.

Απόσπασμα 1.

Παράδειγμα Σωματικής Ενεργοποίησης ως βοήθειας στη σκέψη

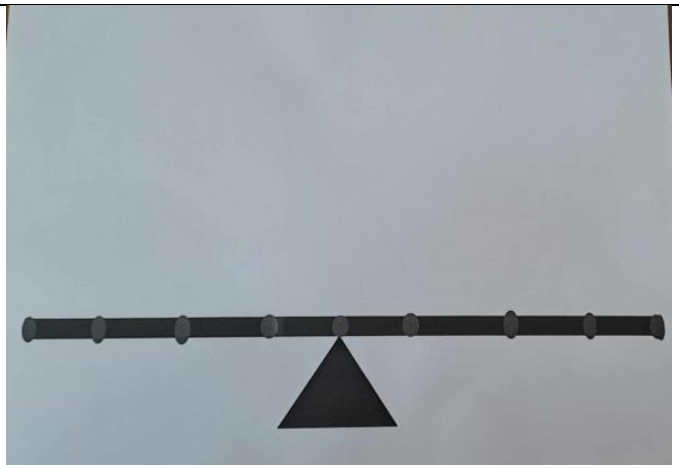
Εικόνα 2

Απεικόνιση της τραμπάλας και της θέσης για την διάσταση με την χρήση των χεριών (α) ίσα βάρη

2ο Έργο Σχεδιαστικής Δραστηριότητας

Στο έργο της σχεδιαστικής δραστηριότητάς οι ερωτήσεις που πραγματοποιήθηκαν σχεδιάστηκαν αντίστοιχα με το 1ο έργο με σκοπό να ελεγχθεί αν τα παιδιά στον συλλογισμό τους (α) συμπεριλαμβάνουν την έννοια της απόστασης από το κέντρο αλλά και την μεταξύ τους απόσταση, (β) αν κατά την αιτιολόγηση χρησιμοποιούν μετρήσεις και (γ) αν ενσωματώνουν στον συλλογισμό τους στοιχεία όπως την θέση που τοποθετήθηκαν.

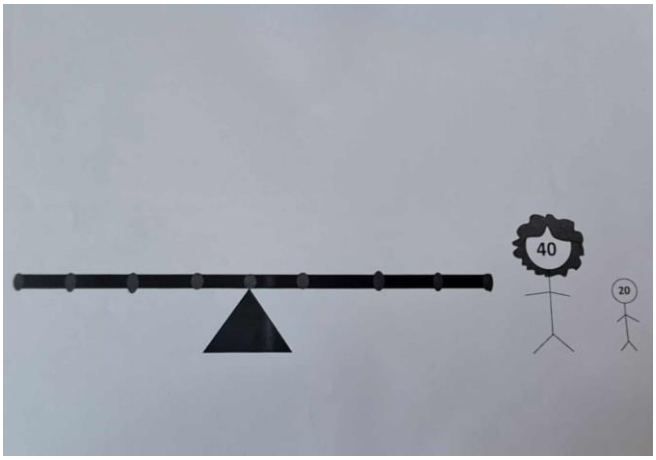
Στην αρχή, παρουσιάστηκαν στα παιδιά 2 διαφορετικές ζωγραφιές, μια για καθεμιά από τις διαστάσεις (α) ίσα βάρη και (β) άνισα βάρη. Για την διάσταση (α) παρουσιάστηκε μια ζωγραφιά της τραμπάλας όπως αυτή εμφανίζεται στην ιστορία. Πάνω της είχαν σχεδιαστεί τέσσερα (4) σημεία εκατέρωθεν του κέντρου της όπου θα μπορούσαν τα παιδιά να τοποθετήσουν τους χαρακτήρες. Οι κουκίδες αναμενόταν ότι θα διευκόλυναν μέτρηση της απόστασης (Εικόνα 3).



Εικόνα 3

Απεικονιση της τραμπάλας όπως αυτή αναφέρεται στην ιστορία με τονισμένα 4 σημεία εκατέρωθεν του κέντρου της

Έχοντας ολοκληρώσει την διάσταση (α), συζητήθηκε η διάσταση (β) όπου τώρα στο σχέδιο απεικονιζόταν η ερευνήτρια και το παιδί. Δύο απλά σχέδια τα οποία διέφεραν μεταξύ τους ως προς το μέγεθος ενώ για το καθένα ξεχωριστά είχαν σημειωθεί τα κιλά (ερευνήτρια: 40, παιδί: 20). Τα παιδιά με παρότρυνση της ερευνήτριας, κλήθηκαν να ζωγραφίσουν τις απαντήσεις τους χρησιμοποιώντας τις κουκίδες στην τραμπάλα, αλλά και στην συνέχεια να επεξηγήσουν αυτό που ζωγράφισαν (Εικόνα 4). Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από αυτό το έργο είναι τα σχέδια των παιδιών, οι επεξηγήσεις που δώσανε πάνω σε αυτά τα σχέδια καθώς και οι χειρονομίες που προέκυψαν. Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται με την σειρά οι ερωτήσεις του δεύτερου έργου.



Εικόνα 4

Απεικόνιση της τραμπάλας και τον οντοτήτων για την (β) διάσταση

Πίνακας 2

Ερωτήσεις 2ου Έργου

ΙΣΑ ΒΑΡΗ

1. *Θέλω να σχεδιάσεις τον Οδυσσέα όπου θες εσύ...Ωραία! Έκατσε ο Οδυσσέας. Θα συμβεί κάτι στην τραμπάλα; Τώρα θέλω να ζωγραφίσεις και τον Σπύρο έτσι ώστε η τραμπάλα να είναι ίσια. Γιατί άμα κάτσει εκεί ο Σπύρος θα ισιώσει η τραμπάλα;*

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* είναι ίσια η τραμπάλα; Θες να μου το δείξεις σε αυτήν την ζωγραφιά; Εξήγησε το μου…

