

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
‘Σύγχρονα Διδακτικά Περιβάλλοντα Και Παραγωγή Διδακτικού Υλικού’

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΟΙ ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΤΩΝ
ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΟΥ
ΑΠΟ ΜΑΘΗΤΕΣ 7-8 ΕΤΩΝ**

της

ΣΠΗΛΙΟΠΟΥΛΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

Α’ ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Ασημόπουλος Στέφανος

Β’ ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Κόλλιας Βασίλειος

Γ’ ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: Χρηστίδου Βασιλεία

ΒΟΛΟΣ 2022

Η Γεωργία Σπηλιοπούλου, γνωρίζοντας τις συνέπειες της λογοκλοπής, δηλώνω υπεύθυνα ότι η παρούσα εργασία με τίτλο «ΟΙ ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΤΩΝ ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΟΥ ΑΠΟ ΜΑΘΗΤΕΣ 7-8 ΕΤΩΝ» αποτελεί προϊόν αυστηρά προσωπικής εργασίας και όλες οι πηγές που έχω χρησιμοποιήσει έχουν δηλωθεί κατάλληλα στις βιβλιογραφικές παραπομπές και αναφορές. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο ή / και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή.

Η ΔΗΛΟΥΣΑ

ΟΙ ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΤΩΝ ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΟΥ ΑΠΟ ΜΑΘΗΤΕΣ 7-8 ΕΤΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Διατρέχοντας τα ελληνικά Προγράμματα Σπουδών διαπιστώνεται πως η έννοια του αέρα συναντάται σε όλες τις βαθμίδες της υποχρεωτικής εκπαίδευσης, χωρίς όμως να εντοπίζεται επισταμένη εξέταση των μακροσκοπικών αντιλήψεων που έχουν -αν έχουν- οι μαθητές για το τί είναι ο αέρας. Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση των ιδεών που διαθέτουν οι μαθητές για τον αέρα και τις μακροσκοπικές ιδιότητές του πριν την παρέμβαση της επίσημης εκπαίδευσης. Ταυτόχρονα, αναζητάται ο τρόπος που οι ιδέες αυτές συνδιαμορφώνονται από τις αλληλεπιδράσεις που θα αναπτυχθούν με τα υλικά και μεταξύ των συμμετεχόντων. Στην έρευνα συμμετέχουν 4 μαθητές 7-8 ετών, οι οποίοι εργάστηκαν ως μία ομάδα. Η μεθοδολογία που εφαρμόζεται για τη συλλογή των δεδομένων είναι αυτή του διδακτικού πειράματος. Η ποιοτική ανάλυση των δεδομένων δείχνει πως ο αέρας γίνεται αντιληπτός από τους μαθητές, ήδη από την ηλικία των 7-8 ετών, ως υλικό σώμα με συγκεκριμένες μακροσκοπικές ιδιότητες. Η κατανόηση της υλικής υπόστασης του αέρα βασίζεται στα βιώματά των συμμετεχόντων και στη γνωστική επεξεργασία των βιωμάτων αυτών εκτός σχολικής εκπαίδευσης αξιοποιώντας δεξιότητες διερεύνησης. Τέλος, ανιχνεύονται σχέσεις αλληλεξάρτησης ή αλληλεπίδρασης ανάμεσα στις ιδέες που διατυπώθηκαν. Στην παρούσα εργασία περιλαμβάνεται διδακτικό υλικό με τη μορφή παραρτήματος, ελεύθερο προς εκπαιδευτική αξιοποίηση.

Λέξεις κλειδιά: εννοιολόγηση, αέρας, μακροσκοπική προσέγγιση, δεξιότητες διερεύνησης, διδακτικό πείραμα, διδακτική θετικών επιστημών στο δημοτικό, εκπαιδευτικό υλικό.

CONCEPTUALIZATIONS OF AIR AND ITS MACROSCOPIC PROPERTIES BY 7-8 YEAR OLD STUDENTS

ABSTRACT

Going through the Greek Curricula it is found that the concept of air appears at all levels of compulsory education, however, without a closer examination of the macroscopic concepts the students have regarding air - if they have any-. The purpose of the present study is to investigate students' conceptualizations about air and its macroscopic properties before the intervention of formal education. At the same time, the ways these ideas are co-shaped by the interactions developed with the materials and between the participants are sought. In the research 4 students 7-8 year old participated, working as a group. The teaching experiment method was utilized for obtaining data. Qualitative analysis of those data shows that air is already perceived by the students, at the age of 7-8, as a material body with specific macroscopic properties. The understanding of air materiality/tangibility is based on the participants' personal experiences along with the cognitive processing of these experiences independent of school education, as facilitated by inquiry skills. Finally, interactions and interdependence relations among the formulated ideas were detected. The present work includes teaching material free for educational purpose, as an annex.

Keywords: conceptualization, air, macroscopic approach, inquiry skills, teaching experiment, science teaching in elementary school, teaching material.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω πρώτα τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Ασημόπουλο Στέφανο, για την ανάθεση του θέματος, τη συνεχή του στήριξη και την πολύτιμη καθοδήγηση του σε όλη τη διάρκεια της διπλωματικής μου εργασίας.

Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα άλλα δύο μέλη της τριμελούς επιτροπής, τον επίκουρο καθηγητή κύριο Κόλλια την αναπληρώτρια καθηγήτρια κυρία Χρηστίδου για την ουσιαστική τους συμβολή και τα εποικοδομητικά σχόλια τους.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στους μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα Μ.Μ, Ρ.Μ., Ι.Α και Γ.Π. και στους γονείς τους που με εμπιστεύτηκαν. Ευχαριστώ τους συμφοιτητές αλλά και τους συναδέλφους εκπαιδευτικούς που με υποστήριξαν σε όλη τη διάρκεια της συλλογής των δεδομένων και της συγγραφής της εργασίας.

Ιδιαίτερος ευχαριστώ την οικογένειά μου και τους κοντινούς μου ανθρώπους για την ηθική υποστήριξη και την αμέριστη συμπαράστασή τους σε αυτό το εγχείρημα.

Σπηλιοπούλου Γεωργία

Αθήνα, 2022

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	1
1. Μεθοδολογία έρευνας.....	4
1.1. Ερευνητικός σχεδιασμός	4
1.2. Συμμετέχοντες	5
1.3. Μεθοδολογική προσέγγιση	5
1.4. Σχεδιασμός διδακτικής πορείας.....	7
1.4.1. Σχολική γνώση: Οι καταστάσεις της ύλης	7
1.4.2. Ιδέες των μαθητών για τις ιδιότητες του αέρα	8
1.4.3. Διδακτική μεθοδολογία	12
1.5. Διδακτική πρόταση.....	13
1.6. Υλοποίηση διδακτικού πειράματος.....	15
1.7. Συλλογή δεδομένων	18
1.8. Ανάλυση δεδομένων.....	18
1.8.1. Δεξιότητες Διερεύνησης.....	20
1.8.2. Ιδιότητες του αέρα.....	26
2. Αποτελέσματα	32
2.1. Δεξιότητες Διερεύνησης.....	32
2.2. Ιδιότητες του Αέρα.....	36
3. Συμπεράσματα	40
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	42
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	45

Εισαγωγή

Ο αέρας είναι αναπόσπαστο στοιχείο του περιβάλλοντος με το οποίο ερχόμαστε συνεχώς σε επαφή και θεμελιώδες κομμάτι της επιβίωσής μας. Ο όρος «αέρας» εντάσσεται στο καθημερινό λεξιλόγιο των παιδιών. Το γεγονός ότι οι μαθητές αναπτύσσουν σταδιακά κάποια οικειότητα με τον «αέρα» φαίνεται να ωθεί την εκπαιδευτική κοινότητα στην θεώρηση ότι οι μακροσκοπικές ιδιότητες του αέρα είναι κατακτημένες (Driver, Guesne, & Tiberghien, 1993) χωρίς να απαιτείται δομημένη επεξεργασία τους από την πλευρά της επίσημης εκπαίδευσης. Στα σχολικά εγχειρίδια δίνονται αφορμές συζήτησης για ορισμένα περιβαλλοντικά θέματα αλλά δεν εντοπίζεται επισταμένη εξέταση των αντιλήψεων που έχουν -αν έχουν- οι μαθητές για το τί είναι ο αέρας.

Διατρέχοντας τα Προγράμματα Σπουδών που διέπουν την επίσημη εκπαίδευση στην Ελλάδα, διαπιστώνεται πως η έννοια του αέρα συναντάται σε όλες τις βαθμίδες της υποχρεωτικής εκπαίδευσης. Ξεκινώντας από τις χαμηλότερες βαθμίδες, στο νηπιαγωγείο (ΥΠ.Π.Ε.Θ., 2002) ο αέρας εντοπίζεται ως κάτι που, για παράδειγμα είναι απαραίτητο για την αναπνοή του ανθρώπου, επηρεάζει τις καιρικές συνθήκες ή μπορεί να μετακινήσει αντικείμενα. Στην Α' δημοτικού γίνεται διάκριση των σωμάτων σε στερεά, υγρά και αέρια, ενώ στη Β' δημοτικού η θεματολογία εμπλουτίζεται με ενότητες που αφορούν τις καταστάσεις της ύλης, τον κύκλο του νερού και την αιολική ενέργεια (ΥΠ.Π.Ε.Θ., 2011α). Στη Δ' δημοτικού προσεγγίζεται για πρώτη φορά η έννοια του αέρα αυτόνομα. Πιο συγκεκριμένα διατυπώνονται στόχοι σχετικά με την ύπαρξη του αέρα (ΥΠ.Π.Ε.Θ., 2003α· ΥΠ.Π.Ε.Θ., 2011α). Στα σχολικά εγχειρίδια των παραπάνω τάξεων για το μάθημα της Μελέτης Περιβάλλοντος (Δημοπούλου κ. συν., 2013· Κόκκοτας κ. συν., 2012), οι αναφορές που σχετίζονται με την έννοια του αέρα είναι πολύ περιορισμένες σε σχέση με τους αντίστοιχους στόχους των ΔΕΠΠΣ και ΑΠΣ, ενώ ταυτόχρονα είναι μεμονωμένες και διάσπαρτες. Οι μαθητές δεν έχουν την ευκαιρία να επεξεργαστούν σφαιρικά και συνειδητά την έννοια του αέρα στα πλαίσια της ελληνικής πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Αντιθέτως ο αέρας προσεγγίζεται σαν ένα θέμα που οι μαθητές κατέχουν ήδη και συζητούν γι αυτό σε διάφορα πλαίσια.

Στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση, η έννοια του αέρα εντοπίζεται στη Β' τάξη του γυμνασίου. Στο εγχειρίδιο της τάξης γίνεται δομημένη παρουσίαση των καταστάσεων της ύλης. Για τη διάκριση των διαφορετικών καταστάσεων αξιοποιούνται οι ιδιότητες του όγκου και του σχήματος των υλικών σωμάτων, οι οποίες σύμφωνα με το αντίστοιχο Πρόγραμμα Σπουδών (ΥΠ.Π.Ε.Θ., 2011β) προτείνεται να προσεγγιστούν μικροσκοπικά. Να σημειωθεί πως οι εμπειρικές αναφορές που εμφανίζονται στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση παραμένουν ασύνδετες τόσο μεταξύ τους όσο και με την μικροσκοπική προσέγγιση που επιλέγεται στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Αυτό σημαίνει πως υπάρχει περίπτωση οι μαθητές του ελληνικού γενικού σχολείου να φτάσουν να συζητούν για τη μικροσκοπική δομή των αερίων στην Β' Γυμνασίου, χωρίς να έχουν προσεγγίσει προηγουμένως τις μακροσκοπικές ιδιότητες που χαρακτηρίζουν τον αέρα, ούτε και τον τρόπο που αυτές οι ιδιότητες τον καθιστούν αντιληπτό.

Στην παρούσα μελέτη επιχειρείται η διερεύνηση των ιδεών που έχουν αναπτύξει ή αναπτύσσουν οι μαθητές για την έννοια του αέρα πριν την «παρέμβαση» της επίσημης εκπαίδευσης στο θέμα αυτό, η οποία όπως είδαμε εντοπίζεται στην Δ' δημοτικού, δηλαδή σε μαθητές 9-10 ετών. Συγκεκριμένα, συμμετείχαν μαθητές 7-8 ετών -Β' δημοτικού- για τον εντοπισμό των γνωστικών κατασκευών που αφορούν τον αέρα και της συμβατότητας των μαθητικών αυτών ιδεών με τις αντίστοιχες επιστημονικές ιδέες. Στο σχεδιασμό της μελέτης συμπεριλήφθηκε το σύνολο των ιδεών που αφορούν τη συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα και όχι μόνο οι ιδέες που σχετίζονται με ό,τι έχουν συναντήσει οι συμμετέχοντες στα πλαίσια της σχολικής τους εκπαίδευσης. Προηγούμενες μελέτες στη διεθνή βιβλιογραφία των Φυσικών Επιστημών, σχετικά με τις εννοιολογήσεις μαθητών για τον αέρα αναφέρουν αρκετά στοιχεία για μαθητές ηλικίας από 9 ετών και πάνω, ενώ για μικρότερους μαθητές έχουμε ελάχιστα δεδομένα (Driver et al., 1993· Driver, Squires, Rushworth, & Wood-Robinson, 2000).

Στα κεφάλαια που ακολουθούν περιγράφεται η όλη ερευνητική πορεία. Συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται το πλαίσιο βάσει του οποίου σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε η έρευνα καθώς και η ανάλυση των δεδομένων που προέκυψαν από αυτή. Αρχικά γίνεται λόγος για τον ερευνητικό σχεδιασμό και την μεθοδολογία που ακολουθήθηκε. Παρατίθενται οι βασικές συνιστώσες για τη διαμόρφωση της διδακτικής πρότασης, όπως αυτή δομήθηκε αρχικά, και εκτίθενται συνοπτικά οι φάσεις υλοποίησής της. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα δεδομένα που

συλλέχθηκαν και η ερμηνευτική προσέγγιση που υιοθετήθηκε απέναντί τους. Στο δεύτερο κεφάλαιο, συνοψίζονται τα αποτελέσματα της έρευνας. Η εργασία ολοκληρώνεται με τα συμπεράσματα που εξάγονται από το σύνολο της ερευνητικής διαδικασίας.

1. Το πλαίσιο και η έρευνα

1.1. Ο ερευνητικός σχεδιασμός

Για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας, σχεδιάστηκε μία διδακτική πορεία αναφορικά με την έννοια του αέρα, βασισμένη στη μετασχηματισμένη σχολική γνώση (βλ. Κεφ. 1.4.1.) και στις εναλλακτικές ιδέες μαθητών ηλικίας από 5 ετών και πάνω, που εντοπίζονται στη βιβλιογραφία (βλ. Κεφ. 1.4.2.). Η διδακτική αυτή πορεία είχε ως στόχο τον εντοπισμό των εννοιολογήσεων που διέθεταν οι μαθητές και την επεξεργασία των ιδεών αυτών από τους ίδιους. Ως προς τη διδακτική μεθοδολογία αξιοποιήθηκαν επιλεγμένες τεχνικές από το εποικοδομητικό μοντέλο, το μοντέλο καθοδηγούμενης διερευνητικής μάθησης αλλά και το δασκαλοκεντρικό μοντέλο. Ταυτόχρονα δόθηκε έμφαση στην ανάπτυξη ορισμένων δεξιοτήτων διερεύνησης (βλ. Κεφ. 1.4.3.). Με βάση την προσχεδιασμένη διδακτική πορεία, πραγματοποιήθηκε «διδακτικό πείραμα» (teaching experiment), ένα μεθοδολογικό εργαλείο που επιτρέπει την δυναμική προσαρμογή της αρχικής διδακτικής πορείας ανάλογα με τις ανάγκες των συμμετεχόντων (βλ. Κεφ. 1.3.).

Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 7 συναντήσεις διάρκειας 45 λεπτών. Σε κάθε συνάντηση συμμετείχαν 4 μαθητές, ηλικίας 7-8 ετών, ως μία ομάδα. Όταν κάποιος από τους συμμετέχοντες απουσίασε η συνάντηση αναβλήθηκε. Από την πρώτη έως την τελευταία, οι συναντήσεις ολοκληρώθηκαν σε διάστημα 30 ημερών.

Ως προς την οργάνωση του χώρου, η ομάδα καθόταν γύρω από ενωμένα θρανία -2 κατά την πρώτη συνάντηση, 3 κατόπιν-. Η διάταξη αυτή επέτρεψε στους μαθητές να επεξεργάζονται οπτικά, και όχι μόνο, τα υλικά για τα οποία γινόταν συζήτηση και να παρακολουθούν όσους συμμετείχαν στο διάλογο που αναπτυσσόταν. Οι ιδέες/εννοιολογήσεις των συμμετεχόντων ομαδοποιούνταν και καταγράφονταν σε χαρτί του μέτρου στερεωμένο στον τοίχο, δημιουργώντας έναν αυτοσχέδιο εννοιολογικό χάρτη. Έτσι υπήρχε δυνατότητα συμπλήρωσης και αναδιατύπωσης των επιμέρους στοιχείων που σημειώνονταν, αλλά και δυνατότητα επανατοποθέτησης και απομάκρυνσης ολόκληρου του χάρτη πριν και μετά από κάθε συνάντηση.

1.2. Οι συμμετέχοντες

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν τέσσερις μαθητές ηλικίας 7-8 ετών της Β' δημοτικού ενός 12/θέσιου δημόσιου δημοτικού σχολείου στην περιοχή της Αττικής. Οι συμμετέχοντες προέρχονταν από τα δύο όμορα τμήματα: δύο μαθητές από το Β₁ και δύο από το Β₂, αλλά δεν είχαν ξαναεργαστεί στην ομάδα που σχηματίστηκε. Οι κηδεμόνες των μαθητών είχαν συμφωνήσει εγγράφως για την συμμετοχή τους. Η ερευνήτρια είχε ρόλο εκπαιδευτικού σε άλλο τμήμα κατά το πρωινό ωράριο λειτουργίας της σχολικής μονάδας και ταυτιζόταν με την εκπαιδευτικό της παρέμβασης, όπως προβλέπεται από το διδακτικό πείραμα. Σε όλες τις παρεμβάσεις υπήρχε σιωπηλός παρατηρητής που κρατούσε σημειώσεις.

1.3. Η μεθοδολογική προσέγγιση

Θέτοντας στο κέντρο του ενδιαφέροντος την ίδια τη διαδικασία ανάπτυξης της μάθησης και όχι απλά το αποτέλεσμα της, επιλέχθηκε ο ποιοτικός τύπος έρευνας.

Το μεθοδολογικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για την συλλογή και ανάλυση των δεδομένων ήταν το διδακτικό πείραμα (teaching experiment). Η μέθοδος αυτή επιτρέπει την εξέταση των διδακτικών διεργασιών «εκ των έσω» (Χρονάκη, 2010) και ενδείκνυται για τις περιπτώσεις όπου αναζητείται συνολική προσέγγιση μιας θεματικής ως προς τις ιδέες, την πορεία μάθησης και τις δυσκολίες που τη συνοδεύουν (Komorek & Duit, 2004).

Το διδακτικό πείραμα απαρτίζεται από μία αλληλουχία διδακτικών επεισοδίων καθένα από τα οποία αναδιαμορφώνει το επόμενο. Πιο συγκεκριμένα, το σχεδιασμό και την εφαρμογή ενός διδακτικού επεισοδίου ακολουθεί ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν και ανασχεδιασμός του επεισοδίου που ακολουθεί (Molina, Castro, & Castro, 2007). Ανάλυση δεδομένων γίνεται ανάμεσα στα διδακτικά επεισόδια αλλά και ύστερα από την ολοκλήρωση των διδακτικών παρεμβάσεων (Steffe & Thompson, 2000). Έτσι η προσοχή στρέφεται στην πορεία που ακολουθεί η ανάπτυξη της μάθησης ως ένα σύνολο βιώσιμων νοητικών σχημάτων και όχι ως επίδοση σε κάποια δοκιμασία (Molina, et al., 2007· Χρονάκη, 2010). Οι συμμετέχοντες α) τοποθετούνται σε μία σχεδιασμένη κατάσταση επίλυσης προβλήματος και τους παρέχονται καθορισμένα υλικά μέσα και καθοδήγηση, β) αξιοποιούν τα δοσμένα υλικά μέσα

προσπαθώντας να ξεπεράσουν την προβληματική κατάσταση και γ) κατά την προσπάθεια επίλυσης του προβλήματος ενεργοποιούν «ανώτερες ψυχολογικές λειτουργίες» που ενισχύουν την κατασκευή νοητικών σχημάτων (Χρονάκη, 2010) καθώς καλούνται να παρατηρήσουν, να προβλέψουν και να εξηγήσουν το σκεπτικό τους (Engelhardt, Corpuz, Ozimek, & Rebello, 2004).

Ο ρόλος του ερευνητή στο διδακτικό πείραμα είναι πολυδιάστατος. Αναλαμβάνει το ρόλο του εκπαιδευτικού και του συμμετέχοντα-εσωτερικού παρατηρητή, ενώ ταυτόχρονα καλείται να επινοήσει αλληλεπιδράσεις που θα αποκαλύψουν το εννοιολογικό υπόβαθρο όσων λαμβάνουν χώρα. Καλείται επίσης, ερμηνεύοντας τις δράσεις των μαθητών, να είναι σε θέση να πάρει πρωτοβουλίες, να δημιουργήσει περιστάσεις, να απευθύνει κρίσιμες ερωτήσεις και να προκαλέσει περιγραφικές απαντήσεις ενισχύοντας τη μάθηση (Steffe, 1991). Πέρα από τον ερευνητή-εκπαιδευτικό στο διδακτικό πείραμα εμπλέκεται ένας ακόμα ερευνητής ως μη συμμετοχικός παρατηρητής (Steffe & Thompson, 2000). Απαραίτητη είναι η μαγνητοσκόπηση ή μαγνητοφώνηση των διδακτικών επεισοδίων.