3. *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;*

ΑΝΙΣΑ ΒΑΡΗ

1. *Αν εσύ που είσαι 20 κιλά κάθεσαι στην άκρη της τραμπάλας πού θα πρέπει να με ζωγραφίσεις εμένα που είμαι 40 κιλά ώστε να ισιώσει η τραμπάλα; Γιατί το λες αυτό;*

2. *Καθόμαστε εσύ που είσαι 20 κιλά και εγώ που είμαι 40 κιλά στην μια και στην άλλη άκρη της τραμπάλας. Αν εσύ προχωρήσεις πιο μέσα θα πρέπει να προχωρήσω και εγώ για να ισιώσει η τραμπάλα; Γιατί το λες αυτό;*

3ο Έργο Ενσώματης Αλληλεπίδρασης - Μαθηματικός Ζυγός

Στο 3ο έργο παρουσιάστηκε στα παιδιά ένας μαθηματικός ζυγός ο οποίος έμοιαζε με αυτόν που εμφανίστηκε στην ιστορία (Εικόνα 5). Πάνω στις 2 δοκούς του υπήρχαν αριθμοί από το 1 έως το 10 (μέτρηση από το κέντρο). Αποφασίστηκε να βλέπουν τα παιδιά τους αριθμούς για να βοηθηθούν στην μέτρηση. Για την διάσταση των ίσων βαρών παρουσιάστηκαν 2 τουβλάκια τα οποία απεικόνιζαν τα δύο αδέλφια έχοντας σημειώσει σε κάθε τουβλάκι τον αριθμό των κιλών (20 κιλά) και το αρχικό γράμμα των ονομάτων τους (Δηλαδή Ο για τον Οδυσσέα και Σ για τον Σπύρο). Στην συνέχεια τους ζήτησε να τα τοποθετήσουν πάνω στον μαθηματικό ζυγό με βάση αυτό που σκέφτονταν και να αιτιολογήσουν την απάντηση τους.

Εικόνα 5
Μαθηματικός Ζυγός

Για την διάσταση (β-χρησιμοποιήθηκε ένα τουβλάκι που είχε γραμμένο πάνω του τον αριθμό 20 και δυο τουβλάκια ενωμένα όπου οι ερευνητές είχαν σημειώσει τον αριθμό 40 (Εικόνα 6). Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από το τρίτο έργο είναι δεδομένα προφορικού λόγου αλλά και σωματικής έκφρασης. Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται με την σειρά με την οποία διατυπώθηκαν οι ερωτήσεις του τρίτου έργου

Εικόνα 6
Τουβλάκια που χρησιμοποιήθηκαν για το 3ο έργο

Πίνακας 3
Ερωτήσεις 3ου Έργου

ΙΣΑ ΒΑΡΗ

1. Θέλω να τοποθετήσεις τον Οδυσσέα όπου θες εσύ... Τώρα θέλω να μου πεις πού πρέπει να μπει ο Σπύρος έτσι ώστε η τραμπάλα να είναι ίσια. Γιατί λες ότι θα είναι εκεί;

2. Κάθονται ο Οδυσσέας και ο Σπύρος στην μια και στην άλλη άκρη της τραμπάλας. Ο Οδυσσέας προχωράει λίγο πάνω στην τραμπάλα. Η τραμπάλα θα είναι ίσια;…Τι πρέπει να κάνει ο Σπύρος για να είναι ίσια η τραμπάλα;… Γιατί το λες αυτό;

ΑΝΙΣΑ ΒΑΡΗ

1. Θέλω να βάλεις τον εαυτό σου που είσαι πιο ελαφρύς στην άκρη της τραμπάλας. Τώρα θέλω να μου πεις πού πρέπει να κάτσω εγώ ώστε να ισιώσει η τραμπάλα. Γιατί λες ότι θα είναι εκεί;

2. Καθόμαστε εσύ που είσαι 20 κιλά και εγώ που είμαι 40 κιλά στην μια και στην άλλη άκρη της τραμπάλας. Αν εσύ περπατήσεις η τραμπάλα θα είναι ίσια; Τι πρέπει να κάνω εγώ για να είναι ίσια η τραμπάλα;… Γιατί το λες αυτό;

Κωδικοποίηση

Αφού απομαγνητοφωνήθηκαν οι ατομικές συνεντεύξεις ως προς τους διαλόγους, στη συνέχεια μέσω των βίντεο καταγράφτηκαν οι χειρονομίες και οι σωματικές εκφράσεις που χρησιμοποίησαν οι εκπαιδευόμενοι. Όλα αυτά τα στοιχεία κωδικοποιήθηκαν με βάση το μορφολογικό τους περιεχόμενο και όχι με βάση το νόημα

τους. Για τον σκοπό αυτό αξιοποιήθηκε η τυπολογία εικονιζουσών, δεικτικών και εργοτικών χειρονομιών της Mc Neil (1992). Εικονίζουσες θεωρούνται οι χειρονομίες όταν αναπαριστούν μορφολογικά ένα αντικείμενο ή μια ενέργεια, δεικτικές όταν δείχνουν προς μια κατεύθυνση και εργοτικές όταν σχετίζονται με τον χειρισμό διαφόρων αντικειμένων και εν γένει χωρικών στοιχείων (Roth, 2003). Κατά την κωδικοποίηση των δεδομένων που προέκυψαν από τις βιντεοσκοπημένες συνεντεύξεις, οι εικονίζουσες χειρονομίες σημειώθηκαν με ig (εικονίζουσες χειρονομίες/iconic), οι δεικτικές με dg (δεικτικές χειρονομίες/deictic) και οι εργοτικές με eg (εργοτικές χειρονομίες/ergotic gestures).

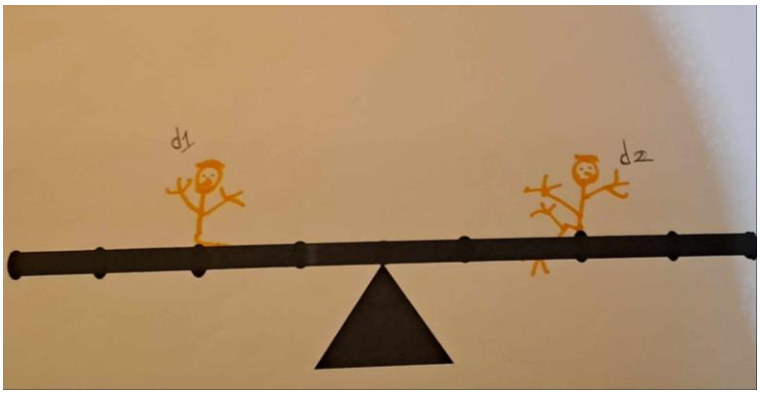
Στον Πίνακα 4 απεικονίζονται ενδεικτικά κάποια από τα στοιχεία για τις σωματικές δράσεις των παιδιών τα οποία συλλέχθηκαν και από τα 3 έργα και πιο συγκεκριμένα από τα σημεία εκείνα στα οποία έδιναν εξηγήσεις.

Πίνακας 4

Τροπικότητες Σωματικής Έκφρασης

Εικονίζουσες Χειρονομίες	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 κλήση το ένα χέρι της, ig3: λύγισμα παλάμης προς τα κάτω, ig4:παλάμες ανοιχτές προς τα κάτω στο ίδιο ύψος […]
Δεικτικές Χειρονομίες	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), dg8: δείχνει με το δάχτυλο στο πρώτο σημείο της τραμπάλας δεξιά(ξεκινώντας την μέτρηση από το κέντρο), dg21: δείχνει με το δάχτυλο ανάμεσα στο 9 και στο 10 από δεξιά [...]
Εργοτικές Χειρονομίες	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 […]

Για την κωδικοποίηση του σχεδίου, τα στοιχεία της ζωγραφιάς χαρακτηρίστηκαν με το αγγλικό γράμμα «d» (d=drawing). Στον Πίνακα 5, παρουσιάζονται ενδεικτικά κάποια από τα στοιχεία που αντλήθηκαν από τις ζωγραφιές των παιδιών. Πιο συγκεκριμένα, οι απεικονίσεις τους μας περιγράφουν το σημείο ή τα σημεία που επέλεξαν για να σχεδιάσουν τους χαρακτήρες (και για τις δυο διαστάσεις). Για παράδειγμα στην Εικόνα **7** το d1 δηλώνει το σκίτσο ανθρώπου στην 2η τελεία αριστερά και αντίστοιχα το d2 δείχνει το σκίτσο ανθρώπου στην 2η τελεία δεξιά.



Εικόνα 7

Ζωγραφια παιδιου όπου απεικονίζονται οι χαρακτήρες με το ίδιο βάρος

Πίνακας 5

Τροπικότητες Ζωγραφιάς

Τροπικότητες/ Στοιχεία Ζωγραφιάς	d1: σκίτσο ανθρώπου στην 2η τελεία αριστερά, d2: σκίτσο ανθρώπου στην 2η τελεία δεξιά, d3: σκίτσο ανθρώπου στην άκρη αριστερά, d4: σκίτσο ανθρώπου στην άκρη δεξιά, d5: σκίτσο ανθρώπου στην πρώτη δεξιά […]

Αντίστοιχα, στη κωδικοποίηση του προφορικού λόγου σημειώθηκαν χαρακτηριστικές λέξεις ή/και εκφράσεις που χρησιμοποίησαν τα παιδιά και αυτές συμβολίστηκαν με το αγγλικό γράμμα «si» (si= speech). Η κωδικοποίηση προέρχεται από την μελέτη εκείνων των τμημάτων και από τα τρία έργα όπου τα παιδιά παρείχαν προφορικές εξηγήσεις. Η κωδικοποίηση του προφορικού λόγου έγινε με βάση νοηματικά κριτήρια. Πιο συγκεκριμένα, κωδικοποιήθηκαν λέξεις και φράσεις που νοηματοδοτούσαν με κάποιον τρόπο τις όψεις της μηχανικής ισορροπίας. Ο Πίνακας 6 απεικονίζει ενδεικτικά κάποιες τροπικότητες του προφορικού λόγου που χρησιμοποίησαν τα παιδιά για να εξηγήσουν το φαινόμενο της μηχανικής ισορροπίας όπως και κάποιες γενικές εκφράσεις που προσέθεταν παραπάνω πληροφορίες ως προς τον συλλογισμό τους.

Πίνακας 6

Τροπικότητες Προφορικού Λόγου

Επεξήγηση για το φαινόμενο της μηχανικής ισορροπίας	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, s16: και οι δυο στην ίδια, s17: προς την πλευρά, […]
Γενικές Εκφράσεις	s12: θα γυρίσει/έχει γυρίσει,, s14: κάθισαν στο ίδιο σημείο, s15: όταν πας, s18: να μπεις, s19: κάθομαι […]

Ανάλυση Δεδομένων

Προκειμένου να αναλυθούν τα δεδομένα, εντοπίστηκαν τα σημεία εκείνα που τα παιδιά παρείχαν εξηγήσεις ανεξάρτητα από το σημειωτικό σύστημα προέλευσής τους (προφορικός λόγος, σχέδια, χειρονομίες). 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 προείχε 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 (με ίσα και άνισα βάρη).

Ακόμη μια από τις επιδιώξεις αυτής της έρευνας ήταν το να παρατηρηθεί 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 τον σκοπό αυτό , καταγράφηκε 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 νοηματοδούν την σκέψη τους, δηλαδή εάν λειτουργεί συμπληρωματικά και επαρκεί για να κατανοήσουμε τον τρόπο σκέψης τους ή δεν είναι επαρκής.

Σε επόμενο στάδιο αξιολογήθηκαν οι απαντήσεις των παιδιών ταξινομώντας της σε επαρκείς, ενδιάμεσες και μη επαρκείς απαντήσεις, ανάλογα με την εγγύτητα που παρουσίαζαν ως προς το επιστημονικά συμβατό. Τα κριτήρια όπως και η

κατηγοριοποίηση των δεδομένων για τις δυο όψεις της μηχανικής ισορροπίας διαμορφώθηκαν από τους ερευνητές σε συζήτηση σχετικά με τον τρόπο ανάλυσης του περιεχομένου των ιδεών.