Βασική επιδίωξη είναι η διαμόρφωση και διερεύνηση της γνωστικής διαδρομής που συνδέει το αρχικό με το τελικό νοητικό σχήμα των μαθητών καθώς και οι παλινδρομήσεις, προσαρμογές και μετασχηματισμοί που έλαβαν χώρα σε αυτή τη διαδρομή (Steffe, 1991). Αυτά τα στοιχεία μορφοποιούν την αντίστοιχη πορεία εικασιών του ερευνητή (Molina et al., 2007). Για να είναι κάτι τέτοιο εφικτό απαιτείται μικρός αριθμός συμμετεχόντων (Χρονάκη, 2010).

Αναφορικά με τη διδακτική μεθοδολογία, στην πράξη σπάνια συναντάται η εφαρμογή ενός διδακτικού μοντέλου καθ όλη τη διάρκεια της διδασκαλίας. Τις περισσότερες φορές εντοπίζεται μία κυρίαρχη διδακτική προσέγγιση, η οποία εμπλουτίζεται με στοιχεία από μία ή πολλές άλλες (Κασσωτάκης & Φλουρής, 2013). Σύμφωνα με τους Καψάλη & Νημά (2012), όσοι από τους εκπαιδευτικούς έχουν αξιολογηθεί για ερευνητικούς σκοπούς και θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως «επιτυχημένοι», φαίνεται να αξιοποιούν στοιχεία από πολλές διαφορετικές μεθόδους, προσαρμόζοντας τη διδασκαλία στις εκάστοτε ανάγκες. Την ίδια στιγμή οι ίδιοι υποστηρίζουν πως δεν έχει βρεθεί ούτε μία περίπτωση «επιτυχημένου εκπαιδευτικού», που να αξιοποιεί μία μοναδική μέθοδο. Πέρα όμως από τη συχνότητα με την οποία εμφανίζονται, οι σύνθετες μορφές διδασκαλίας έχουν κάποια σημαντικά προτερήματα. Επιτρέπουν στον εκπαιδευτικό να προσαρμόσει το διδακτικό σχεδιασμό στα ιδιαίτερα

χαρακτηριστικά της τάξης, ενώ ταυτόχρονα περιορίζουν την μονοτονία που θα παρουσίαζε η χρήση ενός αμιγούς διδακτικού μοντέλου (Κασσωτάκης & Φλουρή, 2013).

1.4. Ο σχεδιασμός της διδακτικής πορείας

Με αφετηρία το παραπάνω μεθοδολογικό πλαίσιο, σχεδιάστηκε ένα διδακτικό σενάριο-πρόταση (βλ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ) για μαθητές τυπικής εκπαίδευσης, ηλικίας 7-8 ετών -Β' δημοτικού-, το οποίο τροποποιήθηκε στην εξέλιξη της έρευνας, όπως προβλέπει το διδακτικό πείραμα. Ο σχεδιασμός βασίστηκε τόσο στη σχολική επιστημονική γνώση και τους στόχους που θέτουν τα ΑΠΣ, ΔΕΠΠΣ και ΠΣ των Φυσικών Επιστημών για τον αέρα, όσο και στην βιβλιογραφία που αφορά στις ιδέες και τις δυσκολίες των μαθητών ως προς την έννοια του αέρα -υιοθετώντας τη μακροσκοπική θεώρησή της- και κάποιες από τις ιδιότητες του αέρα όπως: ο όγκος, το βάρος, η κίνηση, η μεταβολή της θερμοκρασίας και η συμπιεστότητα.

1.4.1. Η σχολική επιστημονική γνώση: Οι καταστάσεις της ύλης

Η σχολική επιστημονική γνώση είναι αποτέλεσμα του μετασχηματισμού της επιστημονικής γνώσης, ώστε να εξυπηρετεί τους σκοπούς της εκπαίδευσης. Σύμφωνα με αυτή, υλικό σώμα ονομάζουμε «κάθε τι που καταλαμβάνει χώρο και έχει μάζα». Ως χώρος νοείται ο όγκος που έχει το υλικό σώμα και ως μάζα, η ποσότητα της ύλης που το απαρτίζει (Καλλέρη, 2016).

Καταστάσεις της ύλης χαρακτηρίζονται οι διαφορετικές μορφές που μπορεί να πάρει ένα υλικό σώμα. Με βάση τη σχολική μετασχηματισμένη γνώση οι καταστάσεις της ύλης είναι τρεις: η στερεή, η υγρή και η αέρια. Μία ουσία μπορεί να βρεθεί σε οποιαδήποτε από τις τρεις αυτές καταστάσεις, υπό ορισμένες συνθήκες (Σπηλιόπουλος, Βάκρος, & Ξαπλαντέρη, 2015· Αναγνωστόπουλος, Δόνη, Καρακώστας, & Κομνηνού κ.ά., 1998).

Στερεά σώματα

Τα στερεά σώματα έχουν σταθερό όγκο και σχήμα, τα οποία διατηρούν χωρίς κάποια βοήθεια. Η διατήρηση σταθερού σχήματος διαφοροποιεί τα στερεά από τις υπόλοιπες

καταστάσεις της ύλης (Loxley, Dawes, Nicholis, & Dore, 2014· Σπηλιόπουλος κ.α., 2015).

Υγρά σώματα

Τα υγρά σώματα διατηρούν σταθερό τον όγκο που καταλαμβάνουν αλλά όχι και το σχήμα τους. Ρέουν εύκολα και παίρνουν το σχήμα του δοχείου στο οποίο περιέχονται. Αν δεν περιοριστούν σε δοχείο και αφεθούν να ρέουν ανεμπόδιστα, απλώνονται σχηματίζοντας ένα στρώμα παράλληλο σε μία επίπεδη επιφάνεια (Καλλέρη, 2016· Loxley et al., 2014· Σιμσερίδης, 2015· Σπηλιόπουλος κ.α., 2015).

Αέρια σώματα

Μακρόκοσμος

Κατά τη μακροσκοπική θεώρηση στην αέρια κατάσταση της ύλης, τα σώματα δεν διατηρούν σταθερό ούτε τον όγκο ούτε το σχήμα τους. Καταλαμβάνουν ολόκληρο το δοχείο στο οποίο περιέχονται, σε αντίθεση με τα υγρά που αν και προσαρμόζονται στο δοχείο, συγκεντρώνονται στο κατώτερο μέρος του (Loxley et al., 2014· Σπηλιόπουλος κ.α., 2015· Σιμσερίδης, 2015). Τέλος, τα αέρια συμπιέζονται με σχετική ευκολία λόγω της μικροσκοπικής τους δομής, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν αντιστέκονται στη συμπίεση (Αναγνωστόπουλος κ.α., 1998).

Μικρόκοσμος

Στη μικροσκοπική θεώρηση, οι δομικοί λίθοι των αερίων -άτομα, μόρια ή ιόντα- βρίσκονται σε συνεχή και τυχαία κίνηση στον χώρο που έχουν στη διάθεσή τους, αφήνοντας μεγάλα διαστήματα κενού (Καλλέρη, 2016· Σιμσερίδης, 2015· Σπηλιόπουλος κ.α., 2015). Η πυκνότητα των δομικών λίθων είναι πιο μικρή σε σχέση με αυτή των υγρών (Αναγνωστόπουλος κ.α., 1998). Στην περίπτωση που η μάζα του αερίου, ως η αθροιστική μάζα των δομικών του λίθων, είναι πολύ μεγάλη οι βαρυτικές δυνάμεις επηρεάζουν το μέγεθος και το σχήμα του αερίου (Hewitt, 2013). Μία τέτοια περίπτωση είναι η ατμόσφαιρα της Γης.

1.4.2. Οι ιδέες των μαθητών για τις ιδιότητες του αέρα

Στην προσπάθεια να ερμηνεύσουν τα φαινόμενα και τον κόσμο που τους περιβάλλει, οι μαθητές αναπτύσσουν κάποιες «γνωστικές κατασκευές» (Χαλκιά, 2012). Οι τελευταίες, καταγράφονται στην βιβλιογραφία των Φυσικών Επιστημών ως ιδέες ή

εναλλακτικές ιδέες και αποτελούν ουσιώδες στοιχείο για το σχεδιασμό και την προσαρμογή της διδασκαλίας (Driver et al., 1993). Το υποκεφάλαιο αυτό εστιάζει στην παρουσίαση των ιδεών που έχουν καταγραφεί ερευνητικά από μαθητές αναφορικά με τις έννοιες υπό διερεύνηση. Η αξιοποίηση των ιδεών που διαθέτουν οι μαθητές στη διδασκαλία παρουσιάζει δυσκολία καθώς οι ιδέες αυτές, δεν είναι ευδιάκριτες από τον εκπαιδευτικό, ενώ τις περισσότερες φορές ούτε οι μαθητές έχουν συνείδηση των ιδεών αυτών. Αλλά και ύστερα από τον προσδιορισμό των ιδεών των μαθητών, η οποιαδήποτε τροποποίηση ή αλλαγή τους απαιτεί επαναδιαπραγμάτευση των εννοιών και του πλαισίου θεώρησης του κόσμου· μία διαδικασία μακρόχρονη και κοπιαστική (Χαλκιά, 2012). Επιπλέον, παρότι πολλοί ερευνητές έχουν τονίσει την σημασία συμπερίληψης των ιδεών των μαθητών στη διδασκαλία, δεν υπάρχουν συγκεκριμένες προτάσεις για το πώς θα γίνει αυτή η συμπερίληψη (Yalçinkaya, & Boz, 2014). Η αναγνώριση του ρόλου που οι προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών διαδραματίζουν στη μάθηση, επιτρέπουν στον εκπαιδευτικό να εξηγήσει κάποιες συμπεριφορές στην τάξη αλλά ταυτόχρονα αυξάνει την ευθύνη που φέρει απέναντι στους μαθητές.

Όπως είναι αναμενόμενο, η έννοια του αέρα δεν αποτελεί εξαίρεση. Αρχικά, σύμφωνα με τη Stavy (1988, όπ. αν. στο Κόκκοτας, 2004) οι μαθητές μέχρι και την ηλικία των 9-10 ετών θεωρούν την ύλη υπαρκτή μόνον όταν μπορούν να την αντιληφθούν με τις αισθήσεις τους. Έτσι, παρότι δεν εμφανίζουν αντιστάσεις στην υλική υπόσταση του κινούμενου αέρα, η θεώρηση του ακίνητου αέρα ως υλικό σώμα παρουσιάζει σημαντικές δυσκολίες (Driver et al., 1993). Παράλληλα, το γεγονός ότι ο αέρας αν και δεν είναι ορατός αποτελεί στοιχείο που τα παιδιά συναντούν στην καθημερινότητά τους έχει το παρακάτω αποτέλεσμα σύμφωνα με τους Driver et al. (1993): Οι αντιλήψεις των μαθητών για τις ιδιότητες του αέρα δεν γίνονται αντικείμενο συνειδητής επεξεργασίας από τους ίδιους.

Στη διεθνή βιβλιογραφία της Διδακτικής Φυσικών Επιστημών εντοπίζονται ιδέες που εμφανίζουν οι μαθητές σχετικά με τις φυσικές ιδιότητες του αέρα. Από αυτές, κατά το διδακτικό σχεδιασμό, επιλέχθηκε να δοθεί βάρος στις καταγεγραμμένες ιδέες μαθητών 5 έως 8 ετών. Πρόσθετα, συμπεριλήφθηκαν ιδέες που αν και εμφανίζονται σε παιδιά μεγαλύτερης ηλικίας φαίνεται να έχουν προκύψει από άτυπη μορφές μάθησης άρα, πιθανά, εμφανίζονται και σε μικρότερες ηλικίες. Ομαδοποιημένες ως

προς την ιδιότητα στην οποία αναφέρονται, οι ιδέες των μαθητών αναφορικά με τον αέρα είναι οι παρακάτω:

Βάρος

- ✓ *Ο αέρας έχει αρνητικό βάρος ή δεν ζυγίζει τίποτα.* (Driver et al., 2000).
- ✓ *Ο αέρας έχει την τάση να πηγαίνει προς τα πάνω, επιπλέει γύρω από τα σώματα και δεν πιέζει προς τα κάτω.* Οι μαθητές φαίνεται να συνδέουν την έννοια του βάρους με την εικόνα της πτώσης, την οποία όμως δεν αποδίδουν στον αέρα (Brook & Driver, 1989, όπ. αν. στο Driver et al., 2000· Κόκκοτας, 2004).

Όγκος - Χώρος

- ✓ *Ο αέρας υπάρχει σε ανοιχτά και σφραγισμένα δοχεία.* Η ύπαρξη αέρα στο εσωτερικό σφραγισμένων δοχείων εμφανίζεται σε λίγο μικρότερη συχνότητα, συγκριτικά με την αντίστοιχη ιδέα για τα ανοιχτά δοχεία (Séré, 1985).
- ✓ *«Ο αέρας καταλαμβάνει χώρο».* Η αντίληψη αυτή συναντάται σε μαθητές από 5 ετών και πάνω, με τα ποσοστά να κινούνται αυξητικά όσο μεγαλώνουν οι μαθητές (Brook & Driver, 1989, όπ. αν. στο Driver et al., 2000).

Σχέση οπτικής αντίληψης και ύπαρξης του αέρα

- ✓ *«Ο αέρας δε φαίνεται, άρα δεν υπάρχει»* (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005).
- ✓ *Ο αέρας υπάρχει ακόμα κι αν δεν έχουμε τη δυνατότητα να τον βλέπουμε ή να τον αγγίζουμε.* Ο αέρας θεωρείται πως υπάρχει και κυκλοφορεί επηρεάζοντας πράγματα χωρίς να τον νιώθουμε (Driver et al., 1993).

Σχέση κίνησης και ύπαρξης του αέρα

- ✓ *«Ο αέρας υπάρχει όταν κινείται».* Η ιδέα αυτή εμφανίζεται στην πλειοψηφία των παιδιών ήδη από τα 5 τους χρόνια και δεν φαίνεται να αμφισβητείται (Driver et al., 2000). Η Séré (1985) παρατηρεί πως μερικά παιδιά αναγνωρίζουν την παρουσία του αέρα μόνον όταν κινείται, απορρίπτοντας την όταν παραμένει ακίνητος.
- ✓ *Η ύπαρξη του αέρα αναγνωρίζεται ακόμα και όταν αυτός δεν κινείται.* Η άποψη αυτή εμφανίζεται σε μαθητές 8 ετών και όσο προχωρά η ηλικία αυξάνεται το ποσοστό που την υιοθετεί. Το ουσιαστικότερο εμπόδιο στην κατάκτηση της ιδέας αυτής είναι η έντονη συσχέτιση που κάνουν τα παιδιά ανάμεσα στην

κίνηση και την ύπαρξη του αέρα (Brook & Driver, 1989, όπ. αν. στο Driver et al., 2000).

- ✓ *Ο αέρας μπορεί να «κάνει τα πράγματα να συμβαίνουν» χωρίς απαραίτητα να τον αντιλαμβανόμαστε με τις αισθήσεις.* Αυτό αποδίδεται στη δυνατότητα του αέρα να κινείται από και προς διάφορα σημεία στο περιβάλλον (Driver et al., 1993). Από τις κινήσεις αυτές είναι πιο εύκολο για τους μαθητές να περιγράψουν εκείνες που αφορούν μεγάλες ποσότητες αέρα, όπως η θέρμανση ή ο αερισμός ενός δωματίου (Séré, 1985).

Συμπιεστότητα

- ✓ *«Ο αέρας μπορεί να συμπιεστεί».* Η ιδέα αυτή καταγράφεται για πρώτη φορά σε μαθητές 12 ετών ως συμπληρωματικό στοιχείο στην άποψη πως ο αέρας καταλαμβάνει χώρο (Brook & Driver, 1989, όπ. αν. στο Driver et al., 2000). Καθώς μία τέτοια άποψη δεν είναι αποτέλεσμα σχολικής επεξεργασίας, θα μπορούσε να εμφανίζεται και νωρίτερα αν και κάτι τέτοιο δεν έχει διερευνηθεί στοχευμένα. Την ίδια στιγμή η έλλειψη ερευνητικών δεδομένων δεν αποκλείει το γεγονός οι μαθητές να μη έχουν καν διαμορφώσει κάποια ιδέα σχετικά με την συμπιεστότητα ή μη του αέρα.

Θερμότητα-Θερμοκρασία

- ✓ *«Ο αέρας δεν μπορεί να θερμανθεί».* Τη ιδέα αυτή εντοπίζει η Séré (1985) σε μαθητές 11-12 ετών. Όταν η ίδια διερευνά την άποψη αυτή σε λίγο μεγαλύτερα παιδιά, αυτά υποστηρίζουν πως είτε η φύση του αέρα παραμένει αμετάβλητη με την αύξηση της θερμοκρασίας, είτε μεταβάλλεται σχηματίζοντας διοξείδιο του άνθρακα ή κάποιο άλλο αέριο. Λόγω της ηλικίας των μαθητών στους οποίους εντοπίστηκε αυτή η ιδέα, θεωρείται ότι παίζει ρόλο και η αντίληψη που έχουν οι μαθητές σχηματίζει μέσα από τη σχολική τους εμπειρία για τη «θέρμανση». Στην ηλικία που απευθύνεται η διδακτική πρόταση που ακολουθεί, είναι πιθανό η ιδέα να παίρνει τη μορφή: Ο αέρας δεν μπορεί να ζεσταθεί. Η ιδέα πως ο αέρας δεν θερμαίνεται σε συνδυασμό με την ύπαρξη ζεστού και κρύου αέρα -από τα καθημερινά βιώματα- μπορεί να οδηγεί στο συμπέρασμα ότι υπάρχει σταθερά κρύος και σταθερά ζεστός αέρας.
- ✓ Τα παιδιά δεν εκπλήσσονται με την ιδέα πως ο αέρας μπορεί να «μεταφέρει θερμότητα». Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η μεταφορά της θερμότητας

ταιριάζει με την εικόνα της κίνησης που έχουν στο μυαλό τους για μεγάλες ποσότητες αέρα. Επειδή όμως η θερμοκρασία περιβάλλοντος αποτελεί σημείο σύγκρισης στην εκτίμηση της θερμοκρασίας για τα παιδιά και ο ατμοσφαιρικός αέρας έχει θερμοκρασία περιβάλλοντος, υπάρχει ο κίνδυνος σύγχυσης του ατμοσφαιρικού αέρα με τη θερμοκρασία (Séré, 1985).

Πέρα από τις παραπάνω ιδέες, οι οποίες εμφανίζονται στη βιβλιογραφία, στο διδακτικό σχεδιασμό λαμβάνεται υπόψη και η ιδέα πως *ο αέρας έχει μυρωδιά*. Η ιδέα αυτή προέκυψε από τα δεδομένα δύο χρονικά περιορισμένων συζητήσεων με μαθητές Β' Δημοτικού, οι οποίες διενεργήθηκαν χωρίς συγκεκριμένη μεθοδολογία. Αυτές οι συζητήσεις πραγματοποιήθηκαν από συναδέλφους εν ενεργεία εκπαιδευτικούς -και τα στοιχεία που συλλέχθηκαν δεν θεωρούνται δεδομένα επιστημονικής έρευνας-.

1.4.3. Η διδακτική μεθοδολογία

Στη διδακτική πράξη σπάνια συναντάται η εφαρμογή ενός διδακτικού μοντέλου καθ' όλη τη διάρκεια της διδασκαλίας. Επιπλέον, οι σύνθετες μορφές διδασκαλίας έχουν κάποια σημαντικά προτερήματα. Επιτρέπουν στον εκπαιδευτικό να προσαρμόσει το διδακτικό σχεδιασμό στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της τάξης, ενώ ταυτόχρονα περιορίζουν την μονοτονία που θα παρουσίαζε η χρήση ενός αμιγούς διδακτικού μοντέλου (Κασσωτάκης & Φλουρή, 2013).

Στην παρούσα έρευνα, ως προς τη διδακτική μεθοδολογία, γίνεται συνδυασμός στοιχείων από έναν αριθμό μοντέλων διδασκαλίας και μάθησης, τα οποία έχουν τις ρίζες τους σε διαφορετικές θεωρίες μάθησης. Από το εποικοδομητικό μοντέλο υιοθετήθηκε η αντίληψη ότι: α) οι μαθητές έρχονται στην τάξη έχοντας προηγουμένως σχηματίσει κάποιες ιδέες για τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου, β) το λάθος αποτελεί αναπόσπαστο, επιθυμητό και αξιοποιήσιμο κομμάτι της διδασκαλίας και γ) ο εκπαιδευτικός για να υποστηρίξει την οικοδόμηση των νέων γνωστικών κατασκευών των μαθητών καλείται να ανταποκριθεί σε έναν απαιτητικό και πολυδιάστατο ρόλο (Leach & Scott, 2003· Χαλκιά, 2012). Από το μοντέλο της καθοδηγούμενης διερευνητικής μάθησης θα αξιοποιήθηκε το στοιχείο της εμπλοκής των μαθητών στην «ανακάλυψη» της γνώσης, που συχνά διαμεσολαβείται από «μικρές έρευνες», και το στοιχείο της καθοδήγησης των εκτελούμενων διεργασιών από τον εκπαιδευτικό (Καριώτογλου, 2006· Χαλκιά, 2012). Από το δασκαλοκεντρικό μοντέλο

χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της επίδειξης και η τεχνική της φωναχτής σκέψης του εκπαιδευτικού (Ματσαγγούρας, 2003).

Ταυτόχρονα, επιδιώχθηκε η σταδιακή εξάσκηση των μαθητών σε ορισμένες δεξιότητες διερεύνησης. Ερευνητές (Inhelder & Piaget, 1958· Kuhn, Black, Kaselman, & Kaplan, 2000· Kuhn, Garcia-Mila, Zohar, & Andersen, 1995) αναφέρουν πως τα παιδιά δεν αναπτύσσουν πριν τα 18 έτη τη δεξιότητα σχεδιασμού πειραματικών διαδικασιών για τον έλεγχο συγκεκριμένων υποθέσεων. Σε πιο πρόσφατες μελέτες όμως υποστηρίζεται πως μαθητές 5 έως 11 ετών μπορούν να εκπαιδευτούν σε πειραματικές διαδικασίες όπου διαφοροποιούν μία μεταβλητή, ενώ διατηρούν τις υπόλοιπες μεταβλητές σταθερές (Klahr & Nigam, 2004· Strand-Cary & Klahr, 2008). Υιοθετώντας την οπτική των τελευταίων, οι δεξιότητες που επιλέχθηκαν για το διδακτικό σχεδιασμό της παρούσας διδακτικής πρότασης υποστηρίχθηκαν από αυξημένη καθοδήγηση της εκπαιδευτικού, η οποία σταδιακά μειώθηκε. Συγκεκριμένα συμπεριλήφθηκαν οι εξής δεξιότητες διερεύνησης: ο σχεδιασμός διαδικασιών ελέγχου μεταβλητών, η διατύπωση υποθέσεων/προβλέψεων πριν την υλοποίηση των διαδικασιών ελέγχου, η εκτέλεση των διαδικασιών ελέγχου, η παρατήρηση, η αιτιολόγηση με βάση τα καθημερινά βιώματα, η επικοινωνία και η διατύπωση συμπερασμάτων.

1.5. Η διδακτική πρόταση

Το σχέδιο διδασκαλίας (βλ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ) αποτελούνταν από εννέα φάσεις. Η πρώτη αφορούσε την εισαγωγή στην έννοια που θα συζητηθεί και τη συγκέντρωση των ιδεών των μαθητών, η δεύτερη εστίασε στη συγκέντρωση υλικών από τους μαθητές, οι επόμενες έξι περιλάμβαναν πιθανούς τρόπους επεξεργασίας των ιδεών που οι μαθητές είχαν υποστηρίξει στις πρώτες φάσεις και κατά την τελευταία οι μαθητές ενθαρρύνθηκαν να επανεξετάσουν κριτικά τις διαδικασίες που ακολουθήθηκαν. Σύμφωνα με την εκτιμώμενη διάρκεια κάθε φάσης, το σχέδιο αναμενόταν να ολοκληρωθεί σε πέντε διδακτικές ώρες (5 × 45') με την εξής διάρθρωση:

→ 1^η διδ. ώρα: Φάση I: Κινητοποίηση των μαθητών και συγκέντρωση των ιδεών

Φάση II: Συλλογή υλικών από τους μαθητές

Φάση III: Επεξεργασία της ιδέας ότι ο αέρας πιάνει χώρο

→ 2^η διδ. ώρα: Φάση III: Επεξεργασία της ιδέας ότι ο αέρας πιάνει χώρο (συνέχεια)

→ 3^η διδ. ώρα: Φάση IV: Επεξεργασία της ιδέας ότι ο αέρας είναι συμπιεστός

→ 4^η διδ. ώρα: Φάση V: Επεξεργασία της ιδέας ότι ο αέρας μυρίζει/έχει μυρωδιά

Φάση VI: Επεξεργασία της ιδέας ότι ο αέρας μετακινεί αντικείμενα
και κινείται

Φάση VII: Επεξεργασία της ιδέας ότι ο αέρας είναι ζεστός και κρύος

→ 5^η διδ. ώρα: Φάση VIII: Επεξεργασία της ιδέας ότι ο αέρας δεν ζυγίζεται ή έχει
μηδενικό βάρος

Φάση IX: Επανεξέταση της εκπαιδευτικής διαδικασίας

Πριν περιγραφεί η υλοποίηση του διδακτικού πειράματος, κρίνεται σκόπιμο να γίνει αναφορά στους γενικούς στόχους της διδασκαλίας όπως αυτή σχεδιάστηκε αρχικά.

Γενικοί στόχοι:

Στα πλαίσια της παρούσας εκπαιδευτικής πρότασης αναμένεται οι μαθητές:

- Να αναζητήσουν και να εντοπίσουν πιθανές ιδιότητες που έχει ο αέρας, αιτιολογώντας σύντομα το σκεπτικό τους.
- Να διερευνήσουν τις ιδιότητες που έχουν διατυπώσει:
 - α) προτείνοντας διαδικασίες ελέγχου των μεταβλητών,
 - β) συγκεντρώνοντας υλικά και επιλέγοντας εκείνα που είναι κατάλληλα σε κάθε περίπτωση,
 - γ) κάνοντας προβλέψεις/υποθέσεις για την έκβαση των διαδικασιών ελέγχου που έχουν προτείνει,
 - δ) εκτελώντας τη διαδικασία ελέγχου που έχει σχεδιαστεί,
 - ε) παρατηρώντας και σχολιάζοντας την ύπαρξη ή την απουσία μεταβολών και
 - στ) διατυπώνοντας συμπερασματικές εκφράσεις.
- Να ακούν ενεργητικά τους συμμαθητές τους και να σχολιάζουν την οπτική που παρουσιάζουν κάποιοι από αυτούς.
- Να επανεξετάζουν τις διδακτικές ενέργειες που πραγματοποίησαν στη τάξη.

1.6. Η υλοποίηση του διδακτικού πειράματος

Το αρχικό διδακτικό σενάριο (βλ. Κεφ. 1.3 και ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ) αναφέρεται στην έννοια του αέρα τον οποίο προσεγγίζει μακροσκοπικά μέσα από τις εξής ιδιότητές του: όγκος, συμπιεστότητα, μυρωδιά, κίνηση, μεταβολή θερμοκρασίας και βάρος. Καθώς όμως, όπως προβλέπεται από το διδακτικό πείραμα, κάθε συνάντηση επανακαθόριζε την επόμενη, η αρχικά σχεδιασμένη διδακτική πορεία υπέστη σημαντικές τροποποιήσεις. Οι τροποποιήσεις αφορούσαν κυρίως τον χρόνο υλοποίησης των γενικών στόχων καθώς χρειάστηκαν 7 αντί για 5 συνεδρίες, την παράληψη της φάσης V καθώς δεν προέκυψε από τους συμμετέχοντες η ιδέα ότι ο αέρας έχει μυρωδιά, την αλλαγή στη σειρά επεξεργασίας των φάσεων IV, VI, VII και XIII και την διατύπωση και επεξεργασία τριών μεταβλητών που δεν είχαν προβλεφθεί. Οι τελευταίες προέκυψαν κατά την διάρκεια των σχεδιασμένων δραστηριοτήτων και αναφέρονταν στο σχήμα, την ορατότητα του αέρα και τη σχετική κίνησή του ως προς έναν παρατηρητή. Οι βασικές ιδέες προς επεξεργασία σημειώνονταν σε χαρτί του μέτρου σχηματίζοντας σταδιακά έναν εννοιολογικό χάρτη που ήταν πάντοτε αναρτημένος στις συναντήσεις. Στη συνέχεια μία-μία οι καταγεγραμμένες ιδέες γίνονταν αντικείμενο συζήτησης/επεξεργασίας από τους συμμετέχοντες με τη χρήση συγκεκριμένων υλικών μέσων. Στην ενότητα αυτή γίνεται σύντομη περιγραφή των συναντήσεων που πραγματοποιήθηκαν και του περιεχομένου τους.

1^η συνάντηση

Στην πρώτη συνάντηση δόθηκε βαρύτητα στην κινητοποίηση των συμμετεχόντων/μαθητών ώστε να εστιάσουν στην έννοια προς διερεύνηση. Εν συνεχεία ξεκίνησε η συγκέντρωση και ομαδοποίηση ιδεών σχετικά με τον αέρα και το πώς αυτός γίνεται αντιληπτός. Συγκεκριμένα οι ιδέες που διατυπώθηκαν ήταν: «Ο αέρας μπορεί να μπει σε πράγματα που κλείνουν»[όγκος], «Όταν κινούμαστε νιώθουμε τον αέρα να μας χτυπάει»[σχετική κίνηση], «Όταν φυσάει ο αέρας κινεί ελαφριά αντικείμενα»[κίνηση], «Ο αέρας είναι ζεστός και κρύος»[θερμοκρασία]. Στο τέλος αναζητήθηκαν από τους συμμετέχοντες υλικά που ήταν διαθέσιμα στο χώρο (πλαστική σακούλα, πλαστικό μπουκάλι, σφουγγάρι μαυροπίνακα, γυάλινο βάζο, μπάλα) ως μέσα για τη διερεύνηση των ιδεών που είχαν καταγραφεί.

2^η συνάντηση

Έγινε ανακεφαλαίωση του περιεχομένου της πρώτης συνεδρίας. Αμέσως μετά η συζήτηση εστίασε στην πρώτη ιδιότητα που είχε καταγραφεί: «Ο αέρας μπορεί να μπει σε πράγματα που κλείνουν»[όγκος] και ελέγχθηκε η καταλληλότητα των υλικών για τη διερεύνηση της συγκεκριμένης ιδέας. Για την επεξεργασία κάθε υλικού ξεχωριστά και τη σταδιακή αυτονομία των συμμετεχόντων στη διαδικασία διερεύνησης, δόθηκε από τον ερευνητή ένα σχεδιάγραμμα που τους καλούσε να ακολουθούν κάθε φορά μία διαδικασία με 3 βήματα/ερωτήματα:

1. Πρόταση διερευνητικής διαδικασίας; Πώς μπορώ με το συγκεκριμένο υλικό να ελέγξω αν ισχύει η συγκεκριμένη ιδιότητα;
2. Διατύπωση υποθέσεων: Τι περιμένω να γίνει αν υλοποιήσω τον τρόπο ελέγχου που πρότεινα;
3. Υλοποίηση της διαδικασίας που προτάθηκε.

Ακολουθούσε συζήτηση για όσα παρατηρούνταν κατά τη διαδικασία διερεύνησης και πιθανές αποκλίσεις ανάμεσα στις παρατηρήσεις και τις υποθέσεις που είχαν διατυπωθεί. Τέλος γινόταν έλεγχος αν η ιδέα προς διερεύνηση χρειαζόταν κάποια αλλαγή. Στην αρχή δόθηκε παράδειγμα και αρκετή καθοδήγηση, η οποία σταδιακά μειωνόταν. Ο χρόνος δεν ήταν επαρκής για τη διερεύνηση όλων των υλικών. Κατά τη διάρκεια της 2^{ης} συνάντησης καταγράφηκαν επιπλέον οι εξής ιδέες: «Ο αέρας δεν φαίνεται»[ορατότητα], «Ο αέρας ζουλιέται/πιέζεται»[συμπιεστότητα] και «Το σχήμα του αέρα εξαρτάται από το υλικό»-στο οποίο βρίσκεται- [σχήμα].

3^η συνάντηση

Σε αυτή τη συνάντηση συνεχίστηκε η συζήτηση σχετικά με την ιδιότητα του όγκου του αέρα. Πέρα από την εισαγωγή/σύνοψη, όλη η συνάντηση περιστράφηκε γύρω από τη χρήση του γυάλινου βάζου για τον έλεγχο της ιδιότητας του όγκου του αέρα. Η διαδικασία ελέγχου προτάθηκε από τον ερευνητή αλλά οι συμμετέχοντες ήταν ιδιαίτερα κινητοποιημένοι να παρατηρήσουν και να συζητήσουν όσα έβλεπαν, χωρίς να χρειάζεται πάντα παρότρυνση από τον ερευνητή. Πολλές νέες ιδέες, συχνά με επιχειρήματα, εντοπίστηκαν στο διάλογο μεταξύ των συμμετεχόντων. Πριν το τέλος της συνάντησης αναδιατυπώθηκε η ιδέα που αφορούσε τον όγκο ως εξής: «Ο αέρας μπορεί να μπει σε πράγματα που κλείνουν και δεν κλείνουν».

4^η συνάντηση

Στην αρχή της συνάντησης έγινε συζήτηση ορισμένων ιδεών που είχαν προκύψει στο τέλος της προηγούμενης συνάντησης. Στη συνέχεια ο διάλογος επικεντρώθηκε στην επεξεργασία των ιδεών της σχετικής κίνησης και της θερμοκρασίας του αέρα. Πέρα από την διαφορετική θερμοκρασία που έχει ο αέρας σε διαφορετικά μέρη ή εποχές του χρόνου, συζητήθηκε και η μεταβολή της θερμοκρασίας σε συγκεκριμένη μάζα αέρα. Η διατύπωση που αφορούσε στη θερμοκρασία μεταβλήθηκε ως εξής: «Ο ίδιος αέρας μπορεί κάποιες φορές να είναι ζεστός και κάποιες φορές κρύος».

5^η συνάντηση

Σε συνέχεια με την 4^η συνάντηση συζητήθηκαν ιδέες που αφορούσαν την κίνηση του αέρα, την οποία οι μαθητές εντόπισαν και στον αέρα της κλειστής αίθουσας που γίνονταν οι συναντήσεις. Η κίνηση του αέρα συσχετίστηκε με την αναπνοή-επιβίωση αλλά και την μετακίνηση αντικειμένων. Έγινε επίσης αναφορά στον όρο «άνεμος» και σύγκρισή του με τον «αέρα». Η ιδέα σχετικά με την κίνηση του αέρα πήρε την παρακάτω τελική μορφή: «Όταν φυσάει ο αέρας κινεί ελαφριά και βαριά πράγματα». Από τη συζήτηση προέκυψε το ερώτημα κατά πόσο ο αέρας έχει βάρος και μπορεί να ζυγιστεί, το οποίο μετατέθηκε για την επόμενη συνάντηση λόγω χρόνου.

6^η συνάντηση

Συνεχίστηκε και ολοκληρώθηκε η επεξεργασία των ιδεών που αφορούσαν το βάρος του αέρα με την διατύπωση: «Ο αέρας ζυγίζεται - έχει βάρος»[βάρος]. Στη συνέχεια τέθηκαν προς συζήτηση οι διατυπώσεις του νοητικού χάρτη για την συμπεριτότητα και η ορατότητα του αέρα. Και για τις δύο αυτές ιδιότητες κρίθηκε ότι δεν χρειαζόταν κάποια μεταβολή ή προσθήκη στις υπάρχουσες διατυπώσεις.

7^η συνάντηση

Στην αρχή της τελευταίας συνάντησης αναδείχθηκαν οι απόψεις των συμμετεχόντων για τη σχετική κίνηση αέρα - παρατηρητή. Αν και εντοπίστηκαν πολλά στοιχεία που θα μπορούσαν να εμπλουτίσουν την αρχική διατύπωση, επιλέχθηκε να παραμείνει ως έχει. Έγινε αναφορά στη διαδικασία της αναπνοής, η οποία αν και είχε εμφανιστεί σε προηγούμενες συναντήσεις παρουσιάστηκε εδώ πιο ολοκληρωμένα. Αρκετά σύντομα συζητήθηκε και η ιδέα που σχετιζόταν με την εξάρτηση του σχήματος του αέρα από το δοχείο στο οποίο περιέχεται, χωρίς να αλλάξει η υπάρχουσα διατύπωση. Τέλος

συζητήθηκαν οι αλλαγές που έγιναν στον εννοιολογικό χάρτη κατά τη διάρκεια των συναντήσεων και ο τρόπος που προέκυψαν οι αλλαγές αυτές..

1.7. Τα δεδομένα και η συλλογή τους

Δεδομένα της έρευνας αποτέλεσαν:

- α. οι λεκτικές και μη λεκτικές αλληλεπιδράσεις των συμμετεχόντων μεταξύ τους, με τον εκπαιδευτικό και με τα υλικά μέσα που διατέθηκαν.
- β. οι τροποποιήσεις του αρχικού σχεδίου μαθήματος όπως υπαγορεύτηκαν από το διδακτικό πείραμα και τέλος,
- γ. ο εννοιολογικός χάρτης που κατασκευάστηκε από τους συμμετέχοντες κατά τις πρώτες συναντήσεις και οι μεταβολές που προέκυψαν κατά την επεξεργασία του.

Πηγές της πρώτης (α) κατηγορίας δεδομένων υπήρξαν:

α1. Η ηχογράφηση και αυτολεξεί απομαγνητοφώνηση των συζητήσεων κατά τη διάρκεια των 7 συναντήσεων με τους συμμετέχοντες. Για την ηχογράφηση χρησιμοποιήθηκαν δύο ψηφιακά μαγνητόφωνα τοποθετημένα αντιδιαμετρικά μέσα στην αίθουσα.

α2. Οι ελεύθερες γραπτές σημειώσεις ενός μη συμμετοχικού παρατηρητή, οι οποίες καταγράφονταν κατά τη διάρκεια των συναντήσεων και αμέσως μετά την ολοκλήρωση κάθε συνάντησης, συνοδεύονταν από προφορικές επισημάνσεις που ηχογραφούνταν.

α3. Οι σημειώσεις της ερευνήτριας-εκπαιδευτικού μετά το πέρας κάθε συνάντησης, οι οποίες επικεντρώνονταν κυρίως στις μη λεκτικές αλληλεπιδράσεις και χειρονομίες που χρησιμοποιούσαν οι συμμετέχοντες.

Οι διαφορετικές φάσεις εξέλιξης του εννοιολογικού χάρτη (γ) αποτυπώθηκαν με ψηφιακή φωτογραφική μηχανή

1.8. Η ανάλυση δεδομένων

Όπως αναφέρθηκε, η διδακτική πορεία βασίστηκε στη μεθοδολογία του διδακτικού πειράματος, το οποίο περιλαμβάνει ανάλυση δεδομένων ανάμεσα στα διδακτικά

επεισόδια αλλά και μετά την ολοκλήρωσή τους. Τα δεδομένα προσεγγίστηκαν ποιοτικά αλλά σε διαφορετικό βάθος κάθε φορά. Η ανάλυση μεταξύ των επεισοδίων περιλάμβανε: α) ακρόαση της πιο πρόσφατης συνάντησης, β) σημείωση διαλογικών στοιχείων που θεωρούνταν ενδεικτικά για την παρουσία και εξέλιξη των δεξιοτήτων διερεύνησης και την εννοιολόγηση της υπο εξέταση έννοιας και γ) εντοπισμό διατυπώσεων που απαιτούσαν περαιτέρω διερεύνηση σε επόμενη συνάντηση. Παράλληλα διατρέχονταν οι χειρόγραφες σημειώσεις του μη συμμετοχικού παρατηρητή και εμπλουτίζονταν από στοιχεία που δεν ήταν ευδιάκριτα λεκτικά όπως στοιχεία για τη δυναμική μεταξύ μαθητών ή διευκρινίσεις σε φράσεις όπως «...αν κάνω έτσι...», «...ο αέρας έρχεται έτσι...». Μετά την ολοκλήρωση των διδακτικών επεισοδίων έγινε ποιοτική ανάλυση των δεδομένων σε μεγαλύτερο βάθος.

Η ποιοτική ανάλυση των συναντήσεων αφορούσε σε πρώτο επίπεδο την αυτολεξεί απομαγνητοφώνηση όλων των συμμετεχόντων, ανεξάρτητα από την 'αξία' των λεγομένων. Χρησιμοποιήθηκε για όλο το υλικό κώδικας μεταγραφής που επέτρεπε την σημείωση επαναλήψεων, σιωπών, επιτονισμών, ασαφειών αλλά και συναισθηματικών αντιδράσεων. Η απομαγνητοφώνηση πραγματοποιήθηκε δι' ακοής. Ως 'Δ' σημειώθηκε η Δασκάλα-ερευνητής και τα υπόλοιπα γράμματα αντιστοιχούν στους μαθητές-συμμετέχοντες. Το κείμενο που προέκυψε από την μεταγραφή εμπλουτίστηκε από τις ελεύθερες σημειώσεις του παρατηρητή και στοιχεία μη λεκτικών αλληλεπιδράσεων από τις σημειώσεις της ερευνήτριας-εκπαιδευτικού. Σε επόμενο επίπεδο διενεργήθηκε ανάλυση περιεχομένου στο εμπλουτισμένο αυτό κείμενο.

Ο άξονας ανάλυσης των δεδομένων αφορούσε στις εννοιολογήσεις-ιδέες των μαθητών, στις αλλαγές που παρατηρούνταν στις εννοιολογήσεις αυτές καθώς και στις δεξιοτήτων που αξιοποιήθηκαν από τους συμμετέχοντες για τη διερεύνησή τους. Ως - εννοιολογικές- αλλαγές, καταγράφηκαν οποιεσδήποτε αλλαγές, όχι μόνο εκείνες που προσέγγιζαν τις καθαρά επιστημονικές ιδέες. Εν συνέχεια οι ιδέες ομαδοποιήθηκαν με βάση την ιδιότητα στην οποία αναφέρονταν.