Στους Πίνακες 7 και 8 παρουσιάζονται οι αναμενόμενες εξηγήσεις των παιδιών για τις δυο διαστάσεις του φαινομένου (στο πλαίσιο είτε της επαρκούς είτε της ενδιάμεσης είτε της μη επαρκούς εξήγησης) όπως και τα κριτήρια με τα όποια έγινε η αξιολόγηση.

Πίνακας 7

Κατηγορίες εξηγήσεων των παιδιών για την ισορροπία των ίσων βαρών

Τύπος Απάντησης	**Κριτήρια**
Επαρκής	Απαντάει με βάση το επιστημονικά αποδεκτό δηλαδή φτιάχνει κανόνα για την σχέση βάρους-απόστασης. Ακόμη, αιτιολογεί την απάντηση του/ης χρησιμοποιώντας κανόνα μέτρησης **π.χ. Π1 στο 2ο Έργο Σχεδιαστικής Δραστηριότητας (**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
Ενδιάμεση	Απαντάει σωστά αλλά, με βάση τον κανόνα οπτικής συμμετρίας και δεν αναφέρεται συγκεκριμένα σε κάποιο σημείο που τοποθετούνται τα βάρη. Μιλάει γενικότερα χωρίς να κάνει λόγο για κάποιον κανόνα για την σχέση βάρους-απόστασης **π.χ. Π2 στο 1ο Έργο Προφορικού Λόγου** 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. Αναφέρεται σε συγκεκριμένο σημείο δίχως να διατυπώνει κανόνα για την σχέση βάρους-απόστασης
Μη Επαρκής	Απαντάει λανθασμένα ως προς την θέση που τοποθετεί τα βάρη και άρα δεν συμβαδίζει με το επιστημονικά αποδεκτό. Αντίστοιχα, δεν διατυπώνει αιτιολογήσεις. Αναφέρεται αόριστα σε μια περιοχή, όχι σε σημείο

	π.χ. Π2 στο 3ο Έργο Μαθηματικός τρισδιάστατος ζυγός 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

Πίνακας 8

Κατηγορίες εξηγήσεων των παϊδιών για την ισορροπία των άνισων βαρών

Τύπος Απάντησης	**Κριτήρια**
Επαρκής	Απαντάει με βάση το επιστημονικά αποδεκτό και φτιάχνει κανόνα για την σχέση βάρους-απόστασης. Ακόμη, αιτιολογεί την απάντηση του/ης χρησιμοποιώντας κανόνα μέτρησης *(Δεν παραθέτουμε κάποιο παράδειγμα καθώς δεν εμφανίστηκε από κάποιο από τα παιδιά)*
Ενδιάμεση	Απαντάει με βάση το επιστημονικά αποδεκτό αλλά δεν αιτιολογεί και δεν αναφέρεται σε συγκεκριμένο σημείο. **π.χ. Π1 στο Task 1 (προφορικός λόγος)** 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. Αιτιολογώντας όμως λανθασμένα βασιζόμενη στην ισορροπία ίσων βαρών
Μη Επαρκής	Απαντάει λανθασμένα και δεν αιτιολογεί. **π.χ. Π1 στο Task 1 (προφορικός λόγος)** 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

Αποτελέσματα

(Α) Διάσταση: Ίσα Βάρη

Οι μαθητές του δείγματος (Π1 ο εκπαιδευόμενος 1 και Π2 ο εκπαιδευόμενος 2) στα τρία έργα για την διάσταση των ίσων βαρών εμφάνισαν και τις 3 κατηγορίες απαντήσεων (επαρκής – ενδιάμεση – μη επαρκής). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον όμως έχει ο τρόπος με τον οποίο εμφανίζονται οι ιδέες τους. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε πως υπάρχει εναλλαγή στο επίπεδο της ορθότητας των απαντήσεων (βελτιώσεις αλλά και οπισθοδρομήσεις) τόσο ανάμεσα στα διαφορετικά έργα αλλά και εντός του κάθε έργου ξεχωριστά (Πίνακας 9 και Πίνακας 10). Για τον Π1 καταγράφηκαν 6 αποκρίσεις για τη μηχανική ισορροπία ίσων βαρών: τρεις για το έργο 1, δύο για το έργο 2 και μία για το έργο 3. Στο έργο 1 οι αποκρίσεις αναφορικά με τον τύπο απάντησης ακολούθησαν το σχήμα: «*Ενδιάμεση - Μη Επαρκής – Ενδιάμεση»*. Στο έργο 2 η αντιίστοιχη ακολουθία ήταν: *«Επαρκής – Επαρκής»*. Τέλος στο έργο 3 καταγράφηκε μόνο μία σχετική απόκριση που ήταν *«Ενδιάμεση».*

Πίνακας 9

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

Έργο	**Διατυπωθείσα άποψη**	**Τύπος Απάντησης**
Έργο 1ο	Για να ισορροπήσει η τραμπάλα με το ένα βάρος τοποθετημένο στην μια άκρη της, το άλλο ίσο βάρος πρέπει να τοποθετηθεί στην αντίθετη άκρη δίχως να διατυπώνεται κανόνας για την σχέση βάρους-απόστασης	Ενδιάμεση
Έργο 1ο	Σε μια τραμπάλα που ισορροπεί με ίσα βάρη τοποθετημένα στις άκρες της, όταν το ένα βάρος μετακινηθεί προς τα μέσα τότε η τραμπάλα θα κλίνει προς την μεριά του.	Μη Επαρκής
Έργο 1ο	Για να ισορροπήσει η τραμπάλα με το ένα βάρος τοποθετείται σε ένα σημείο στην μια πλευρά της (όχι στην άκρη) και το άλλο ίσο βάρος πρέπει να τοποθετηθεί στο αντίστοιχο σημείο στην αντίθετη πλευρά δίχως να διατυπώνεται κανόνας για την σχέση βάρους-απόστασης	Ενδιάμεση

Έργο 2ο	Για να ισορροπήσει η τραμπάλα με το ένα βάρος τοποθετημένο στην μια άκρη της, το άλλο ίσο βάρος πρέπει να τοποθετηθεί στην αντίθετη άκρη. Η αιτιολόγηση γίνεται μέσω μέτρησης διατυπώνοντας κανόνα απόστασης.	Επαρκής
Έργο 2ο	Για να ισορροπήσει η τραμπάλα με το ένα βάρος τοποθετημένο σε ένα σημείο στην μια πλευρά της (όχι στην άκρη) το άλλο ίσο βάρος πρέπει να τοποθετηθεί στο αντίστοιχο σημείο στην αντίθετη πλευρά. Η αιτιολόγηση γίνεται μέσω μέτρησης και διατύπωση κανόνα απόστασης.	Επαρκής
Έργο 3ο	Για να ισορροπήσει η τραμπάλα με το ένα βάρος τοποθετημένο σε ένα σημείο στην μια πλευρά της (όχι στην άκρη) το άλλο ίσο βάρος πρέπει να τοποθετηθεί στο αντίστοιχο σημείο στην αντίθετη πλευρά. Το σημείο εντοπίζεται με κανόνα συμμετρίας.	Ενδιάμεση

Για τον Π2 καταγράφηκαν αντίστοιχα 9 αποκρίσεις για τη μηχανική ισορροπία ίσων βαρών: δύο για το έργο 1, τρεις για το έργο 2 και τέσσερις για το έργο 3. Στο έργο 1 οι αποκρίσεις αναφορικά με τον τύπο απάντησης ακολούθησαν το σχήμα*: «Ενδιάμεση – Επαρκής»*. Στο έργο 2 η αντίστοιχη ακολουθία ήταν: *«Ενδιάμεση – Ενδιάμεση – Επαρκής»*. Τέλος στο έργο 3 καταγράφηκε η ακόλουθη σειρά απαντήσεων: *« Μη Επαρκής – Μη Επαρκής – Ενδιάμεση – Μη Επαρκής»*.

Πίνακας 10

Οι ιδέες Π2 όπως αυτές εμφανίζονται για την διάσταση ίσων βαρών

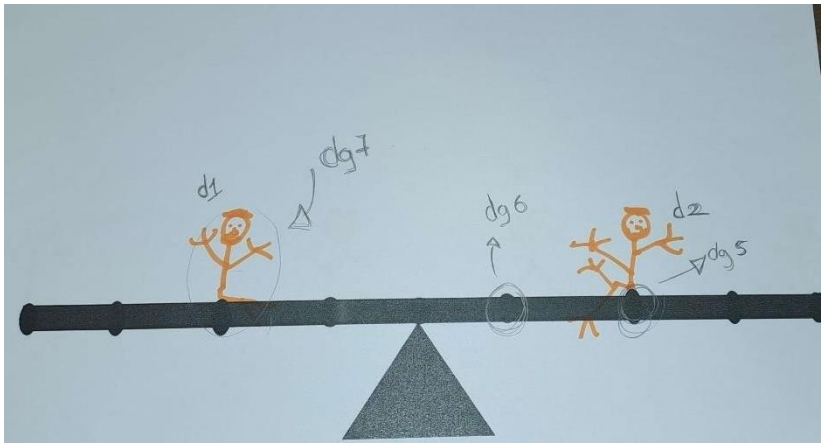
Έργο 1ο	Για να ισορροπήσει η τραμπάλα με το ένα βάρος τοποθετημένο στην μια άκρη της, το άλλο ίσο βάρος πρέπει να τοποθετηθεί στην	Ενδιάμεση

	αντίθετη άκρη, επειδή ζυγίζουν το ίδιο	
Έργο 1ο	Για να ισορροπήσει η τραμπάλα με το ένα βάρος τοποθετημένο σε ένα σημείο στην μια πλευρά της (όχι στην άκρη) το άλλο ίσο βάρος πρέπει να τοποθετηθεί στο αντίστοιχο σημείο στην αντίθετη πλευρά, επειδή είναι ζυγίζουν το ίδιο και πρέπει να έχουν την ίδια απόσταση μεταξύ τους	Επαρκής
Έργο 2ο	Για να ισορροπήσει η τραμπάλα με το ένα βάρος τοποθετημένο σε ένα σημείο στην μια πλευρά της (όχι στην άκρη) το άλλο ίσο βάρος πρέπει να τοποθετηθεί στο αντίστοιχο σημείο στην αντίθετη πλευρά, χωρίς περαιτέρω αιτιολόγηση	Ενδιάμεση
Έργο 2ο	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 2ο	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 3ο	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	Μη Επαρκής

	στην τραμπάλα στην άλλη πλευρά	
Έργο 3ο	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 προσδιορίσει τον τρόπο που θα ισορροπήσει όταν το ερώτημα αφορά εσωτερικά σημεία του ζυγού	Μη Επαρκής
Έργο 3ο	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 3ο	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

Όσον αφορά την μέτρηση, ο Π1 την εμφάνισε μόνο στο 2ο έργο της σχεδιαστικής δραστηριότητας (Εικόνα 8). Αναλυτικότερα, παρουσιάστηκε στον Π1 η ζωγραφιά της τραμπάλας από την ιστορία τους και δόθηκε η εξήγηση πως υπάρχουν κάποιες κουκίδες που βρίσκονται πάνω στην τραμπάλα. Έπειτα, ζητήθηκε από τον Π1 να σχεδιάσει το ένα από τα δυο ίσα βάρη σε όποια κουκίδα θέλει. Αποφασίζει να σχεδιάζει στην 2η τελεία αριστερά **(d1)**. Σε επόμενο στάδιο ο Π1 έπρεπε να τοποθετήσει το δεύτερο βάρος εκεί όπου πίστευε πως θα ισορροπήσει η τραμπάλα. Χωρίς να πει κάτι προφορικά έδειξε με το δάχτυλο του στο δεύτερο σημείο της τραμπάλας από τα δεξιά **(dg5)** και μετά έδειξε το πρώτο σημείο της τραμπάλας αριστερά **(dg6)** και μετά πάλι το **(dg5)** και αποφάσισε να σχεδιάσει το δεύτερο ίσο βάρος στο δεύτερο σημείο της δεξιάς μεριάς της τραμπάλας **(d2)**. Η αιτιολόγηση που έδωσε ήταν η εξής: Εφόσον τοποθέτησε αρχικά το ένα ίσο βάρος στην δεύτερη τελεία στα δεξιά **(d1)**, για το δεύτερο βάρος μέτρησε τις κουκίδες από την