Παρακάτω παρουσιάζονται αποσπάσματα, με σύντομο σχολιασμό ώστε να γίνει κατανοητός ο τρόπος ερμηνείας των δεδομένων. Τα αποσπάσματα δίνουν στοιχεία για τη μαθησιακή πορεία των συμμετεχόντων και είναι οργανωμένα σε δύο ευρύτερες ομάδες: τις δεξιότητες διερεύνησης των ιδεών, όπως προκύπτουν από τους γενικούς στόχους της διδασκαλίας (βλ. Κεφ. 1.5.) και τις ιδιότητες του αέρα, στις οποίες κυρίως

αναφέρονται. Ως ιδιότητες λογίζονται εδώ εκείνες που συμπεριλήφθηκαν στον εννοιολογικό χάρτη και είτε είχαν προσχεδιαστεί, είτε προέκυψαν από την αλληλεπίδραση των συμμετεχόντων, χωρίς να έχουν προβλεφθεί. Οι ιδιότητες του αέρα παρατίθενται με τη σειρά που προσεγγίστηκαν στις συναντήσεις. Στα αποσπάσματα συναντούνται οι σημειώσεις του παρατηρητή ανάμεσα σε παύλες (- -) και οι σημειώσεις από τον ερευνητή ανάμεσα σε αγκύλες ([]).

1.8.1. Οι δεξιότητες διερεύνησης

Απόσπασμα 1

Δ: Μου είπατε ότι η σακούλα έχει μέσα αέρα. Πού το καταλάβατε;

...

Λ: Επειδή είναι, δεν μπορώ να βρω τη λέξη ... στρογγυλή ... Στην αρχή είναι μια κανονική σακούλα σαν του σουπερ μάρκετ ... ορθογώνια.

Δ: ... και τώρα που την κούναγε ο Τ γύρω γύρω;

Π: Έγινε κύκλος. Κι όπως την κούναγε ... έμπαιν' ο αέρας μέσα και φούσκωνε. Έγινε τριγωνική.

Ερμηνεία: Οι συμμετέχοντες παρατηρούν και σχολιάζουν τις μεταβολές της σακούλας: «είναι...στρογγυλή», «στην αρχή είναι μια κανονική σακούλα... ορθογώνια», «έγινε κύκλος...φούσκωνε. Έγινε τριγωνική.». Αυτό είναι συμβατό με τη γενική στόχευση οι μαθητές να παρατηρήσουν και να σχολιάσουν την ύπαρξη ή απουσία μεταβολών. Η αιτιολόγηση των παρατηρούμενων μεταβολών βασίζεται στην αλληλουχία: «στην αρχή είναι μια κανονική σακούλα...ορθογώνια» «κι όπως την κούναγε...έμπαιν' ο αέρας μέσα και φούσκωνε.». Η αλληλουχία ξεκινάει από έναν μαθητή και ολοκληρώνεται από άλλον, γεγονός που φαίνεται να παραπέμπει στη δεξιότητα ενεργητικής ακρόασης και σχολιασμού της οπτικής άλλων συμμετεχόντων.

Απόσπασμα 2

Δ: Τώρα που το μπουκάλι είναι κλειστό, μπορούμε να δούμε αν έχει μέσα αέρα;

Π: Ναι. Όχι. Όχι, γιατί δε φαίνεται ο αέρας ... Πρέπει να το γράψουμ' αυτό κυρία εε ότι ο αέρας δε φαίνεται.

Ερμηνεία: Η Δ χρησιμοποιεί την έκφραση «μπορούμε να δούμε;», με την έννοια: 'μπορούμε να καταλάβουμε;'. Ο Π αντιλαμβάνεται κυριολεκτικά τη φράση «να

δούμε», ως έναν πιθανό τρόπο ελέγχου της μεταβλητής. Προβλέπει ότι η συγκεκριμένη διαδικασία ελέγχου δεν θα είναι λειτουργική και εξηγεί το λόγο: «γιατί δε φαίνεται ο αέρας». Εντοπίζει πως μόλις διατύπωσε μία ιδιότητα του αέρα και ζητάει να καταγραφεί στον εννοιολογικό χάρτη. Από αυτά, εξάγεται πως ο Π παρουσιάζει σε ένα βαθμό τις δεξιότητες που αφορούν την πρόβλεψη της έκβασης μίας υποθετικής διαδικασίας και τον εντοπισμό πιθανών ιδιοτήτων του αέρα.

Απόσπασμα 3

Δ: ... θέλουμε πράγματα που κλείνουν σωστά; ... Η σακούλα μπορεί να κλείσει;

Λ: Ναι.

Π: Ναι.

Δ: Πώς μπορεί να κλείσει;

Σ: ... άμα την κάνεις, άμα κάνεις γύρω γύρω τα χερούλια της. -κρατά την πλαστική σακούλα και την κινεί-

...

Β: Ναι, μπορούμε να το βουλώσουμε. [το πλαστικό μπουκάλι χωρίς καπάκι]

Δ: Με τι;

Β: Με κάτι. Μ' ένα φελλό ή μ' ένα καπάκι ... Και με το χέρι.

...

Π: Όχι, αυτό [το ξεφουσκωτο μπαλόνι] κλείνει. Κάνω έτσι τον κόμπο στη γωνία εκεί πέρα.

Ερμηνεία: Οι μαθητές αξιοποιώντας τα διαθέσιμα υλικά, επιλέγουν εκείνα που είναι κατάλληλα -σύμφωνα με τον σχετικό γενικό στόχο- έχοντας ως κριτήριο το αν καθένα από αυτά «μπορεί να κλείσει». Οι τοποθετήσεις τους για την καταλληλότητα των διαφορετικών υλικών εντοπίζονται είτε σαν δήλωση: «Ναι», «Ναι, μπορούμε να το βουλώσουμε», είτε σαν δήλωση που συνοδεύεται από σύντομη αιτιολόγηση: «αυτό κλείνει. Κάνω έτσι τον κόμπο στη γωνία εκεί πέρα». Στις περιπτώσεις της δηλωτικής απάντησης, μετά από σύντομες καθοδηγητικές ερωτήσεις, οι συμμετέχοντες προτείνουν τρόπους με τους οποίους μπορεί να διαπιστωθεί η καταλληλότητα των υλικών: «άμα κάνεις γύρω γύρω τα χερούλια της», «μ' ένα φελλό ή μ' ένα καπάκι...και με το χέρι». Η αναγκαιότητα αυτής της παρότρυνσης φανερώνει πως ορισμένοι συμμετέχοντες είναι σε θέση να σχεδιάσουν απλές διαδικασίες ελέγχου, σύμφωνα με τους γενικούς στόχους της διδασκαλίας, αλλά δεν έχουν αυτονομηθεί στη χρήση της δεξιότητας αυτής.

Απόσπασμα 4

Δ: Αν ζυγίσω ... την ξεφούσκωτη μπάλα και τη φουσκωμένη μπάλα, θα δω κάποια διαφορά;

Λ,Π,Σ,Β: Ναι

Β: Θα είναι περισσότερο· θα έχει πολύ περισσότερο βάρος -δείχνει τη φουσκωμένη μπάλα-.

...

Σ: Η φουσκωμένη θα είναι πιο βαριά.

Λ: Η φουσκωμένη θα είναι πιο βαριά ... γιατί έχει μέσα αέρα.

Π: Ενώ αυτή [η ξεφούσκωτη] δεν έχει.

...

Β: ... δεν έχει αέρα [η ξεφούσκωτη μπάλα]. Να ζυγίσουμε;

...

Π: 281

Σ: γραμμάρια

Λ: 281 γραμμάρια -σημειώνει στον μαυροπίνακα-

...

Β: 288 γραμμάρια

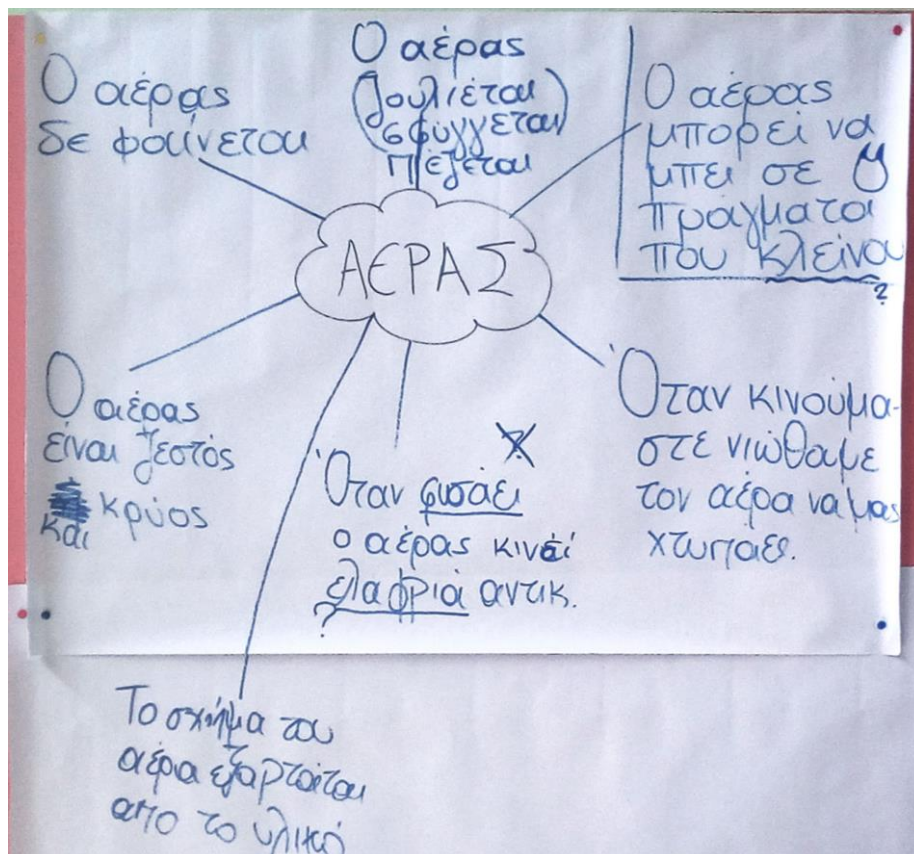
Δ: Πέρασε Γ στον πίνακα να το γράψεις ...

ξεφουσκώνω	Σέρμα 281 (αέρα)	281
φουσκώνω	αέρα Σέρμα	288

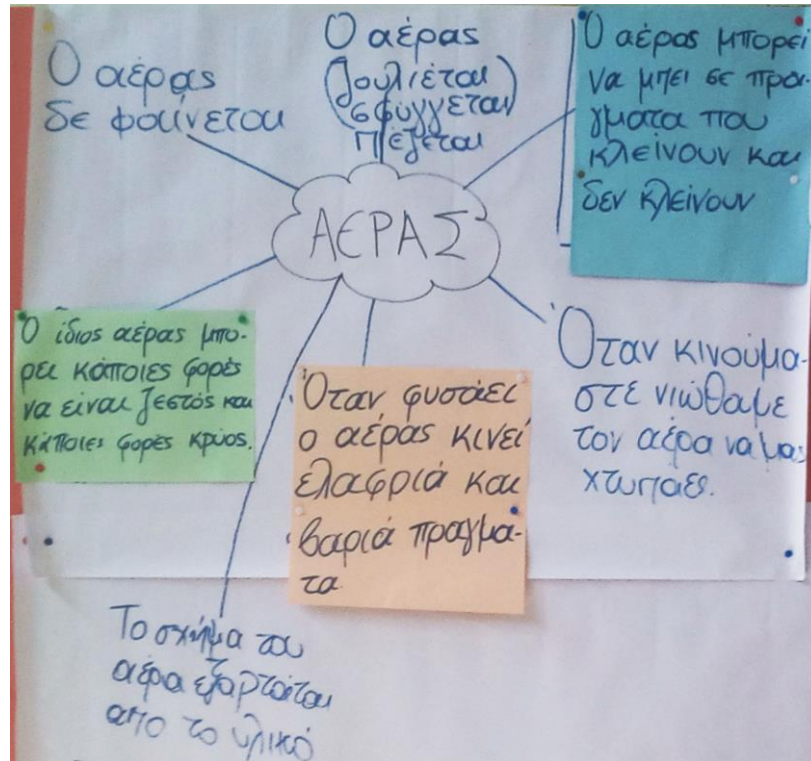
Εικόνα 1.1. Καταγραφή των τιμών που προέκυψαν από τη ζύγιση της ξεφούσκωτης και της φουσκωμένης μπάλας.

Ερμηνεία: Ένας από τους γενικούς διδακτικούς στόχους ήταν οι μαθητές να κάνουν προβλέψεις/ υποθέσεις για την έκβαση διαδικασιών ελέγχου. Από τις υποθέσεις που κάνουν οι συμμετέχοντες για τη διαδικασία ελέγχου που αφορά τη μεταβλητής του βάρους: «θα έχει πολύ περισσότερο βάρος», «Η φουσκωμένη θα είναι πιο βαριά» και την αιτιολόγηση της εκτίμησής τους: «θα είναι πιο βαριά ...γιατί έχει μέσα αέρα», «ενώ αυτή δεν έχει» φαίνεται πως διαθέτουν την εν λόγω δεξιότητα. Εν συνεχεία, συμμετέχουν στην εκτέλεση της διαδικασίας ελέγχου διευκρινίζοντας τί ακριβώς ζυγίζεται κάθε φορά, βλέποντας τις τιμές της ζυγαριάς: «281» και «288» και καταγράφοντάς τες στον μαυροπίνακα (βλ. Εικόνα 1.1.). Η εκτέλεση της διαδικασίας ελέγχου που έχει σχεδιαστεί, συγκαταλέγεται στη γενική στόχευση του διδακτικού σχεδιασμού. Στο απόσπασμα εμφανίζονται στοιχεία της δεξιότητας αυτής, τα οποία όμως συνοδεύονται από καθοδήγηση και ενίσχυση της εκπαιδευτικού.

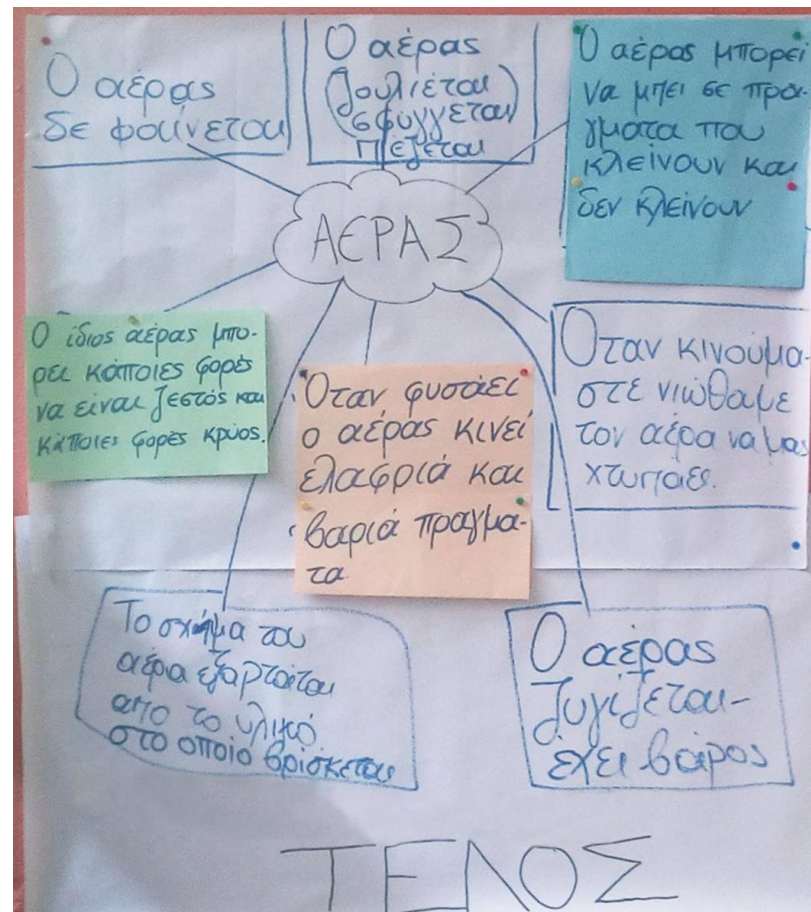
Μεταβολές εννοιολογικού χάρτη



Εικόνα 1.2. Φωτογραφία του εννοιολογικού χάρτη στο τέλος της 2^{ης} συνάντησης.



Εικόνα 1.3. Φωτογραφία του εννοιολογικού χάρτη στο τέλος της 4^{ης} συνάντησης.



Εικόνα 1.4. Φωτογραφία του εννοιολογικού χάρτη στο τέλος της 7^{ης} συνάντησης.

Περιγραφή: Στην αρχική μορφή του εννοιολογικού χάρτη (Εικ. 1.2.) φαίνεται η ομαδοποίηση που προέκυψε από τις ιδέες που εντόπισαν οι συμμετέχοντες κατά τις 2 πρώτες συναντήσεις. Στην Εικόνα 1.3. φαίνεται η μορφή που είχε ο χάρτης στο τέλος της 4^{ης} συνάντησης. Οι ιδέες που μετά από επεξεργασία χρειάστηκε να μεταβληθούν, σημειώθηκαν με χρωματιστό χαρτί που κολλήθηκε πάνω από την αρχική διατύπωση. Στην τελική μορφή του εννοιολογικού χάρτη (Εικ. 1.4.) εντοπίζονται πλαίσια γύρω από τις ιδέες που δεν κρίθηκε ότι χρειάζονται αναδιατύπωση, ενώ έχει προστεθεί η αντίληψη που αφορά το βάρος, η οποία προέκυψε κατά την 5^η συνάντηση με τους συμμετέχοντες. Τόσο οι αρχικές όσο και οι τελικές διατυπώσεις σημειώνονταν ακριβώς όπως εκφράζονταν από τους συμμετέχοντες.

Ερμηνεία: Μετά από συζήτηση και διαδικασίες ελέγχου για κάθε μεταβλητή, οι μαθητές επεξεργάζονταν και πάλι την αρχική διατύπωση που αφορούσε καθεμία από αυτές. Εμβάθυναν στις παρατηρήσεις τους καθιστώντας πιο σαφείς τις μεταβλητές για τις οποίες μιλούσαν. Η επανεξέταση αυτή, που αποτελεί και διδακτικό στόχο, είχε σαν αποτέλεσμα την αναδιατύπωση των ιδεών που αφορούσαν τις μεταβλητές του όγκου, της θερμοκρασίας και της κίνησης (Εικ. 1.3.) την συμπλήρωση της διατύπωσης που αφορά τη μεταβλητή του σχήματος και την επιβεβαίωση των φράσεων που χρησιμοποιήθηκαν εξ αρχής για να περιγράψουν τις αντιλήψεις σχετικά με τη συμπίεστότητα, τη διαφάνεια και το βάρος του αέρα (Εικ. 1.4.). Για τις 4 μεταβλητές που χρειάστηκε να αλλάξει ή να συμπληρωθεί η αρχική διατύπωση, οι συμμετέχοντες συνεργάστηκαν και για να διατυπώσουν, σύμφωνα με τον αντίστοιχο στόχο, τη συμπερασματική έκφραση που θεωρήθηκε καταλληλότερη. Ομοίως για τις μεταβλητές που δεν χρειάστηκαν τροποποίηση, οι συμμετέχοντες αξιολόγησαν τα ευρήματα και κατέληξαν πως η υπάρχουσα διατύπωση ήταν ικανοποιητική.

1.8.2. Οι ιδιότητες του αέρα

1.8.2.1 Όγκος

Απόσπασμα 5

B: Όταν τρέχουμε μπαίνει ο αέρας μέσα και φουσκώνει.

Δ: Στη σακούλα.

B: Και μετά όταν το κλείσεις απότομα, εε τον κρατάει μέσα τον αέρα.

Π: Ναι. Και κάνω έτσι και σκάει -χτυπάει παλαμάκι- και φεύγει ο αέρας.

Ερμηνεία: Από την αναφορά του αέρα ως αίτιο μεταβολής του σχήματος της σακούλας: «μπαίνει ο αέρας μέσα και φουσκώνει» και «κρατάει μέσα τον αέρα», διαπιστώνεται πως οι μαθητές αντιλαμβάνονται τον όγκο ως χαρακτηριστικό του αέρα. Μιλούν για τη μεταβλητή του όγκου του αέρα, χωρίς όμως να την ονομάζουν. Η σύνδεση των μεταβλητών σχήμα σακούλας - όγκος αέρα, επεκτείνεται με την αναγνώριση ότι μείωση του όγκου της σακούλας συνεπάγεται και αντίστοιχη μείωση/έξοδο του αέρα: «σκάει και φεύγει ο αέρας».

1.8.2.2. Σχήμα

Απόσπασμα 6

Δ: ... Γ για πες μου, τώρα που έχω κάνει το μπαλόني μακρουλό, ο αέρας μέσα τι σχήμα έχει;

B: Ότι σχήμα έχει και το μπαλόني.

Δ: Τώρα όμως [ενώ μιλάει, παύει να πιέζει το μπαλόني] είναι

Π: Στρογγυλό ... περίπου οβάλ

B: Στρογγυλό.

Δ: Οπότε/ μήπως μπορούμε να βγάλουμε ένα αποτέλεσμα για το σχήμα του αέρα;

Σ: Ναι ... άμα το πιέσουμε θα πάει ο αέρας από την κάτω και από την πάνω πλευρά.

Π: Αλλάζει ... αν τον βάλουμε σε ένα υλικό μέσα τον αέρα, μπορούμε να του δώσουμε σχήμα ... Το σχήμα του.

Π,Λ: εξαρτάται από το σχήμα του υλικού.

Π: ... Άμα το πιέσουμε πολύ πολύ πολύ , θα αλλάξει το σχήμα του αέρα.