άκρη της τραμπάλας στα δεξιά μέχρι το δεύτερο σημείο της τραμπάλας από τα δεξιά **(dg5)**. Ο Π1 συνεχίζει την σκέψη του 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 10

Σχέδιο Π1 για τη διάσταση ίσων βαρών

Ο Π2 χρησιμοποίησε την μέτρηση μόνο στο τρίτο έργο με τον τρισδιάστατο μαθηματικό ζυγό. Πριν προχωρήσουν στην συνέντευξη, του ζητήθηκε να τοποθετήσει το ένα ίσο βάρος (τουβλάκι 20kg) σε όποιον αριθμό στο μαθηματικό ζυγό ήθελε και στην συνέχεια να πει που θα πρέπει να τοποθετηθεί το δεύτερο ίσο βάρος έτσι ώστε να ισορροπήσει η τραμπάλα. Αποφάσισε το ένα από τα δύο τουβλάκια να το τοποθετήσει στον αριθμό 4. Για να δει πού θα βάλει το δεύτερο τουβλάκι μέτρησε με το σώμα του και πιο συγκεκριμένα με τα μάτια του και κουνώντας το κεφάλι του μουρμουρίζοντας χωρίς να είναι ξεκάθαρο τι λέει. Φαίνεται ότι ξεκίνησε ν μετράει από τον αριθμό 4 όπου είχε τοποθετήσει το πρώτο τουβλάκι. Εν τέλει αποφάσισε να τοποθετήσει το δεύτερο στον αριθμό 8 του ζυγού. Η σχετική εξήγηση που έδωσε ήταν 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 Ο 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.».

Από την εξήγηση προκύπτει ότι χρησιμοποιεί τον κανόνα βάρους-απόστασης για τα άνισα βάρη σε μια δραστηριότητα που αφορά σε ίσα βάρη. Δηλαδή θεωρεί πώς εάν τα δυο τουβλάκια των 20kg τοποθετηθούν σε συμμετρικά σημεία σε σχέση με το κέντρο της τραμπάλας, αυτή δεν θα μπορεί να ισορροπήσει. Παρόλη όμως την λανθασμένη απάντηση, χρησιμοποιεί την μέτρηση για να εντοπίσει το σημείο στο οποίο θα τοποθετήσει το δεύτερο ίσο βάρος.

(Β) Διάσταση: Άνισα Βάρη

Σε αυτήν την διάσταση τόσο ο Π1 όσο και ο Π2 εμφάνισαν μόνο ενδιάμεσες και μη επαρκής ιδέες. Είναι εμφανές ότι τα άνισα βάρη δυσκόλεψαν περισσότερο τους εκπαιδευόμενους από ότι τα ίσα βάρη. Για ακόμη μια φορά έχει ιδιαίτερη σημασία η χρονική σειρά με την οποία εμφανίζονται οι ιδέες τους. Αναλυτικότερα παρατηρήθηκε ότι και τα 2 παιδιά εμφάνισαν εναλλαγή στο επίπεδο της ορθότητας των απαντήσεων (βελτιώσεις αλλά και οπισθοδρομήσεις) τόσο ανάμεσα στα διαφορετικά έργα αλλά και εντός του κάθε έργου ξεχωριστά (Πίνακας 11 και 12). Για τον Π1 καταγράφηκαν 7 αποκρίσεις για τη μηχανική ισορροπία άνισων βαρών: τρεις για το έργο 1, δύο για το έργο 2 και δύο για το έργο 3. Στο έργο 1 οι αποκρίσεις αναφορικά με τον τύπο-απάντησης ακολούθησαν το σχήμα:: «*Ενδιάμεση - Μη Επαρκής – Ενδιάμεση»*. Στο έργο 2 η αντιίστοιχη ακολουθία ήταν: *«Ενδιάμεση – Ενδιάμεση»*. Τέλος στο έργο 3 ακολουθήθηκε το σχήμα: «*Ενδιάμεση - Μη Επαρκής».*

Πίνακας 11

Οι ιδέες Π1 όπως αυτές εμφανίζονται για την δ2

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
Έργο 1ο	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 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

Αντίστοιχα για τον Π2 καταγράφηκαν 5 αποκρίσεις για τη μηχανική ισορροπία άνισων βαρών: δύο για το έργο 1, δύο για το έργο 2 και μία για το έργο 3. Στο έργο 1 οι αποκρίσεις αναφορικά με τον τύπο απάντησης ακολούθησαν το σχήμα:: «*Μη Επαρκής – Μη Επαρκής»*. Στο έργο 2 η αντίστοιχη ακολουθία ήταν: *«Ενδιάμεση – Μη Επαρκής»*. Τέλος στο έργο 3 υπήρξε μόνο μία *«Μη Επαρκής»* απάντηση.

Το Π2 για την διάσταση των άνισων βαρών εμφάνισε μόνο 2 κατηγορίες ιδεών, τις μη επαρκείς και ενδιάμεσες όπως εμφανίζονται στον Πίνακα 12. Ο συγκεκριμένος Πίνακας απεικονίζει και την χρονική σειρά με την οποία εμφανίστηκαν και αυτό που βλέπουμε είναι εναλλαγή στις ιδέες του. Να τονίσουμε ότι δεν παρουσίασε καμία επαρκή ιδέα και ενώ ξεκινάει με ενδιάμεση καταλήγει σε μη επαρκή.

Πίνακας 12

Οι ιδέες Π2 όπως αυτές εμφανίζονται για την δ2

Έργο 1ο	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 1ο	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 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 σε μεγαλύτερη απόσταση από το κέντρο συγκριτικά με το βάρος που είναι πιο ελαφρύ.	Μη Επαρκής
Έργο 3ο	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

Όσον αφορά την μέτρηση, εμφανίστηκε μόνο από τον Π1 για τα άνισα βάρη και αυτή παρατηρήθηκε μια φορά στο έργο της σχεδιαστικής δραστηριότητας. Σε μια από τις ερωτήσεις του ζητήθηκε να φανταστεί ότι ο Π1 κάθεται στην μια άκρη και η ερευνήτρια, που ζυγίζει το διπλάσιο, κάθεται στη άλλη άκρη της τραμπάλας. Στην συνέχεια ο Π1 έπρεπε να φανταστεί ότι σηκώνεται και αρχίζει να περπατάει πάνω στην τραμπάλα και έπειτα να ζωγραφίσει τον εαυτό του εκεί που θα σταματήσει. Ο Π1 απεικόνισε τον εαυτό του (d2) στην δεύτερη κουκίδα της τραμπάλας από τα δεξιά (dg5) (Εικόνα 9).

Εικόνα 9

Σχέδιο Π1 για τη διάσταση των ανισων βαρών

Η ερευνήτρια στην συνέχεια θέτει το εξής ερώτημα: *«Τι πρέπει να κάνω εγώ που είμαι περισσότερα κιλά; Θα πρέπει και εγώ να μετακινηθώ;»* και ο Π1 απάντησε πως: «*θα πρέπει να κάτσεις κάπου εδώ αναμεσά»* δείχνοντας στην πρώτη και την δεύτερη κουκίδα αριστερά (dg15).

Για να αιτιολογήσει τον συλλογισμό του έδειξε πως επειδή τοποθέτησε τον εαυτό του πιο μέσα (dg15) και πιο συγκεκριμένα, δείχνοντας από την άκρη της τραμπάλας αριστερά (dg11) λέγοντας προφορικά *«δυο βήματα πιο μέσα» (dg15)* σε σχέση με την ερευνήτρια, η οποία όπως μας δείχνει με το δάχτυλο του 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). Ο Π1 θεώρησε πως εφόσον είχε προχωρήσει και η ερευνήτρια λίγο πιο μέσα: *«ίσως γίνει κάτι* και ισιώσει η τραμπάλα*»*. Εδώ ο Π1 με την χρήση των λέξεων «δυο» και «προχώρησες ένα» φαίνεται ότι μετράει αλλά ουσιαστικά δεν μετράει με τον προφορικό λόγο αλλά με το σώμα και πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιώντας δεικτικές χειρονομίες που εμφανίζονται η μία μετά την άλλη.

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 1ου παιδιού από την (β) διάσταση όπου βλέπουμε πως αιτιολογεί χρησιμοποιώντας μέτρηση όμως δεν μετράει με τον προφορικό λόγο αλλά με τις δεικτικές χειρονομίες

Π1. Επειδή εγώ ζυγίζω 21 κιλά κάπου…κάπου εκεί (dg12) εεε..νομίζω πρέπει να πας εδώ (dg13)

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

Π1. Φαντάζομαι θα μπορέσω να περπατησωω…μέχρι κάπου εδώ (dg5) d2

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

Π1. Νομίζω πως θα πρέπει αν έρθεις…μμμμμ…εδώ πέρα!…κάπου εδώ με εδώ (dg15)

Ερ. Πως το σκέφτηκες αυτό;

Π1. 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).

Συζήτηση

Από τα αποτελέσματα της έρευνας προκύπτει ότι και τα 2 παιδιά εμφάνισαν εναλλαγές στις ιδέες τους ενώ σε κάποιες περιπτώσεις παρατηρήθηκαν και παλινδρομήσεις σε λιγότερο επαρκείς συλλογισμούς. Αυτές οι εναλλαγές εντοπίστηκαν τόσο μεταξύ των 3 διαφορετικών έργων όσο εντός του κάθε έργου ξεχωριστά και μπορούν να ερμηνευτούν υπό το πρίσμα των πορισμάτων σύγχρονης βιβλιογραφίας, σύμφωνα με τα οποία η κατάκτηση της γνώσης αποτελεί μια διαδικασία σταδιακής συγκρότησης και ακριβώς για αυτόν τον λόγο δεν εσωτερικεύεται και δεν γίνεται απόκτημα αμέσως καθώς τα παιδιά περνάνε από μια διαδικασία εσωτερικής αμφισβήτησης και κατανόησης (Βάμβουκα, 2008). Πιο συγκεκριμένα, 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.

Σε σχέση με τα 3 διαφορετικά έργα που χρησιμοποιήθηκαν στη συγκεκριμένη έρευνα εντοπίστηκαν διαφορές στις απαντήσεις που έδωσαν τα παιδιά σε κάθε έργο. Για παράδειγμα στο πρώτο έργο του προφορικού λόγου εξαιτίας της αφαιρετικής του φύσης ήταν αναμενόμενο να μην λάβουμε πάρα πολλές πληροφορίες για τον τρόπο που μετράνε. Από την άλλη όμως ήταν ιδιαίτερα απρόσμενο το γεγονός ότι στο τρίτο έργο με τον μαθηματικό που θεωρούσαμε το πιο ανοιχτό και από τα 3 έργα, φαίνεται πως η επιλογή μας να είναι αριθμημένο ο ζυγός εγκλώβισε τη σκέψη των παιδιών με αποτέλεσμα να μην μπορούν να μας δώσουν ξεκάθαρη αιτιολόγηση ως προς τη σχέση βάρους και απόστασης.