Ερμηνεία: Ως «υλικά» αναφέρονται τα διαφορετικά αντικείμενα που χρησιμοποιούνται για τη διερεύνηση των ιδεών που διατυπώνονται. Προσεγγίζοντας το σχήμα του αέρα ως μία ιδιότητα που προκύπτει όταν ο αέρας βρίσκεται εντός δοχείου: «αν τον βάλουμε σε ένα υλικό μέσα τον αέρα, μπορούμε να του δώσουμε σχήμα», ο Π διακρίνει τις μεταβλητές σχήμα δοχείου – σχήμα αέρα. Ταυτόχρονα, άλλοι συμμετέχοντες υποστηρίζουν την αλληλεξάρτηση των δύο μεταβλητών συσχετίζοντας το σχήμα μίας αέρας μάζας με το σχήμα του δοχείου στο οποίο περιέχεται η μάζα αυτή και αναφέρουν πως ο αέρας έχει «Ότι σχήμα έχει και το μπαλόνι», «Το σχήμα του εξαρτάται από το σχήμα του υλικού» και αν πιέσουμε το δοχείο «θα αλλάξει το σχήμα του αέρα».

1.8.2.3. Κίνηση

Απόσπασμα 7

Δ: ... Ο αέρας κινείται; Δεν κινείται; Πως γίνεται; ...

Λ: Κινείται ο αέρας.

Π: Ε βέβαια κινείται, πάντα ... κάποιες φορές μπορεί να μην έχει αέρα. Εννοώ έχει αέρα, απλά δε τον νιώθουμε εμείς.

...

Β: Τώρα. Δε τον νιώθουμε τον αέρα, αλλά ... κουνιέται κάπως ... Εδώ, παντού. - κουνάει τα χέρια γύρω από το κεφάλι-

Ερμηνεία: Οι συμμετέχοντες διατυπώνουν την άποψη ότι ο αέρας κινείται: «Κινείται ο αέρας», «βέβαια κινείται, πάντα», «κουνιέται κάπως». Ένας μάλιστα αναφέρεται σε κινούμενο αέρα γλωσσικά: «κουνιέται κάπως...Εδώ, παντού» και εξωγλωσσικά, με κίνηση των χεριών του, και τον εντοπίζει στον εσωτερικό χώρο που γίνονται οι συναντήσεις. Ακόμα, παρατηρείται σύνδεση ανάμεσα στην αισθητηριακή αντίληψή του αέρα και στις μεταβλητές της κίνησης και ύπαρξής του. Συγκεκριμένα η ύπαρξη και η κίνηση του αέρα αναφέρονται ως σταθερές και ανεξάρτητες από το αν ο αέρας γίνεται αντιληπτός: «έχει αέρα, απλά δε τον νιώθουμε εμείς» και «Δε τον νιώθουμε τον αέρα, αλλά ...κουνιέται κάπως».

1.8.2.4. Μεταβολή θερμοκρασίας

Απόσπασμα 8

Δ: ... Φανταστείτε αυτό το δωμάτιο ότι του έχουμε κλειστές πόρτες και παράθυρα...
Το πρωί που έρχονται οι μαθητές το χειμώνα...

Σ: Ο αέρας είναι ... αν ανάψουμε το air-condition ζεστός.

Δ: Πριν το ανάψουμε το air-condition.

Σ: Κρύος.

Δ: Και μετά ανάβουμε το καλοριφέρ και το air-condition τι θα γίνει;

Σ: Ο κρύος αέρας; Θα ζεσταθεί.

...

Β: Όχι, θα γίνει και ζεστός και κρύος, το ίδιο, ε μαζί. Αφού θα τα ενώσουμε.

Δ: Μαζί. Κι άμα ... ανοίξουμε το καλοριφέρ όλη μέρα;

Β: Θα είναι μόνο ζεστός.

Ερμηνεία: Οι μαθητές αναφέρονται στη μεταβλητή της θερμοκρασίας του αέρα μέσω των διαφορετικών τιμών που παίρνει: «ζεστός», «κρύος αέρας», «ζεστός και κρύος», «μόνο ζεστός». Ο Σ περιγράφει τη μεταβολή της θερμοκρασίας χρησιμοποιώντας μόνο τις ακραίες τιμές: «ζεστός». «κρύος», «Ο κρύος αέρας; Θα ζεσταθεί», ενώ ο Β εντοπίζει πέρα από τις ακραίες και ενδιάμεσες τιμές, τις οποίες προσεγγίζει περιγραφικά: «θα γίνει και ζεστός και κρύος...μαζί», ως μεταβατικό στάδιο μέχρι να καταλήξει να «είναι μόνο ζεστός»

1.8.2.5. Βάρος

Απόσπασμα 9

Δ: ... Τ σε ρώτησα πριν ... Έχει βάρος ο αέρας;

Σ: Όχι.

Π: Ναι. -Απευθύνεται στον Τ με ένταση-

...

Λ: Είναι 2 γραμμάρια.

...

Β: 3 γραμμάρια.

Π: Δε συμφωνώ ... Είναι απαλός σαν πούπουλο ... Πανέλαφρος, πανάλαφρος.

...

Δ: ... θα μπορούσαμε να τον ζυγίσουμε;

Π: Ναι, αν μπορούσαμε να τον πιάσουμε κι αν δεν έφευγε.

...

Σ: Μπορούμε να τον ζυγίσουμε.

Ερμηνεία: Από τις εκφράσεις: «Όχι», «Ναι», «2 γραμμάρια», «3 γραμμάρια», «σαν πούπουλο...πανάλαφρος» εξάγεται πως οι μαθητές έχουν αντίληψη και τοποθετούνται για τη μεταβλητή του βάρους. Οι δύο συμμετέχοντες που φαίνεται να δηλώνουν πως ο αέρας είτε δεν έχει βάρος: «όχι», είτε έχει μηδενικό βάρος «σαν πούπουλο...πανάλαφρος», πιο μετά αναφέρουν πως μπορεί να γίνει ζύγιση του αέρα: «Μπορούμε να τον ζυγίσουμε» με κάποιες προϋποθέσεις: «αν μπορούσαμε να τον πιάσουμε κι αν δεν έφευγε». Η αποδοχή πως ο αέρας μπορεί να ζυγιστεί σημαίνει πως αντιλαμβάνονται το βάρος σαν ιδιότητα του αέρα και οι αρχικές τους εκτιμήσεις ίσως αφορούσαν τις μικρές, σχεδόν μηδενικές τιμές που θεωρούσαν ότι θα έχει μία τέτοια μέτρηση.

1.8.2.6. Συμπιεστότητα

Απόσπασμα 10

Δ: ... έχουμε ένα μπουκάλι το πιάσαμε ... δεν τσαλακώθηκε τελείως...

...

Σ: Ο αέρας.

Π: Σφίγγεται κι εκείνος κι αναγκάζεται να πάει από πάνω.

...

Σ: Τοο. Αλλιώς ζουλιέται.

...

Λ: Χμ, ναι πιέζεται.

Ερμηνεία: Από τις εκφράσεις: «Σφίγγεται κι εκείνος», «ζουλιέται», «πιέζεται» γίνεται φανερό πως οι συμμετέχοντες μιλούν για τη συμπιεστότητα ως ιδιότητα του αέρα.

Απόσπασμα 11

Π: ... δεν μπορούμε να τον πιέσουμε σ' εκείνο [δείχνει προς τα υλικά] ... στο βάζο. Γιατί είναι τόσο σκληρά που δεν πιέζεται ... Δεν πιέζεται ... αυτό καθόλου ... Γιατί είναι το γυαλί.

Λ: Και το γυαλί δεν πιέζεται.

...

Π: Το γυαλί, το γυαλί δε μας αφήνει να το πιέσουμε.

Ερμηνεία: Ο Π εντοπίζει την αδυναμία ελέγχου της συμπιεστότητας του αέρα αξιοποιώντας το γυάλινο βάζο: «δεν μπορούμε να τον πιέσουμε...στο βάζο», «Δεν πιέζεται...αυτό καθόλου». Η εξήγηση της αδυναμίας αυτής: «Γιατί είναι τόσο σκληρά που δεν πιέζεται», «Γιατί είναι το γυαλί», «Και το γυαλί δεν πιέζεται», «το γυαλί δε μας αφήνει να το πιέσουμε», φανερώνει πως οι συμμετέχοντες κάνουν διάκριση ανάμεσα στη δυνατότητα συμπίεσης του γυαλιού και την αντίστοιχη δυνατότητα του αέρα. Η διάκριση των δύο μεταβλητών ισχυροποιεί την ερμηνεία πως οι αναφερόμενοι συμμετέχοντες εντοπίζουν και επεξεργάζονται τη μεταβλητή της συμπιεστότητας του αέρα.

1.8.2.7. Ορατότητα

Απόσπασμα 12

Β: Εε αν [το σφουγγάρι] το ζουλήξουμε, από τόσες πολλές τρυπούλες, θα βγει από παντού ο αέρας.

Δ: Και πώς θα το ξέρουμε; Θα το δούμε;

Π: Ναι, φαίνεται η σκόνη του αέρα. Φαίνεται η σκόνη του αέρα.

Β: Ναι, γιατί έχει.

...

Π: Το· δωσ' μου λίγο να σας δείξω. Ε, σβήνουμε τον πίνακα και· και μαζεύουμε μέσα τη σκόνη [παίρνει το σφουγγάρι και κάνει όσα περιγράφει]. Δηλαδή τη σκόνη που έχει η κιμωλία, που και· όταν το πιέσουμε πολύ πολύ, ορίστε! Αέρας! ... Δεν είν' ακριβώς αέρας αυτό, είναι σκόνη.

Ερμηνεία: Οι μαθητές κάνουν διάκριση ανάμεσα στον αέρα και στη σκόνη: «η σκόνη του αέρα», «τη σκόνη που έχει η κιμωλία», «Δεν είν' ακριβώς αέρας αυτό, είναι

σκόνη». Ακόμα, παρατηρείται ότι συνδέουν την κίνηση της σκόνης, η οποία είναι ορατά αντιληπτή: «φαίνεται η σκόνη του αέρα», «ορίστε!», με την κίνηση του αέρα: «θα βγει από παντού ο αέρας», η οποία δεν είναι ορατή. Η διάκριση του αέρα και της σκόνης γίνεται με κριτήριο την ορατότητα ή μη ορατότητά τους, ενώ η συσχέτιση της κίνησης των δύο μεταβλητών αποτελεί επέκταση της ιδέας πως ο αέρας δεν φαίνεται.

1.8.2.8. Σχετική Κίνηση

Απόσπασμα 13

Δ: Φανταστείτε ότι είμαστε έξω ... κι ο αέρας κινείται ... από το παράθυρο και προς τη βρύση [←] ... κι εγώ κινούμαι προς το παράθυρο [→] ... προς τα πού θα πήγαιναν τα μαλλιά;

Σ: Επάνω

Β: Πίσω [←].

Σ: Α ναι, πίσω.

Π: Άμα πηγαίνατε προς τα εκεί [→], θα ερχόνται πίσω, άμα πηγαίνετε προς τα εκεί [←] θα ερχόνται μπροστά.

Δ: Άμα πήγαινα δηλαδή προς τη βρύση [←] ... τα μαλλιά μου θα πηγαίνανε πίσω ή μπροστά;

Σ: Μπροστά

Λ: Προς το πρόσωπό σας.

Β: Ε, δεν πάνε πίσω.

Π: ... ανάλογα, σε μερικές περιπτώσεις πάνε μπροστά ή πίσω.

Σχολιασμός: Η συζήτηση αφορά το υποθετικό σενάριο κίνησης ενός παρατηρητή σε εξωτερικό χώρο όπου φυσάει προς καθορισμένη κατεύθυνση. Οι κατευθύνσεις κίνησης του αέρα και του παρατηρητή σημειώνονται με βέλη. Αρχικά ο παρατηρητής κινείται αντίθετα και στη συνέχεια παράλληλα με τον αέρα.

Ερμηνεία: Ανεξάρτητα από τη φορά κίνησης του παρατηρητή, αντίθετα ή παράλληλα από τη φορά κίνησης του αέρα, τα μαλλιά του ακολουθούν τη φορά κίνησης του αέρα: «Πίσω», «Α ναι, πίσω», «θα ερχόνται πίσω» ή «θα ερχόνται μπροστά», «Μπροστά», «Προς το πρόσωπό σας» αντίστοιχά. Ένας μόνο συμμετέχων αναφέρει ότι «σε μερικές περιπτώσεις πάνε μπροστά ή πίσω», κάτι που είναι συμβατό με το εμπειρικό βίωμα, καθώς πολύ δύσκολα στη φύση συναντάμε άνεμο με σταθερή κατεύθυνση κίνησης.

2. Τα αποτελέσματα

Στις συναντήσεις που πραγματοποιήθηκαν, οι συμμετέχοντες φάνηκε πως ήταν σε θέση να αξιοποίησαν ένα πλήθος δεξιοτήτων διερεύνησης, οι οποίες αναφέρονται στη συνέχεια, για να προσεγγίσουν την έννοια του αέρα πολύπλευρα. Για καθεμία από τις μακροσκοπικές ιδιότητες του αέρα που συζητήθηκαν, παρουσιάζονται οι ιδέες των μαθητών που αναδεικνύουν τη μαθησιακή τους πορεία και κάποιες συνδέσεις που εντοπίστηκαν με άλλες ιδιότητες. Όπως στο υποκεφάλαιο που αφορά την ανάλυση των δεδομένων (Κεφ. 1.8.), έτσι και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ομαδοποιημένα σε δύο θεματικές: την ανάπτυξη δεξιοτήτων, όπως προκύπτουν από τους γενικούς στόχους της διδασκαλίας και την επεξεργασία μακροσκοπικών ιδιοτήτων του αέρα.

2.1. Οι δεξιότητες διερεύνησης

Από τη διαδικασία ανάλυσης δεδομένων, διαπιστώθηκε πως οι συμμετέχοντες διέθεταν σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό τις δεξιότητες που έχουν περιγραφεί στους γενικούς διδακτικούς στόχους (βλ. Κεφ. 1.5.), οι οποίες ήταν χρήσιμες για την προσέγγιση και επεξεργασία της έννοιας του αέρα. Πιο συγκεκριμένα:

2.1.1. Εντοπισμός ιδιοτήτων/μεταβλητών

Οι συμμετέχοντες αναφέρθηκαν από την πρώτη συνάντηση σε μεταβλητές/ιδιότητες του αέρα μέσω παραδειγμάτων. Για την καταγραφή των πρώτων ιδιοτήτων στον εννοιολογικό χάρτη, χρειάστηκε να γίνουν αρκετές επεξηγηματικές ερωτήσεις προς τους μαθητές και να καθοριστεί από την εκπαιδευτικό τί από όσα λέγονταν θα καταγραφόταν και στον εννοιολογικό χάρτη. Σταδιακά οι συμμετέχοντες εντόπιζαν ότι κάποια παραδείγματα που ανέφεραν, εντάσσονταν σε κάποια από τις ήδη καταγεγραμμένες ιδέες, οπότε δε χρειαζόταν να προστεθεί κάτι στο χάρτη. Στη δεύτερη κιόλας συνάντηση δύο από τους συμμετέχοντες αναγνώρισαν ότι από τη συζήτηση προέκυψε μία ιδιότητα και υποστήριξαν πως ήταν χρήσιμο να καταγραφεί.

2.1.2. Σχεδιασμός διαδικασιών ελέγχου

Πριν τον σχεδιασμό διαδικασιών ελέγχου μίας μεταβλητής, γινόταν αναζήτηση της καταλληλότητας των υλικών μέσων που υποβοηθούσαν τη διερεύνησή της. Στη διερεύνηση της πρώτης μεταβλητής, η καθοδήγηση για τις δύο αυτές διαδικασίες ήταν

έντονη και χρειάστηκε να δοθούν παραδείγματα στους συμμετέχοντες. Όταν όμως αντιλήφθηκαν πως η πρόταση μίας διαδικασίας ελέγχου συνοδευόταν άμεσα από υλοποίηση της δοκιμασίας αυτής -από τους ίδιους ή την εκπαιδευτικό- οι συμμετέχοντες κινητοποιήθηκαν, αυξήθηκε η εμπλοκή τους και περιορίστηκε σταδιακά η καθοδήγηση. Το αποτέλεσμα αυτό έρχεται σε αντίθεση με το εύρημα των Kuhn et al. (2000) πως η δεξιότητα σχεδιασμού πειραματικών διαδικασιών αναπτύσσεται μετά τα 18 έτη.

2.1.3. Διατύπωση υποθέσεων

Η διατύπωση υποθέσεων αν και είχε σημαντική ανάπτυξη, φάνηκε να εξελίσσεται πιο αργά από τη δεξιότητα σχεδιασμού πειραματικών διαδικασιών. Λόγω της επιθυμίας να πάρουν στα χέρια τους τα υλικά, αρχικά οι μαθητές δεν διατύπωναν υποθέσεις και χρειαζόταν να ερωτηθούν. Σε επόμενες περιπτώσεις έκαναν πολύ σύντομες υποθέσεις, ενώ όσο προχωρούσε η επεξεργασία των μεταβλητών σχημάτιζαν πιο ολοκληρωμένες υποθέσεις. Συγκεκριμένα, έφτασαν να συνδυάζουν την πρόταση διαδικασίας ελέγχου μίας μεταβλητής με την υπόθεσή τους για την έκβαση της διαδικασίας, να συνοδεύουν τις υποθέσεις τους με αιτιολόγηση ή ακόμα, να διαφωνούν με τις υποθέσεις άλλων και να διατυπώνουν νέες υποστηρίζοντας ο καθένας την οπτική του πριν την εκτέλεση της διαδικασίας που προτάθηκε.

2.1.4. Εκτέλεση διαδικασιών ελέγχου

Τις πρώτες φορές που δόθηκαν στους συμμετέχοντες υλικά για να εκτελέσουν απλές πειραματικές διαδικασίες, τις πραγματοποιούσαν μεν αλλά είχαν την τάση να παίζουν με τα αντικείμενα και να δημιουργούν εντάσεις για το ποιος θα πάρει στα χέρια του το υλικό. Μειώνοντας το βαθμό αυτονομίας στην εκτέλεση, περιέγραφαν προφορικά τη διαδικασία και η εκπαιδευτικός εκτελούσε όσα περιγράφονταν. Με τον τρόπο αυτό, ήταν πιο εύκολο να παρατηρήσουν τις μεταβολές, καθώς η επίδειξη γινόταν σε πιο προσιτό οπτικά σημείο και περνούσαν με ευκολία στη σύγκριση των παρατηρούμενων μεταβολών με τις υποθέσεις που είχαν προηγηθεί. Στην ίδια λογική, δοκιμάστηκε για κάποιες διαδικασίες ελέγχου, το υλικό να δίνεται διαδοχικά στα χέρια των συμμετεχόντων για περιορισμένο χρόνο, ώστε να ξαναεκτελούν την πειραματική διαδικασία. Σε αυτές τις περιπτώσεις, οι μαθητές ακολούθησαν τις οδηγίες και συμμετείχαν πιο ενεργητικά στη διατύπωση παρατηρήσεων και υποθέσεων. Η ανάπτυξη της εν λόγω δεξιότητας ήταν πιο εμφανής κατά την τελευταία πειραματική

διαδικασία όπου αυξήθηκε ο βαθμός συμμετοχής των μαθητών -ανέλαβαν τη λήψη και την καταγραφή μετρήσεων- και εκείνοι ανταποκρίθηκαν με μεγάλη υπευθυνότητα. Η εξέλιξη στη στάση των μαθητών απέναντι στις πειραματικές διαδικασίες και η αυξανόμενη εμπλοκή τους συμφωνεί με τις μελέτες (Klahr & Nigam, 2004· Strand-Cary & Klahr, 2008) που υποστηρίζουν πως μαθητές 5 έως 11 ετών μπορούν να εκπαιδευτούν σε πειραματικές διαδικασίες όπου διαφοροποιείται μία μόνο μεταβλητή.

2.1.5. Παρατήρηση

Οι μαθητές διέθεταν την δεξιότητα παρατήρησης μεταβολών στο περιβάλλον τους αλλά και στα υλικά που αξιοποιήθηκαν για τη διερεύνηση των ιδιοτήτων του αέρα. Προσεγγίζοντας με μία ευρεία οπτική τη δεξιότητα της παρατήρησης εντοπίστηκε εξέλιξη και εδώ. Η ανάπτυξη της εν λόγω δεξιότητας αφορούσε: α) την αιτιολόγηση των παρατηρούμενων μεταβολών που παρουσιαζόταν όλο και πιο συχνά, β) τον τρόπο περιγραφής των παρατηρούμενων μεταβολών, ο οποίος έγινε σταδιακά πιο λεπτομερής και εμπλουτίστηκε με μη γλωσσικά στοιχεία και γ) την αντιπαραβολή μίας μεταβολής με αντίστοιχες μεταβολές που είχαν προηγηθεί χρονικά, για παράδειγμα λόγω επανάληψης μίας διαδικασίας ελέγχου.