Η μέτρηση εμφανίστηκε κατά τη διάρκεια της επεξήγησης που έδιναν τα παιδιά δείχνοντας πάνω στο σχέδιο και αξιοποιώντας το σώμα τους για να απεικονίσουν τις σκέψεις τους με μεγαλύτερη ακρίβεια. Οι παρατηρήσεις αυτές συμβαδίζουν με πορίσματα της βιβλιογραφίας σύμφωνα με τα οποία 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 (Wright 2007, Papandreou, 2014). Αναλύοντας τις εξηγήσεις των δυο παιδιών έγινε αντιληπτό πως τα παιδιά αξιοποίησαν την μέτρηση όταν εξηγούσαν τον τρόπο σκέψης τους. Παρατηρήθηκε πως και τα δυο παιδιά μετρούσαν κυρίως με τις χειρονομίες και πιο συγκεκριμένα με δεικτικές χειρονομίες ενισχύοντας το σώμα της βιβλιογραφίας που τονίζει την σημασία της ενσώματης δράσης στην διδασκαλία 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 : Kersting et al., 2024; Σταράκης, Παντίδος & Χαλκιά, 2025; Yoon, Thomas, & Dreyfus, 2009: 2011 : 2014). Αυτό που παρατηρήθηκε και στα 2 παιδιά είναι ότι το σχέδιο σε συνδυασμό με τον προφορικό λόγο αλλά και τις χειρονομίες συνέτειναν στο να μπορέσουν να εκφράσουν πιο ολοκληρωμένα τις ιδέες τους επιβεβαιώνοντας την διατυπωθείσα άποψη ότι η έννοια της πολυτροπικότητας και ιδιαίτερα στην διδασκαλία των φυσικών επιστήμων δίνει την ευελιξία στους εκπαιδευομένους να νοηματοδοτήσουν έννοιες χρησιμοποιώντας διαφορετικά σημειωτικά μέσα (Χαχλιουτάκη, Παντίδος & Ηρακλειώτη, 2018).

Τέλος πρέπει να τονιστεί ότι η έρευνα αυτή είχε πιλοτικό χαρακτήρα (εξού και το μικρό της δείγμα). Θα είχε, λοιπόν, νόημα να επαναληφθεί σε μεγαλύτερο δείγμα μαθητών, λαμβάνοντας υπόψη τα συμπεράσματα και τους περιορισμούς της παρούσας έρευνας.

Βιβλιογραφία:

Alibali, M. W., Kita, S., & Young, A. J. (2000). Gesture and the process of speech production: We think, therefore we gesture. *Language and Cognitive Processes, 15*(6), 593–613. https://doi.org/10.1080/016909600750040571

Arzarello, F., Robutti, O., Sabena, C., & Paola, D. (2009). Gestures as semiotic resources in the mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics, 70*(2), 97-109. https://doi.org/10.1007/s10649-008-9163-z

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

Brooks, M. (2009). Drawing, visualisation and young children's exploration of "big ideas". International Journal of Science Education, 31(3), 319–341. https://doi.org/10.1080/09500690802595771

Cox, S. (2005). Intention and meaning in young children's drawing. *International Journal of Art & Design Education, 24*(2), 115-125. https://doi.org/10.1111/j.1476-8070.2005.00432.x

Chachlioutaki, M.-E., Pantidos, P., & Kampeza, M. (2016). Changing semiotic modes indicates the introduction of new elements in children's reasoning: The case of earthquakes. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair, 3*(2), 198-208. https://doi.org/10.26220/une.2747

Chachlioutaki, M.-E., & Pantidos, P. (2024). Speech and Gesture Complementarity in a Preschooler's Conceptualization of Mechanical Equilibrium. *Education Sciences*, *14*(4), 338. https://doi.org/10.3390/educsci14040338

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

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* (σ. 245-257). Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Hadzigeorgiou, Y. A Study of the Development of the Concept of Mechanical Stability in Preschool Children. *Research in Science Education* **32**, 373–391 (2002). https://doi.org/10.1023/A:1020801426075

Kersting, M., Amin, T.G., Euler, E., Gregorcic, B., Haglund, J., Kondrup Hardahl, L. & Steier, R. (2024) What is the role of the body in science education? A conversation between traditions. Science & Education 33, 1171–1210. https://doi.org/10.1007/s11191-023-00434-7

McNeill, D. (1992). *Hand and mind: What gestures reveal about thought*. University of Chicago Press.

Papandreou, M. (2014). Communicating and thinking through drawing activity in early childhood. *Journal of Research in Childhood Education, 28*(1), 85-100. https://doi.org/10.1080/02568543.2013.851131.

Roth, W. M. (2003). From epistemic (ergotic) actions to scientific discourse: The bridging function of gestures. Pragmatics & Cognition, 11(1), 141-170. https://doi.org/10.1075/pc.11.1.06rot

Singer, M., Radinsky, J., & Goldman, S. (2008). The role of gesture in meaning construction. *Discourse Processes*, *45*(4-5)*,* 365-386. https://doi.org/10.1016/S1364-6613(99)01397-2

Σταράκης,Ι., Παντίδος, Π., & Χαλκιά, Κ. (2025). Η ενσώματη μεταφορά ως βασικό στοιχείο της δυναμικής διαδικασίας της μάθησης: Η περίπτωση της φαινόμενης κίνησης της Σελήνης στο πλαίσιο διδακτικού πειράματος. 14ο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Συνόψεις (Τόμ. 14 Αρ. 1) https://doi.org/10.12681/codiste.7765

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).

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.

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.

Yeo, J., & Nielsen, W. (2020). Multimodal science teaching and learning. *Learning Research and Practice, 6*(1), 1–4. https://doi.org/10.1080/23735082.2020.1752043

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 (pp. 627-634).* Adelaide: MERGA. (Δεν εντόπισα DOI) ftp.merga.net.au+1

Yoon, C., Thomas, M. O. J., & Dreyfus, T. (2011). Gestures and insight in advanced mathematical thinking. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 42(7),* 891-901. https://doi.org/10.1080/0020739X.2011.608861

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* (pp. 175-195). Information Age Publishing

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. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2012.02.004