2.1.6. Διατύπωση συμπερασματικών εκφράσεων

Η διατύπωση συμπερασματικών εκφράσεων γινόταν σε δύο επίπεδα. Σε πρώτο επίπεδο, ολοκληρώνοντας τη διερεύνηση μιας μεταβλητής, οι συμμετέχοντες κατέληγαν σε μια κοινά αποδεκτή άποψη. Σε δεύτερο επίπεδο, η άποψη αυτή, ερχόταν σε αντιπαραβολή με την αρχική -ήδη καταγεγραμμένη στον εννοιολογικό χάρτη- διατύπωση που αφορούσε τη συγκεκριμένη μεταβλητή. Γινόταν αξιολόγηση αν η υπάρχουσα διατύπωση χρειάζεται μεταβολή, διευκρίνηση ή προσθήκη και η συζήτηση διαρκούσε μέχρι να διαμορφωθεί μία διατύπωση που να συμφωνούν όλοι οι μαθητές. Το ομόφωνο συμπέρασμα αντικαθιστούσε την υπάρχουσα διατύπωση στον εννοιολογικό χάρτη. Η διαδικασία σύγκρισης και σχηματισμού των τελικών διατυπώσεων για κάθε μεταβλητή, αρχικά χρειάστηκε αρκετή καθοδήγηση με ερωτήσεις και ενθάρρυνση από την εκπαιδευτικό. Σταδιακά η καθοδήγηση μειώθηκε και παρατηρήθηκε πως κάποιοι συμμετέχοντες ήταν περισσότερο κινητοποιημένοι να συμβάλλουν στη διαδικασία σχηματισμού των συμπερασματικών αυτών εκφράσεων,

ιδιαίτερος στην αντιπαραβολή της αρχικής διατύπωσης με την άποψη που είχε εξαχθεί από τη διερεύνηση.

2.1.7. Ενεργητική ακρόαση

Οι συμμετέχοντες από νωρίς έδειξαν να προσέχουν όσα λέγονταν από τους συμμαθητές τους. Όμως δεν ήταν εξ αρχής σε θέση να αξιοποιήσουν κατάλληλα όσα άκουγαν. Ορισμένοι μαθητές διέκοπταν εκείνον που μιλούσε για να εκφράσουν τη δική τους αντίθετη άποψη ή πετάγονταν ολοκληρώνοντας το σκεπτικό του ομιλητή για να έχουν την ικανοποίηση ότι το είπαν πρώτοι. Μετά από αρκετές παρεμβάσεις της εκπαιδευτικού και αφού οι συμμετέχοντες διαπίστωσαν ότι δινόταν χρόνος σε όλους για να μιλήσουν, μειώθηκαν αυτές οι συμπεριφορές. Σταδιακά, οι μαθητές άρχισαν να χρησιμοποιούν πιο περιγραφικό, ολοκληρωμένο λόγο και εμφανίστηκαν διαλογικές συζητήσεις περιορισμένου χρόνου στις οποίες σχεδόν απείχε η εκπαιδευτικός. Σε αυτές, οι συμμετέχοντες περίμεναν ο ένας τον άλλο, συμπλήρωναν μία άποψη με νέα επιχειρήματα ή διατύπωναν αντίθετες απόψεις προσπαθώντας να πείσουν τους συνομιλητές τους. Με τον τρόπο αυτό, κάποιες απόψεις ενισχύονταν αποκτώντας περισσότερους υποστηρικτές και κάποιες απορρίπτονταν.

2.1.8. Αιτιολόγηση / επιχειρηματολογία

Σε άμεση συσχέτιση με την ενεργητική ακρόαση, η δεξιότητα ανάπτυξης επιχειρημάτων εντοπίστηκε να συνοδεύει πολύ συχνά την παρατήρηση, τη διατύπωση υποθέσεων και συμπερασμάτων και λιγότερο συχνά τον εντοπισμό ιδεών. Στην αρχή υποστηρίχθηκαν οι συμμετέχοντες ώστε να περιοριστεί η άτακτη αλληλοεπικαλυπτόμενη ομιλία και να μην χρησιμοποιείται η αύξηση στην ένταση της φωνής ως τρόπος επιβολής της εκφερόμενης γνώμης. Αργότερα όμως, από την 3^η συνάντηση και μετά άρχισε να αναπτύσσεται διάλογος με πολύ περιορισμένη παρέμβαση της εκπαιδευτικού. Οι μαθητές αντλούσαν επιχειρήματα από το φυσικό περιβάλλον, από καθημερινά τους βιώματα, ενώ εμφανίστηκαν και επιρροές από ταινίες. Επιχειρηματικός λόγος καταγράφηκε πιο έντονα και σε πιο ολοκληρωμένη μορφή στις μεταβλητές όπου η επεξεργασία βασιζόταν στη συζήτηση, χωρίς να περιλαμβάνει αξιοποίηση υλικών μέσων.

2.2. Οι ιδιότητες του αέρα

Από τις μακροσκοπικές ιδιότητες του αέρα που συζητήθηκαν στα πλαίσια της έρευνας, άλλες είχαν διατυπωθεί ως στόχοι στην αρχική διδακτική πρόταση (όγκος, συμπιεστότητα, κίνηση, θερμοκρασία, βάρος) και άλλες προέκυψαν από τους συμμετέχοντες χωρίς να έχουν προβλεφθεί και εντάχθηκαν ως προσθήκες στον αρχικό σχεδιασμό (διαφάνεια, σχήμα, σχετική κίνηση αέρα-ανθρώπου). Στο παρόν υποκεφάλαιο γίνεται αναφορά στην ιδέα ή τις ιδέες που στοιχειοθετούν τη μαθησιακή πορεία των συμμετεχόντων ανά ιδιότητα του αέρα.

2.2.1. Όγκος

Οι μαθητές ελέγχοντας με τη βοήθεια των υλικών που είχαν επιλέξει τη μεταβλητή του όγκου, κατέληξαν χωρίς δυσκολία στη διαπίστωση ότι ο αέρας μπορεί να μπει σε αντικείμενα. Η αιτιολόγηση της άποψης αυτής αρχικά βασίστηκε στην ορατή μεταβολή του όγκου που προκαλούσε ο αέρας σε ορισμένα υλικά. Αργότερα, φάνηκε να αντιλαμβάνονται οι συμμετέχοντες τον χώρο που καταλαμβάνει ο αέρας από την αδυναμία κατάληψης του ίδιου χώρου από άλλα υλικά σώματα όπως το νερό. Προτάθηκε μάλιστα και συσχέτιση ανάμεσα στην ποσότητα του αέρα που απομακρύνεται και την αντίστοιχη ποσότητα νερού που εικάζεται ότι θα πάρει τη θέση του. Η έννοια του όγκου συσχετίστηκε με το σχήμα αλλά και τη συμπιεστότητα του αέρα.

2.2.2. Σχήμα

Το σχήμα μιας αέριας μάζας προσεγγίστηκε μέσω αντικειμένων που περιείχαν αέρα και με μικρή πίεση μεταβαλλόταν το σχήμα τους. Οι συμμετέχοντες συσχέτισαν αμέσως το σχήμα του δοχείου με το αντίστοιχο σχήμα του περιεχόμενου αέρα. Η σύνδεση αυτή εκφράστηκε ως αλλαγή του σχήματος της αέριας μάζας όταν μεταβάλλεται το σχήμα του δοχείου, αλλά και ως αλλαγή στο σχήμα ελαστικού δοχείου όταν μεταβάλλεται η ποσότητα του περιεχόμενου αέρα. Σε μία από τις συναντήσεις όπου έγινε αναφορά στο σχήμα μια αέριας μάζας, ως δοχεία αναφέρθηκαν όχι μόνο αντικείμενα μικρού μεγέθους αλλά και μεγαλύτερα ‘δοχεία’ όπως η αίθουσα.

2.2.3. Κίνηση

Οι συμμετέχοντες διατύπωσαν από την πρώτη κιόλας συνάντηση την ιδέα ότι ο αέρας προκαλεί μεταβολές στην κίνηση άλλων αντικειμένων. Οι μεταβολές αυτές αλλά και η αίσθηση του αέρα στο σώμα, υποστηρίχθηκε ότι καθιστούσαν τον αέρα αντιληπτό. Για το αν όμως ο ίδιος ο αέρας κινείται και προς ποια κατεύθυνση δεν υπήρχε συμφωνία από την αρχή. Στις συναντήσεις όπου η κίνηση του αέρα ήταν κεντρικό θέμα συζήτησης, οι συμμετέχοντες κατέληξαν στην άποψη ότι ο αέρας κινείται συνεχώς σε εξωτερικούς και εσωτερικούς χώρους, ακόμα και όταν δεν υπάρχουν ορατές μεταβολές στο περιβάλλον. Η ταχύτητα κίνησης του αέρα θεωρήθηκε ότι είναι μικρότερη όταν ο καιρός είναι πιο ζεστός αλλά η άποψη αυτή δεν υποστηρίχθηκε αρκετά από επιχειρήματα.

Στα πλαίσια της συζήτησης για την κίνηση του αέρα εμφανίστηκε κατ' επανάληψη η ιδέα πως αν ο αέρας παρέμενε ακίνητος θα σάπιζε και θα προκαλούσε τον θάνατο σε όποιον τον ανέπνεε.

2.2.4. Μεταβολή θερμοκρασίας

Οι συμμετέχοντες από νωρίς έκαναν διάκριση ανάμεσα σε ζεστό και κρύο αέρα, προσεγγίζοντας στη συνέχεια την μεταβλητή της θερμοκρασίας μέσω ενός συνεχούς τιμών που αυτή μπορεί να πάρει. Αρχικά, ακραίες τιμές της θερμοκρασίας εντοπίστηκαν σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές και οι μαθητές τις απέδωσαν κατά κύριο λόγο στο κλίμα των περιοχών αυτών. Η ερευνητική υπόθεση όμως για εμφάνιση της ιδέας ότι υπάρχει σταθερά κρύος και σταθερά ζεστός αέρας δεν επαληθεύτηκε καθώς σε επόμενο επίπεδο επεξεργασίας, οι συμμετέχοντες κατέληξαν πως μία σχετικά σταθερή μάζα αέρα μπορεί να αλλάζει σταδιακά θερμοκρασία τόσο σε εξωτερικό χώρο -λόγω του ήλιου ή της θερμοκρασίας περιβάλλοντος-, όσο και σε εσωτερικό χώρο. Τέλος επισημάνθηκε πως η μεταβλητή της θερμοκρασίας δεν επηρεάζει τη μεταβλητή της κίνησης, καθώς όλοι συμφώνησαν πως ο αέρας είτε ζεστός, είτε κρύος κινείται από το ένα μέρος στο άλλο.

2.2.5. Βάρος

Στα πλαίσια επεξεργασίας της κίνησης του αέρα, εντοπίστηκαν δηλώσεις -χωρίς υποστήριξη- που ήθελαν τον αέρα να έχει την τάση να κινηθεί προς τα πάνω, προς τα κάτω, προς τα πάνω και κάτω ή προς όλες τις κατευθύνσεις. Παρόλα αυτά στην κατάκτηση της έννοια του βάρους του αέρα δεν παρουσιάστηκαν δυσκολίες. Οι μισοί

συμμετέχοντες ήδη από τα πρώτα ερωτήματα υποστήριζαν ότι ο αέρας έχει μικρό βάρος, ενώ όλοι συμφωνούσαν πως αν περιοριστεί σε ένα δοχείο, μπορεί να ζυγιστεί. Η ζύγιση του αέρα είχε σαν αποτέλεσμα την ομόφωνη θεώρηση πως ο αέρας έχει βάρος.

2.2.6. Συμπιεστότητα

Από πολύ νωρίς οι συμμετέχοντες διέκριναν πως αντικείμενα που κλείνουν περιέχουν αέρα. Σε αντικείμενα μάλιστα με εύκαμπτο περίβλημα, παρατήρησαν πως η πίεση και παραμόρφωσή τους, συνεπαγόταν και αντίστοιχη συμπίεση του περιεχόμενου σε αυτά αέρα. Έτσι κατέληξαν με μεγάλη ευκολία στο ότι η συμπιεστότητα είναι μία από τις ιδιότητες του αέρα, συνδέοντάς την όμως σταθερά με την ιδιότητα του όγκου. Εντύπωση προκαλεί το γεγονός πως σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Brook & Driver, 1989, όπ. αν. στο Driver et al., 2000) η αντίληψη της συμπιεστότητας του αέρα αν και εμφανίζεται συνδεδεμένη με τον όγκο, δεν φαίνεται να έχει ανιχνευθεί σε παιδιά κάτω των 12 ετών.

2.2.7. Ορατότητα

Υπήρχε ήδη από τις πρώτες συναντήσεις ομοφωνία στην άποψη ότι ο αέρας δεν είναι ορατός χωρίς αυτό να εμποδίζει την αντίληψη περί ύπαρξης του αέρα. Αυτό έρχεται σε σύγκρουση με την ιδέα πως ο αέρας δε φαίνεται άρα δεν υπάρχει, η οποία έχει εντοπιστεί βιβλιογραφικά σε μαθητές αυτής της ηλικίας (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2005). Σύμφωνα με τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, η αδυναμία οπτικής αντίληψης του αέρα συνδυάστηκε από τους συμμετέχοντες με την ορατή μεταβολή του όγκου σε αντικείμενα που γεμίζει και με την παρατήρηση σωματιδίων όπως η σκόνη ή οι υδρατμοί, τα οποία υποστήριζαν ότι υποδεικνύουν και αντίστοιχη κίνηση του μη ορατού αέρα.

2.2.8. Σχετική κίνηση

Ως προς τη σχετική κίνηση αέρα-παρατηρητή υποστηρίχθηκε ότι ανεξάρτητα με την κατεύθυνση κίνησης του παρατηρητή σε εξωτερικό χώρο, τα μαλλιά του παρατηρητή θα κινηθούν στην κατεύθυνση κίνησης του αέρα. Στο υποθετικό σενάριο παρατηρητή που κινείται στην κατεύθυνση του αέρα, αλλά με μεγαλύτερη ταχύτητα διατυπώθηκαν πολλές διαφορετικές απόψεις χωρίς κάποια να ικανοποιεί τους συμμετέχοντες. Σχετικά με την κίνηση του αέρα ως προς ένα σταθερό εμπόδιο, θεωρήθηκε ότι ο κινούμενος αέρας θα συγκρουστεί με το σταθερό εμπόδιο, γεγονός που αποτελεί και

ισχυρή ένδειξη της υλικής υπόστασης του αέρα. Τέλος, αναφορικά με την σχετική κίνηση δύο αερίων μαζών, δύο συμμετέχοντες μίλησαν για σύγκρουση αερίων μαζών που κινούνται προς ένα σημείο από αντίθετες κατευθύνσεις. Ενδιαφέρον έχει ότι υποστηρίχθηκε από έναν μαθητή και η αντίθετη άποψη, η οποία αποδόθηκε στην αδυναμία αισθητηριακής αντίληψης της εν λόγω «σύγκρουσης», ενώ εντοπίζονται και στοιχεία που δείχνουν ότι ίσως ο συγκεκριμένος αντιλαμβάνεται τον ατμοσφαιρικό αέρα ως ενιαία μάζα που δεν διαχωρίζεται επομένως και δεν συγκρούεται.

3. Τα συμπεράσματα

Κατά τον σχεδιασμό της διδακτικής πρότασης για τη διερεύνηση των εννοιολογήσεων μαθητών 7-8 ετών σχετικά με τον αέρα, θεωρήθηκε ότι οι συμμετέχοντες χρειαζόταν να αναπτύξουν ορισμένες δεξιότητες διερεύνησης ώστε να προσεγγίσουν τις μακροσκοπικές ιδιότητες του αέρα.

Διατρέχοντας τα αποτελέσματα της ανάλυσης δεδομένων, διαπιστώνεται κατ' αρχάς πως οι συμμετέχοντες αξιοποίησαν με καθοδήγηση δεξιότητες που σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό φάνηκε να διαθέτουν, με στόχο να προσεγγίσουν και να επεξεργαστούν την έννοια του αέρα. Πιο συγκεκριμένα, εντόπισαν ιδιότητες του αέρα, είτε ονομάζοντάς τες ως μεταβλητές είτε περιγράφοντάς τες μέσω διαφορετικών τιμών τους, υποστήριξαν το σκεπτικό τους με επιχειρήματα, διαλέχθηκαν με άλλους συμμετέχοντες και την εκπαιδευτικό. Σε επόμενο επίπεδο, οι μαθητές προχώρησαν σε επεξεργασία των ιδεών που διατυπώθηκαν, προτείνοντας διαδικασίες ελέγχου των μεταβλητών, διατυπώνοντας υποθέσεις και βοηθώντας στη υλοποίησή των δοκιμασιών αυτών. Μετά τις διαδικασίες ελέγχου, επανεξετάζοντας τις αρχικές εκφράσεις και ιδέες τους, τις ισχυροποίησαν με επιχειρήματα ή συνδιαμόρφωσαν διατυπώσεις που θεώρησαν πιο δόκιμες.

Ως προς της εννοιολογήσή του, ο αέρας γίνεται αντιληπτός από τους μαθητές, ήδη από την ηλικία των 7-8 ετών, ως υλικό σώμα. Η κατανόηση της υλικής υπόστασης του αέρα βασίστηκε στα βιώματά των συμμετεχόντων και στη νοητική επεξεργασία αυτών των βιωμάτων έξω από το πλαίσιο της επίσημης εκπαίδευσης. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με όσα υποστηρίζει η βιβλιογραφία των Φ.Ε. αλλά και η επίσημη ελληνική εκπαίδευση, η οποία εντάσσει την έννοια του αέρα ως αυτούσια θεματική στα διδακτικά εγχειρίδια της Δ' τάξης του δημοτικού (μαθητές 9-10 ετών). Η αντίληψη περί υλικής υπόστασης του αέρα εντοπίστηκε έντονα στις ιδέες ότι ο αέρας καταλαμβάνει χώρο, προκαλεί ορατές μεταβολές και μπορεί να συμπιεστεί, οι οποίες υποστηρίχθηκαν με σαφήνεια από νωρίς. Κατά τη διάρκεια της διερεύνησης όμως, έγιναν πιο ξεκάθαρες ή προέκυψαν νέες ιδέες που ισχυροποίησαν την υλικότητα του αέρα. Κυριότερες από αυτές είναι οι αντιλήψεις πως ο αέρας έχει βάρος, κινείται και συγκρούεται με πιθανά εμπόδια. Μέσα από τη διαδικασία επεξεργασίας ιδεών που οι ίδιοι διατύπωσαν, οι συμμετέχοντες (7-8 ετών) κατέληξαν να πλησιάσουν εντυπωσιακά την μετασχηματισμένη επιστημονική γνώση.

Ακόμα, παρουσιάζονται σχέσεις αλληλεξάρτησης ή αλληλεπίδρασης μεταξύ των ιδεών. Η αλληλεξάρτηση εμφανίστηκε όταν οι μαθητές εμβαθύνοντας σε μία ιδιότητα, κατέληξαν να διατυπώνουν νέες ιδιότητες, οι οποίες όμως ήταν σε άμεση συσχέτιση με την αρχική ιδιότητα. Εν προκειμένω, διερευνώντας την ιδιότητα του όγκου, φτάνουν να συζητούν για τη συμπίεστικότητα και το σχήμα μιας ποσότητας αέρα καθώς και παράγοντες που επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά αυτά. Από την άλλη, η αλληλεπίδραση ήταν είτε χρονική και αφορούσε τη αξιοποίηση ήδη διερευνημένων ιδιοτήτων στην επεξεργασία μεταβλητών που προσεγγίζονταν μεταγενέστερα, είτε οριζόντια και σχετιζόταν με τη σύνδεση ιδιοτήτων μεταξύ τους. Χρονική αλληλεπίδραση υπήρξε κατά την διερεύνηση της σχετικής κίνησης του αέρα ως προς παρατηρητή, όπου η κίνηση του αέρα έχει συζητηθεί νωρίτερα και θεωρείται δεδομένη ή κατά την επεξεργασία της μεταβλητής του βάρους, όπου η ιδιότητα του αέρα να καταλαμβάνει όγκο διαμορφώνει την διαδικασία ελέγχου. Αρκετά συχνή είναι και η οριζόντια αλληλεπίδραση των ιδιοτήτων του αέρα, για παράδειγμα ο συνδυασμός της κίνηση με τη θερμοκρασία ή την αδυναμία οπτικής αντίληψης του αέρα. Τέλος, στην πορεία μάθησης που διαμορφώθηκε δεν έλλειψαν παλινδρομήσεις σε προηγούμενες εναλλακτικές ιδέες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Αναγνωστόπουλος, Α., Δόνη, Ε., Καρακώστας, Θ. & Κομνηνού, Φ. (1998). *Κεφάλαια Φυσικής*. Θεσσαλονίκη: Ζήτη.
- Δημοπούλου, Μ., Ζόμπολας, Τ., Μπαμπίλα, Ε., Σκαναβή, Κ., Φραντζή, Α., & Χατζημιχαήλ, Μ. (2013). *Μελέτη περιβάλλοντος Β' δημοτικού*. Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων Διόφαντος.
- Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1993). Οι Ιδέες των Παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες. (Θ. Κρητικός, Β. Σπηλιωτοπούλου-Παπαντωνίου & Α. Σταυρόπουλος, μτφρ. και επιμ.). Αθήνα: Ένωση Ελλήνων Φυσικών Τροχαλία.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. (2000). *Οικοδομώντας τις Έννοιες των Φυσικών Επιστημών: Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών*. (Μ. Χατζή, μτφρ.). Π. Κόκκοτας (επιμ.). Αθήνα: Τυπωθήτω.
- Engelhardt, P. V., Corpuz, E. G., Ozimek, D. J., & Rebello, N. S. (2004, September). The Teaching Experiment- What it is and what it isn't. In *2003 Physics Education Research Conference* (Vol. 720, pp. 157-160).
- Hewitt, G. P. (2013). *Οι Έννοιες της Φυσικής*. Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Inhelder, B., & Piaget, J. (1958). *The growth of logical thinking from childhood to adolescence*. New York: Basic Books. Διαθέσιμο στο: https://books.google.gr/books?hl=en&lr=&id=39cdDv2-PZkC&oi=fnd&pg=PP8&ots=Hio4rydFKS&sig=GicKifKixoXYLY7SpRiCamJtEBQ&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false. (27/2/2022).
- Καλλέρη, Μ. (2016). *Έννοιες και φαινόμενα από τον φυσικό κόσμο για μικρά παιδιά : Ιδέες και προτάσεις για δραστηριότητες από την Ύλη και τις ιδιότητές της, τη Θερμότητα, την Κίνηση, τους Μαγνήτες και τον Διαστημικό χώρο*. Θεσσαλονίκη: Ostracon Publishing p.c.
- Καριώτογλου, Π. (2006). *Παιδαγωγική γνώση περιεχομένου φυσικών επιστημών*. Θεσσαλονίκη: Γράφημα.
- Κασσωτάκης, Μ. & Φλουρής, Γ. (2013). *Μάθηση και Διδασκαλία: Σύγχρονες απόψεις για τις διαδικασίες της μάθησης και της μεθοδολογίας της διδασκαλίας*. (4^η εκδ.). Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.
- Καψάλης, Α. & Νημά, Ε. (2012). *Σύγχρονη Διδακτική*. (2^η εκδ.). Θεσσαλονίκη: Αφοι Κυριακίδη.
- Klahr, D., & Nigam, M. (2004). *The equivalence of learning paths in early science instruction: Effects of direct instruction and discovery learning*. *Psychological science*, 15(10), 661-667.

- Κόκκοτας, Π. (2004). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών: Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών*, μέρος Β (5^η εκδ.). Αθήνα: Συγγραφέας.
- Κόκκοτας, Π., Αλεξόπουλος Δ., Μαλαμίτσα, Κ., Μαντάς, Γ., Παλαμαρά, Μ., Παναγιωτάκη, Π., & Πήλιουρας, Π. (2012). *Μελέτη περιβάλλοντος Δ' δημοτικού*. Πάτρα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων Διόφαντος.
- Komorek, M., & Duit, R. (2004). The teaching experiment as a powerful method to develop and evaluate teaching and learning sequences in the domain of non-linear systems. *International Journal of Science Education*, 26(5), 619-633.
- Kuhn, D., Black, J., Keselman, A., & Kaplan, D. (2000). *The development of cognitive skills to support inquiry learning*. *Cognition and instruction*, 18(4), 495-523.
- Kuhn, D., Garcia-Mila, M., Zohar, A., Andersen, C., White, S. H., Klahr, D., & Carver, S. M. (1995). *Strategies of knowledge acquisition. Monographs of the society for research in child development*, i-157.
- Leach, J. & Scott, P. (2003). Learning science in the classroom Drawing on individual and social perspectives. *Science and Education*, 12, p. 91-113.
- Loxley, P., Dawes, L., Nicholls, L. & Dore, B. (2014). *Teaching Primary Science: Promoting Enjoyment and Developing Understanding*. (2nd ed.). UK and New York: Routledge.
- Ματσαγγούρας, Η. (2003). *Η Σχολική Τάξη: Χώρος, ομάδα, πειθαρχία, μέθοδος*. Τόμος Α. Αθήνα. Αθήνα: Συγγραφέας.
- Molina, M., Castro, E., & Castro, E. (2007). Teaching experiments within design research. *The International Journal of Interdisciplinary Social Sciences*, 2(4), 435-440.
- Séré, M. G. (1985). The gaseous state. *Children's ideas in science*, σελ. 105-123.
- Σιμσερίδης, Κ. (2015). *Καταστάσεις της ύλης*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Κεφ. 1. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/2113> (27/2/2022).
- Σπηλιόπουλος, Ι., Βάκρος, Ι. & Ξαπλαντέρη, Μ. (2015). *Χημεία*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/917> (27/2/2022).
- Σπυροπούλου - Κατσάνη, Δ. (2005). *Διδακτικές και Παιδαγωγικές Προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες: Θεωρίες μάθησης, Αναλυτικά προγράμματα και πρότυπα/μοντέλα διδασκαλίας, Διδακτική αξιοποίηση του πειράματος*. (3^η εκδ.). Σειρά: Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, Τόμος:3. Π.Κόκκοτας (επιμ.) Αθήνα: Τυπωθήτω.
- Steffe, L. P., & Thompson, P. W. (2000). Teaching experiment methodology: Underlying principles and essential elements. Στο R. Lesh & A. E. Kelly (Επιμ.), *Handbook of research design in mathematics and science education*, (p. 267-306). Hillsdale, NJ: Erlbaum

- Steffe, L. P. (1991). The constructivist teaching experiment: Illustrations and implications. In *Radical constructivism in mathematics education* (pp. 177-194). Dordrecht: Springer.
- Strand-Cary, M., & Klahr, D. (2008). *Developing elementary science skills: Instructional effectiveness and path independence*. *Cognitive Development*, 23(4), 488-511.
- Yalçinkaya, E. & Boz, Y. (2014). The effect of case-based instruction on 10th grade students' understanding of gas. *Chemistry Education Research and Practice*, 16, 104-120
- Υ.Π.Ε.Π.Θ. (2002). *Δ.Ε.Π.Π.Σ. για το Νηπιαγωγείο*, Αθήνα. 586-615. Διαθέσιμο στο: <http://ebooks.edu.gr/ebooks/v2/ps.jsp> (20/2/2022).
- Υ.Π.Ε.Π.Θ. (2003). *Δ.Ε.Π.Π.Σ. Μελέτης Περιβάλλοντος*, Αθήνα. 306-337. Διαθέσιμο στο: <http://ebooks.edu.gr/ebooks/v2/ps.jsp> (20/2/2022).
- Υ.Π.Ε.Π.Θ. (2003). *Δ.Ε.Π.Π.Σ. Φυσικής και Χημείας*, Αθήνα. 524-559. Διαθέσιμο στο: <http://ebooks.edu.gr/ebooks/v2/ps.jsp> (20/2/2022).
- Υ.Π.Ε.Π.Θ. (2011). *Π.Σ. Μελέτης Περιβάλλοντος*, Αθήνα. Διαθέσιμο στο: <http://ebooks.edu.gr/ebooks/v2/ps.jsp> (20/2/2022).
- Υ.Π.Ε.Π.Θ.. (2011). *Π.Σ. Χημείας Β' και Γ' Γυμνασίου*, Αθήνα. Διαθέσιμο στο: <http://ebooks.edu.gr/ebooks/v2/ps.jsp> (20/2/2022).
- Χαλκιά, Κ. (2012). *Διδάσκοντας φυσικές επιστήμες: Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*. Αθήνα: Πατάκης.
- Χρονάκη, Α. (2010). *Η συμβολή της ανάγνωσης μυθιστορημάτων στη διαμόρφωση της υποκειμενικότητας των εφήβων* (Doctoral dissertation, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ). Σχολή Παιδαγωγική. Τμήμα Παιδαγωγικό Δημοτικής Εκπαίδευσης).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Το διδακτικό σενάριο περιγράφεται με τη μορφή πίνακα. Στην οριζόντια κατανομή του συναντώνται οι ενέργειες του εκπαιδευτικού, οι αντίστοιχες ενέργειες των μαθητών, τα υλικά που θα χρειαστούν και ο διδακτικός χρόνος που εκτιμάται ότι θα καταλάβει κάθε διδακτική αλληλεπίδραση. Στην κατακόρυφη κατανομή συναντώνται ομαδοποιήσεις των διδακτικών ενεργειών, οι οποίες αναφέρονται ως φάσεις. Πριν την περιγραφή καθεμίας από αυτές, γίνεται αναφορά στον εκτιμώμενο συνολικό διδακτικό χρόνο, κάποιες πιθανές ιδέες που μπορεί να παρουσιάσουν οι μαθητές, στη διδακτική μεθοδολογία που επιλέγεται να ακολουθηθεί και στους ειδικούς στόχους που επιδιώκονται κατά τη δεδομένη διδακτική φάση. Με την ολοκλήρωση κάθε φάσης γίνεται μία σύντομη αναφορά στα σημεία που ο εκπαιδευτικός χρειάζεται να εστιάσει ώστε να αξιολογήσει την κατάκτηση των γνωστικών κυρίως στόχων.

Ενέργειες του εκπαιδευτικού	Ενέργειες των μαθητών	Υλικά	Χρόνος
Φάση Ι: Κινητοποίηση των μαθητών και συγκέντρωση των ιδεών <u>Διδακτικός χρόνος:</u> 15' περίπου, συν χρόνος από το διάλειμμα πριν την έναρξη της διδακτικής παρέμβασης. <u>Ιδέες που μπορεί να εκφράσουν οι μαθητές σε αυτή τη φάση:</u> <ul style="list-style-type: none">✓ <i>Ο αέρας υπάρχει σε ανοιχτά δοχεία. Δεν φαίνεται όμως να υπάρχει βεβαιότητα για την ύπαρξη αέρα σε δοχεία σφραγισμένα.</i>✓ <i>«Ο αέρας καταλαμβάνει χώρο.</i> <u>Διδακτικές μέθοδοι και τεχνικές:</u> <p>Το μοντέλο της Επικοινωνίας θα υλοποιηθεί με εργαλεία όπως: οι ανοιχτές και κλειστές ερωτήσεις, ο παρωθητικός διάλογος και η σχεδιαστική απόδοση των ιδεών με εξακτίωση από την κεντρική έννοια.</p> <u>Ειδικόί στόχοι</u> <p>Οι μαθητές αναμένεται:</p> <ul style="list-style-type: none">Να συνεισφέρουν στη συζήτηση που θα προκύψει από το παιχνίδι/έναυσμα ενδιαφέροντος.Να διατυπώσουν στην ολομέλεια της τάξης τον τρόπο που αντιλαμβάνονται τον αέρα, αναφέροντας σχετικά βιώματα.Να αναζητήσουν και να εντοπίσουν πιθανές ιδιότητες που έχει ο αέρας, αιτιολογώντας σύντομα το σκεπτικό τους.Να ομαδοποιήσουν -ενοιολογικά- τα στοιχεία που αφορούν καθεμία ιδιότητα.Να ακούν τους συμμαθητές τους και αν κρίνουν, να σχολιάζουν ή να συμπληρώνουν όσα ακούν.			

<p>Κατά τη διάρκεια του διαλείμματος που προηγείται, ο εκπαιδευτικός βρίσκει την ευκαιρία να δείξει στους μαθητές ένα παιχνίδι: Με τη μία άκρη ενός κομματιού σπάγκου δένει τα χερούλια μιας πλαστικής σακούλας και δίνει την άλλη άκρη σε ένα μαθητή. Ύστερα τον παρακινεί να τρέξει.</p>	<p>Οι μαθητές αναμένεται να δείξουν ενδιαφέρον προς το νέο παιχνίδι και να επιδιώξουν να συμμετάσχουν.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • πλαστικές σακούλες • σπάγκος 	
<p>Μπαίνοντας στην τάξη, ο εκπαιδευτικός υποκινεί συζήτηση σχετικά με το παιχνίδι. Αρχικά ζητά στους μαθητές να περιγράψουν τη διαδικασία του παιχνιδιού και σταδιακά η συζήτηση προσανατολίζεται προς την έννοια του αέρα. Ερωτήσεις που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν είναι:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Τί κάνατε για να παίξετε το νέο παιχνίδι; - Γιατί πιστεύεται ότι συνέβαινε αυτό; - Πώς γέμισε η σακούλα αέρα; - Τον αέρα μπορούμε να τον δούμε όταν γεμίζει η σακούλα; - (Τότε) Πώς καταλαβαίνουμε ότι η σακούλα γέμισε αέρα; 	<p>Οι μαθητές αναμένεται να κινητοποιηθούν χωρίς δυσκολία και να εμπλακούν με προθυμία στο διάλογο που θα συντονίζει ο εκπαιδευτικός. Ενδεικτικές απαντήσεις στα ερωτήματα που θέτονται θα μπορούσαν να είναι:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Δέσαμε τη σακούλα με ένα σπάγκο... αρχίσαμε να τρέχουμε... η σακούλα φούσκωσε/ γέμισε/ έγινε στρογγυλή/ πετούσε... - Κάναμε χαρταετό... - Η σακούλα γέμιζε αέρα - Ο αέρας εγκλωβίστηκε στη σακούλα - Τρέχεις και παίρνει αέρα - Δεν ξέρω - Επειδή τρέχαμε - Πηγαίνει μέσα στη σακούλα αέρας - Όχι, είναι αόρατος/ διαφανής. Δεν τον βλέπουμε. - Επειδή φούσκωσε - Επειδή έγινε μεγάλη 		5'
<p>Η παραπάνω συζήτηση εξελίσσεται και καταλήγει στην ερώτηση:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Πώς αλλιώς καταλαβαίνουμε ότι υπάρχει αέρας; 	<p>Στην ερώτηση αυτή οι μαθητές αναμένεται να ομαδοποιήσουν τις ιδέες που θα εμφανίσουν στις παρακάτω κατηγορίες. Ο αέρας:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Πιάνει χώρο/ γεμίζει ή φουσκώνει αντικείμενα. - Μετακινεί αντικείμενα και κινείται. - Έχει μυρωδιά. 		10'

<p>Οι ιδέες που αναφέρουν οι μαθητές καταγράφονται από τον εκπαιδευτικό στον πίνακα, σε ακτινωτή διάταξη γύρω από τη λέξη αέρας. Για κάθε ιδέα που εμφανίζεται ελέγχεται το κατά πόσο αποτελεί νέο στοιχείο ή μπορεί να ενταχθεί σε κάποιο που έχει ήδη αναφερθεί. Η διαδικασία αυτή χρειάζεται αυξημένη καθοδήγηση από τον εκπαιδευτικό καθώς οι μαθητές αν και γνωρίζουν να ομαδοποιούν αντικείμενα, δεν είναι εξοικειωμένοι με την εννοιολογική ομαδοποίηση που τους ζητείται.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Είναι ζεστός και κρύος. - Έχει μηδέν βάρος ή δεν ζυγίζεται. - Πιέζεται (αυτή ιδέα είναι πιθανό να προκύψει αργότερα κατά την επεξεργασία άλλων ιδεών). - Είναι αόρατος/διάφανος (η ιδέα αυτή δεν θα μελετηθεί εκτενώς μεμονωμένα καθώς ανακύπτει τόσο στην εναρκτήρια συζήτηση, όσο και στη μελέτη των άλλων ιδεών). 		
<p>Φάση II: Συλλογή υλικών από τους μαθητές <u>Διδακτικός χρόνος:</u> 15' <u>Διδακτικές μέθοδοι και τεχνικές:</u> Βάση θα αποτελέσει το εποικοδομητικό μοντέλο, το οποίο θα εμπλουτιστεί με την τεχνική της φωναχτής σκέψης και την τεχνική των ανοιχτών ερωτήσεων. <u>Ειδικό στόχοι</u> Οι μαθητές αναμένεται: Να συγκεντρώσουν υλικά σύμφωνα με την περιγραφή που θα τους δοθεί, αξιοποιώντας το διαισθητικό τους κριτήριο. Να προβληματιστούν ως προς την καταλληλότητα των υλικών που συγκεντρώθηκαν.</p>			
<p>Αφού καταγραφούν όλες οι ιδέες που διατυπώνουν οι μαθητές, ο εκπαιδευτικός αναρωτιέται δυνατά τι θα μπορούσε να γίνει για να ελεγχθούν όλα αυτά τα χαρακτηριστικά. Σα να του έρχεται μία ξαφνική ιδέα προτείνει:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Τι θα λέγατε να μαζέψουμε υλικά που έχουν/μπορούν να φυλάξουν μέσα τους αέρα; 	<p>Οι μαθητές ακολουθούν τον συλλογισμό του εκπαιδευτικού και προβληματίζονται προς στιγμήν για τον τρόπο ελέγχου όσων αναφέρθηκαν νωρίτερα. Στη συνέχεια υιοθετούν την ιδέα του εκπαιδευτικού για τον εντοπισμό υλικών.</p>		
<p>Χωρίς να περιμένει απάντηση, ο εκπαιδευτικός αρχίζει να κοιτά εξεταστικά το περιβάλλον της τάξης και παρακινεί τους μαθητές να κάνουν το ίδιο. Μετά από λίγα δευτερόλεπτα τους ζητά να σηκωθούν από τις θέσεις τους, να βρουν υλικά σύμφωνα με την προηγούμενη περιγραφή και να</p>	<p>Οι μαθητές θα αναζητήσουν ατομικά ή σε ζεύγη αν προτιμούν, υλικά που να ανταποκρίνονται στην περιγραφή του εκπαιδευτικού αρχικά μόνο με τα μάτια και ύστερα με προτροπή του εκπαιδευτικού θα τα φέρουν στην ολομέλεια της τάξης. Τα υλικά θα βρίσκονται διάσπαρτα μέσα στην αίθουσα διδασκαλίας. (Μία άλλη επιλογή, πιο εύκολα διαχειρίσιμη, είναι τα υλικά να βρίσκονται σε ένα καλάθι μαζί με άλλα που δεν αντιστοιχούν στην περιγραφή). Η επιλογή των υλικών σε</p>	<ul style="list-style-type: none"> • σακούλα • μπαλόνια (ένα ελαφρώς φουσκωμένο και ένα ξεφούσκωτο) 	15'

<p>τα φέρουν στα θρανία τους. Ως χώρος αναζήτησης των υλικών ορίζεται εξ αρχής η σχολική αίθουσα.</p> <p>Αν κάποια από τα υλικά που προβλέπονται δεν τα φέρουν οι μαθητές, μπορεί να τα προσθέσει - όχι με βεβαιότητα, αλλά δείχνοντας ότι διατηρεί κάποια αμφιβολία -ο εκπαιδευτικός συνεισφέροντας στη διαδικασία.</p> <p>Ακόμα, υπάρχει περίπτωση οι μαθητές να επιλέξουν και υλικά που δεν ταιριάζουν με το κριτήριο που έχει δώσει ο εκπαιδευτικός. Τότε, ο τελευταίος επαναλαμβάνει το κριτήριο και αν οι μαθητές επιμένουν ενθαρρύνει τη μελέτη τους μαζί με όλα τα άλλα υλικά στην επόμενη φάση. Ως υποδεέστερη λύση, ο εκπαιδευτικός μπορεί κάνοντας κατάλληλες ερωτήσεις να οδηγήσει τους μαθητές στη διαπίστωση της ασυμβατότητας του υλικού ως προς το κριτήριο επιλογής πριν από τη μετάβαση στη νέα φάση.</p>	<p>αυτό το στάδιο θα γίνει διαισθητικά και χωρίς ιδιαίτερη παρέμβαση από την πλευρά του εκπαιδευτικού. Αναμένεται να συγκεντρωθούν τα εξής υλικά:</p> <ul style="list-style-type: none"> • σακούλα • μπαλόνια (ένα ελαφρώς φουσκωμένο και ένα ξεφούσκωτο) • πλαστικά μπουκάλια (ένα άδειο βουλωμένο -με καπάκι- και ένα άδειο χωρίς καπάκι) • γυάλινο βάζο με καπάκι • μπάλα • χάρτινο κουτί -π.χ. παπουτσιών ή χαρτοκιβώτιο- <p>Πέρα από αυτά, μπορεί να εμφανιστούν και α) υλικά που αν και ανταποκρίνονται στην περιγραφή που δεν ενδείκνυται για μελέτη, όπως η τσιχλόφουσκα και η αίθουσα της τάξης ή και β) υλικά που δεν ανταποκρίνονται καν στην περιγραφή του εκπαιδευτικού.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • πλαστικά μπουκάλια (ένα άδειο βουλωμένο -με καπάκι- και ένα άδειο χωρίς καπάκι) • γυάλινο βάζο με καπάκι • μπάλα • χάρτινο κουτί -π.χ. παπουτσιών ή χαρτοκιβώτιο- • άλλα υλικά από το χώρο της τάξης
---	---	--

Φάση III: Επεξεργασία της ιδέας ότι ο αέρας πιάνει χώρο

Διδακτικός χρόνος: 60'

Ιδέες που μπορεί να εκφράσουν οι μαθητές σε αυτή τη φάση:

- ✓ *Ο αέρας υπάρχει σε ανοιχτά δοχεία.* Δεν φαίνεται όμως να υπάρχει βεβαιότητα για την ύπαρξη αέρα σε δοχεία σφραγισμένα.
- ✓ *«Ο αέρας καταλαμβάνει χώρο.*

Διδακτικές μέθοδοι και τεχνικές:

Στην παρούσα φάση θα γίνει συνδυασμός του εποικοδομητικού και του διερευνητικού μοντέλου προσέγγισης της νέας γνώσης. Με τη χρήση κατά κύριο λόγο ανοιχτών ερωτήσεων θα υποστηριχθεί ο δασκαλομαθητικός και διαμαθητικός διάλογος, με τον εκπαιδευτικό να υποστηρίζει αλλά και να καθοδηγεί τη συζήτηση. Ακόμα, εμφανίζεται και η τεχνική της επίδειξης η οποία συναντάται πιο συχνά στα δασκαλοκεντρικά μοντέλα

Ειδικόί στόχοι

Οι μαθητές αναμένεται:

Να προτείνουν τρόπους για να ελεγχθεί η καταλληλότητα των υλικών για την ανίχνευση της μεταβλητής του όγκου του αέρα.

Να διατυπώσουν υποθέσεις για τη συμπεριφορά των υλικών πριν τη διαδικασία ελέγχου που έχουν προτείνει.

<p>Να δοκιμάσουν τους τρόπους ελέγχου που διατύπωσαν. Να παρατηρήσουν και να διατυπώσουν την άποψη ότι ο αέρας πιάνει/καταλαμβάνει χώρο ή γεμίζει/φουσκώνει αντικείμενα. Να ακούν τους συμμαθητές τους και αν κρίνουν, να σχολιάζουν ή να συμπληρώνουν όσα ακούν.</p>												
<p>Αφού επιστρέψουν όλοι στις θέσεις τους με τα υλικά, ο εκπαιδευτικός απευθύνει τις εξής ερωτήσεις:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Πώς μπορούμε για καθένα από αυτά να καταλάβουμε αν έχει μέσα αέρα; – Μπορούν άραγε ΟΛΑ αυτά τα υλικά να χρησιμοποιηθούν για να καταλάβουμε αν ο αέρας πιάνει χώρο; 	<p>Οι μαθητές επεξεργάζονται νοητικά τις ερωτήσεις του δασκάλου και αρχίζουν να διατυπώνουν τη γνώμη τους για κάποια από τα υλικά που έχουν συγκεντρωθεί.</p>		1-2'									
<p>Προκειμένου να συζητηθούν όλα τα υλικά, αλλά το καθένα ξεχωριστά, ο εκπαιδευτικός φροντίζει να συντονίσει τη συζήτηση θέτοντας προς συζήτηση ένα υλικό κάθε φορά. Παρεμβαίνει στη συζήτηση που αναπτύσσεται υποκινώντας τον διαμαθητικό διάλογο και κάνοντας βοηθητικές ερωτήσεις όπου χρειάζεται, ενώ ταυτόχρονα προσέχει να αφήνει αρκετό χρονικό περιθώριο στους μαθητές να αναστοχαστούν επάνω στους τρόπους ελέγχου και τις προβλέψεις που διατυπώνουν.</p> <p>Για κάθε υλικό, αφού προταθούν ένας ή παραπάνω τρόποι ελέγχου της μεταβλητής και διατυπωθούν πιθανές προβλέψεις, ο εκπαιδευτικός καθοδηγεί κατάλληλα τους μαθητές ώστε να υλοποιήσουν τις διεργασίες που πρότειναν και να συζητήσουν τις παρατηρήσεις τους.</p> <p>Στη συζήτηση για τα υλικά, ο εκπαιδευτικός φροντίζει να συγκεντρώσει την προσοχή των μαθητών στη μεταβλητή του όγκου και όχι της</p>	<p>Οι μαθητές θα προσεγγίσουν κάθε υλικό ξεχωριστά και θα προτείνουν τρόπους για να ελέγξουν αν ο αέρας καταλαμβάνει χώρο σε καθένα από αυτά. Πριν δοκιμάσουν τους τρόπους αυτούς, ενθαρρύνονται να κάνουν προβλέψεις για πιθανές μεταβολές που θα παρατηρηθούν. Επειδή θεωρείται πως οι μαθητές δεν έχουν εμπλακεί στο παρελθόν τόσο ενεργά στον διδακτικό σχεδιασμό, αναμένεται οι διαδικασίες να χρειαστούν πολύ χρόνο αλλά και προσπάθεια από την πλευρά των μαθητών. Στον παρακάτω πίνακα σημειώνονται συνοπτικά οι τρόποι ελέγχου που μπορεί να προταθούν και οι αντίστοιχες προβλέψεις των μαθητών για κάθε υλικό.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Υλικό</th> <th>Τρόπος/οι ελέγχου</th> <th>Πιθανές προβλέψεις</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Σακούλα</td> <td>Αναφορά στο παιχνίδι από το περασμένο διάλειμμα ή συγκράτηση της σακούλας από τα χερούλια και γρήγορη κίνηση στο χώρο.</td> <td>– Η σακούλα θα φουσκώσει. – Θα γεμίσει αέρα.</td> </tr> <tr> <td>Μπαλόني ξεφούσκωτο και μπαλόني ελαφρώς φουσκωμένο</td> <td>Συγκριτική θεώρηση των δύο μπαλονιών. Φούσκωμα και παρατήρηση της</td> <td>– Το φουσκωμένο μπαλόني έχει μέσα αέρα, το άλλο δεν έχει τίποτα. – Όσο φουσκώνουμε το μπαλόني τόσο αυτό θα μεγαλώνει.</td> </tr> </tbody> </table>	Υλικό	Τρόπος/οι ελέγχου	Πιθανές προβλέψεις	Σακούλα	Αναφορά στο παιχνίδι από το περασμένο διάλειμμα ή συγκράτηση της σακούλας από τα χερούλια και γρήγορη κίνηση στο χώρο.	– Η σακούλα θα φουσκώσει. – Θα γεμίσει αέρα.	Μπαλόني ξεφούσκωτο και μπαλόني ελαφρώς φουσκωμένο	Συγκριτική θεώρηση των δύο μπαλονιών. Φούσκωμα και παρατήρηση της	– Το φουσκωμένο μπαλόني έχει μέσα αέρα, το άλλο δεν έχει τίποτα. – Όσο φουσκώνουμε το μπαλόني τόσο αυτό θα μεγαλώνει.	<ul style="list-style-type: none"> • σακούλα • μπαλόνια (ένα ελαφρώς φουσκωμένο και ένα ξεφούσκωτο) • πλαστικά μπουκάλια (ένα άδειο βουλωμένο -με καπάκι- και ένα άδειο χωρίς καπάκι) • γυάλινο βάζο με καπάκι • μπάλα • χάρτινο κουτί • τρόμπα • εξάρτημα τρόμπας για (ξε)φούσκωμα μπάλας 	50'
Υλικό	Τρόπος/οι ελέγχου	Πιθανές προβλέψεις										
Σακούλα	Αναφορά στο παιχνίδι από το περασμένο διάλειμμα ή συγκράτηση της σακούλας από τα χερούλια και γρήγορη κίνηση στο χώρο.	– Η σακούλα θα φουσκώσει. – Θα γεμίσει αέρα.										
Μπαλόني ξεφούσκωτο και μπαλόني ελαφρώς φουσκωμένο	Συγκριτική θεώρηση των δύο μπαλονιών. Φούσκωμα και παρατήρηση της	– Το φουσκωμένο μπαλόني έχει μέσα αέρα, το άλλο δεν έχει τίποτα. – Όσο φουσκώνουμε το μπαλόني τόσο αυτό θα μεγαλώνει.										

<p>πίεσης. Για παράδειγμα στην περίπτωση του πλαστικού μπουκαλιού χωρίς καπάκι (βλ. πίνακα στη διπλανή στήλη), μπορεί να ρωτηθεί:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Τί νομίζεις ότι βρίσκεται μέσα στο μπουκάλι και σπρώχνει το δάχτυλό σου; <p>Χρειάζεται προσοχή γιατί ερωτήσεις όπως:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Γιατί όταν πιέζεται το μπουκάλι πρέπει να βάλεις πιο πολύ δύναμη για να παραμείνει κλειστό; <p>Παραπέμπουν τους μαθητές στη μεταβλητή της πίεσης του αέρα.</p>		<p>αλλαγής στον όγκο του αδειου μπαλονιού.</p> <p>Προσπάθεια συμπίεσης του φουσκωμένου μπαλονιού.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ο αέρας που φυσάμε θα γεμίσει το μπαλόνι. - Το μπαλόνι θα μικρύνει. - Θα αλλάξει σχήμα, αλλά δε θα μικρύνει. - Θα σκάσει. 		
	Κλειστό πλαστικό μπουκάλι	Προσπάθεια για συμπίεση του μπουκαλιού.	<ul style="list-style-type: none"> - Το μπουκάλι θα πιεστεί μέχρι να γίνει πολύ μικρό. - Θα πιεστεί μέχρι τη μέση. - Δεν θα πιεστεί. 		
	Ανοιχτό πλαστικό μπουκάλι	<p>Προσπάθεια για συμπίεση του μπουκαλιού.</p> <p>Συμπίεση του μπουκαλιού με το ένα δάχτυλο να κλείνει το στόμιο</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Το μπουκάλι θα πιεστεί μέχρι να γίνει πολύ μικρό. - Θα πιεστεί μέχρι τη μέση. (Δε συλλέγονται στοιχεία για τη μεταβλητή του όγκου με αυτό τον τρόπο ελέγχου.) - Το μπουκάλι θα συμπεριφερθεί όπως το κλειστό μπουκάλι. - Θα πιεστεί μέχρι τη μέση. - Θα πιεστεί μέχρι να γίνει πολύ μικρό. 		
	Μπάλα	<p>Πίεση της μπάλας</p> <p>Ξεφούσκωμα</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Η μπάλα δεν θα πάθει τίποτα. - Θα μικρύνει. - Η μπάλα θα αδειάσει. - Θα μικρύνει. - Θα βγει ο αέρας. 		
	Χάρτινο κουτί	Άνοιγμα του κουτιού	<ul style="list-style-type: none"> - Θα βγει ο αέρας έξω. - Δε θα γίνει τίποτα. 		

<p>Ύστερα από τον επιμέρους έλεγχο κάθε υλικού ο εκπαιδευτικός θα ζητά από τους μαθητές να κάνουν ένα σχόλιο σχετικά με τη μελετώμενη μεταβλητή.</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="750 188 952 300"></td> <td data-bbox="952 188 1254 300"></td> <td data-bbox="1254 188 1747 300">(Το υλικό αυτό δε βοηθά να γίνει αντιληπτή η μεταβλητή του όγκου, οπότε με τη συζήτηση θα απορριφθεί.)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="750 300 952 630">Γυάλινο βάζο με καπάκι</td> <td data-bbox="952 300 1254 630">Πίεση του καπακιού</td> <td data-bbox="1254 300 1747 630"> <p>– Δε θα γίνει τίποτα.</p> <p>(Τα παιδιά έχοντας την εμπειρία από το χάρτινο κουτί είναι πιθανό να καταλήξουν ότι ούτε αυτό το υλικό είναι κατάλληλο για να διαπιστώσουν αν ο αέρας πιάνει χώρο.) Εδώ θα ακολουθήσει δραστηριότητα επίδειξης η οποία παρουσιάζεται παρακάτω.</p> </td> </tr> </table>			(Το υλικό αυτό δε βοηθά να γίνει αντιληπτή η μεταβλητή του όγκου, οπότε με τη συζήτηση θα απορριφθεί.)	Γυάλινο βάζο με καπάκι	Πίεση του καπακιού	<p>– Δε θα γίνει τίποτα.</p> <p>(Τα παιδιά έχοντας την εμπειρία από το χάρτινο κουτί είναι πιθανό να καταλήξουν ότι ούτε αυτό το υλικό είναι κατάλληλο για να διαπιστώσουν αν ο αέρας πιάνει χώρο.) Εδώ θα ακολουθήσει δραστηριότητα επίδειξης η οποία παρουσιάζεται παρακάτω.</p>		
		(Το υλικό αυτό δε βοηθά να γίνει αντιληπτή η μεταβλητή του όγκου, οπότε με τη συζήτηση θα απορριφθεί.)							
Γυάλινο βάζο με καπάκι	Πίεση του καπακιού	<p>– Δε θα γίνει τίποτα.</p> <p>(Τα παιδιά έχοντας την εμπειρία από το χάρτινο κουτί είναι πιθανό να καταλήξουν ότι ούτε αυτό το υλικό είναι κατάλληλο για να διαπιστώσουν αν ο αέρας πιάνει χώρο.) Εδώ θα ακολουθήσει δραστηριότητα επίδειξης η οποία παρουσιάζεται παρακάτω.</p>							
<p>Για το γυάλινο βάζο και στην περίπτωση του οι μαθητές κρίνουν ότι ως υλικό δε βοηθάει στη μεταβλητή του όγκου ή δυσκολεύονται πολύ να διατυπώσουν κάποια διαδικασία ελέγχου, ο εκπαιδευτικός παίρνει το κλεισμένο βάζο και ξεκινάει την παρακάτω διαδικασία επίδειξης. Αρχικά ρωτάει:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Τι νομίζετε; Το βάζο έχει μέσα αέρα; <p>Αφού συλλέξει τις απαντήσεις των μαθητών, πλησιάζει στη διάφανη λεκάνη με το νερό, γυρίζει το βάζο ανάποδα και το βυθίζει σε αυτή. Ενώ το συγκρατεί ώστε ο πάτος του βάζου να είναι</p>	<p>Οι μαθητές σε κάθε υλικό θα καταλήγουν να διατυπώνουν ένα σχόλιο για τη μεταβλητή του όγκου από τις παρατηρήσεις τους και τη συζήτηση που θα προκύπτει. Τέτοια σχόλια θα μπορούσαν να είναι:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Δεν μπορούμε να πιέσουμε το κλεισμένο μπουκάλι πολύ γιατί δεν είναι άδειο, έχει μέσα αέρα. – Η μπάλα είχε μέσα αέρα. Όταν τον βγάλαμε, η μπάλα άδειασε. – Το γυάλινο βάζο είχε μέσα αέρα γι αυτό δεν μπορούσε να μπει το νερό. <p>Οι μαθητές ανταποκρινόμενοι στο αρχικό ερώτημα του εκπαιδευτικού που αφορά το γυάλινο βάζο, αναμένεται να δώσουν απαντήσεις όπως:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Το βάζο δεν έχει μέσα αέρα γιατί είναι κλεισμένο. – Το βάζο είναι γεμάτο αέρα. <p>Όταν ο εκπαιδευτικός βυθίσει το βάζο και πριν βγάλει το καπάκι, οι μαθητές μπορεί να θεωρούν ότι:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Το βάζο θα γεμίσει νερό. 	<ul style="list-style-type: none"> • γυάλινο βάζο με καπάκι • διάφανη λεκάνη με νερό 	10'						

<p>παράλληλος με την επιφάνεια του νερού, καλεί τους μαθητές να προβλέψουν τι θα συμβεί αν ξεβιδώσει το καπάκι.</p> <p>Στη συνέχεια, ξεβιδώνει το καπάκι και αφήνει τους μαθητές να παρατηρήσουν και να σχολιάσουν. Στην περίπτωση που δεν είναι ξεκάθαρο οπτικά σε όλους ότι δεν μπήκε νερό στο βάζο, ο εκπαιδευτικός μπορεί να δώσει μικρή κλίση στο βάζο, ώστε να βγουν φυσαλίδες αέρα και να φανεί η στάθμη του νερού στο εσωτερικό του βάζου. Ερωτήσεις που μπορούν να υποβοηθήσουν τον σχολιασμό είναι:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Γιατί νομίζετε ότι δεν μπαίνει το νερό στο βάζο; - Τι έχει μέσα το βάζο και δεν μπορεί να μπει το νερό που υπάρχει στη λεκάνη; <p>Ακολουθώντας τα παραπάνω ερωτήματα/βήματα θα ακολουθηθούν με το βάζο ανοιχτό αυτή τη φορά. Μοναδική διαφορά θα είναι ο χρόνος που θα ζητηθεί από τους μαθητές να κάνουν προβλέψεις. Συγκεκριμένα, αυτή η ενέργεια θα γίνει πριν βυθιστεί το δοχείο στη λεκάνη με το νερό.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Θα βγει ο αέρας και θα μπει νερό στο βάζο. - Το βάζο θα γεμίσει νερό μέχρι τη μέση. <p>Οι μαθητές αναμένεται να εντυπωσιαστούν από το γεγονός ότι το νερό δεν μπαίνει στο βάζο, να αναρωτηθούν γιατί συμβαίνει αυτό και να καταλήξουν στην άποψη ότι ο αέρας που βρισκόταν μέσα στο βάζο πριν το ανοιχτεί είναι αυτός που εμποδίζει το νερό να μπει.</p> <p>Οι μαθητές αυτή τη φορά θα δώσουν στο πρώτο ερώτημα απαντήσεις όπως:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Το βάζο έχει μέσα αέρα κι ας είναι ανοιχτό. - Τώρα που βγάλαμε το καπάκι ο αέρας έφυγε. <p>Όταν χρειαστεί να κάνουν προβλέψεις, δεν αναμένεται να υπάρξουν ιδιαίτερες διαφοροποιήσεις σε σχέση με εκείνες που αφορούσαν το κλεισμένο βάζο.</p> <p>Οι μαθητές θα καταλήξουν με μεγαλύτερη ευκολία στο συμπέρασμα ότι το βάζο έχει μέσα αέρα και αυτός εμποδίζει το νερό να γεμίσει το βάζο.</p>		
<p>Αξιολόγηση: Όσο προχωράει η διαδικασία ελέγχου των υλικών, αναμένεται οι μαθητές να κάνουν όλο και συχνότερα σωστές προβλέψεις. Τα ποιοτικά στοιχεία που θα συνυπολογιστούν για την αξιολόγηση του επιπέδου κατανόησης που οικοδομούν οι μαθητές είναι οι συνεισφορές των μαθητών στη συζήτηση, η αιτιολόγηση των προβλέψεων και η συμμετοχή στη διαμόρφωση συγκεντρωτικών διαπιστώσεων αναφορικά με τη μεταβλητή που εξετάζεται.</p>			
<p>Φάση IV: Επεξεργασία της ιδέας ότι ο αέρας είναι συμπιεστός <u>Διδακτικός χρόνος: 50'</u></p>			

Ιδέες που μπορεί να εκφράσουν οι μαθητές σε αυτή τη φάση:

- ✓ *Ο αέρας μπορεί να συμπιεστεί.* Η ιδέα αυτή αν και δεν έχει ερευνηθεί σε τόσο μικρούς μαθητές, μπορεί να εμφανίζεται και σε αυτούς. Την ίδια στιγμή η έλλειψη ερευνητικών δεδομένων δεν αποκλείει το γεγονός οι μαθητές να μη έχουν καν διαμορφώσει κάποια ιδέα σχετικά με την συμπίεστικότητα ή μη του αέρα.

Διδακτικές μέθοδοι και τεχνικές:

Και πάλι υιοθετείται το μοντέλο της διερευνητικής μάθησης με έντονα στοιχεία από τον κονστρουκτιβισμό. Ως εργαλεία υλοποίησης επιλέγεται ο παρωθητικός διάλογος και οι κλειστού και ανοιχτού τύπου ερωτήσεις που ενθαρρύνουν τους μαθητές να διεξάγουν ερευνητικές διαδικασίες.

Ειδικοί στόχοι

Οι μαθητές αναμένεται:

- Να προτείνουν τρόπους για να ελεγχθεί η καταλληλότητα των υλικών για την ανίχνευση της μεταβλητής της συμπίεστικότητας του αέρα.
- Να διατυπώσουν κριτήρια απόρριψης για υλικά που δεν ενδείκνυνται για να μελετηθεί η μεταβλητή της συμπίεστικότητας.
- Να διατυπώσουν υποθέσεις για τη συμπεριφορά των υλικών πριν τη διαδικασία ελέγχου που έχουν προτείνει.
- Να δοκιμάσουν τους τρόπους ελέγχου που διατύπωσαν.
- Να παρατηρήσουν και να διατυπώσουν την άποψη ότι ο αέρας πιέζεται ή μπορεί να συμπιεστεί.
- Να ακούν τους συμμαθητές τους και αν κρίνουν, να σχολιάζουν ή να συμπληρώνουν όσα ακούν.

Η διαδικασία που ακολουθείται δεν παρουσιάζει πολλές διαφοροποιήσεις από εκείνη που ακολουθήθηκε για τη μεταβλητή του όγκου. Ο εκπαιδευτικός θα παροτρύνει τους μαθητές να εντοπίσουν ποιά υλικά μπορούν να βοηθήσουν να ανιχνευθεί αν ο αέρας είναι συμπίεστος και πριν αρχίσει η διαδικασία ελέγχου, θα θέσει τον εξής προβληματισμό:

- Πώς πρέπει να είναι το υλικό κατά τη γνώμη σας για να μας βοηθήσει;

Αφού αφήσει λίγα δευτερόλεπτα χρόνο στους μαθητές να προβληματιστούν και χωρίς να περιμένει απαραίτητα απάντηση περνάει στο συντονισμό του ελέγχου των υλικών. Σε κάποια από τα υλικά η διαδικασία ελέγχου της μεταβλητής μπορεί να είναι κοινή. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο εκπαιδευτικός μπορεί να ενθαρρύνει τη νοητική επεξεργασία της

Οι μαθητές θα είναι πιο προετοιμασμένοι να ανταπεξέλθουν σε αυτή τη φάση της εκπαιδευτικής διαδικασίας και να διέλθουν όλα τα στάδια της παρούσας διαδικασίας με μεγαλύτερη ευκολία και ταχύτητα καθώς μοιάζει πολύ με την φάση που προηγείται. Θα μπουν στη διαδικασία να ελέγξουν και πάλι τα υλικά που διαθέτουν ως προς μία άλλη μεταβλητή. Πριν όμως ξεκινήσουν αυτή τη διαδικασία θα έχουν προβληματιστεί έστω και στιγμιαία ως προς τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει το υλικό για να διευκολύνει τη μελέτη της μεταβλητής. Ακολουθεί ο πίνακας με διαφοροποιήσεις όπου χρειάζονται. Γενικά αν και στον πίνακα γίνεται αναφορά σε πολλές «πιθανές προβλέψεις», αναμένεται οι μαθητές λόγω της προηγούμενης εμπειρίας τους να μην εμφανίσουν εκείνες που απομακρύνονται πολύ από το επιστημονικό μοντέλο. Στα υλικά που η διαδικασία ελέγχου είναι η ίδια εμφανίζεται στον «τρόπο ελέγχου» το σύμβολο (:;) και στις «πιθανές προβλέψεις» δεν θεωρείται σκόπιμο να συμπληρωθεί κάποιο στοιχείο.

Υλικό	Τρόπος ελέγχου	Πιθανές προβλέψεις
Σακούλα	Κλείσιμο του ανοίγματος της σακούλας με τα δύο χέρια. Το ένα	– Στο σημείο που είναι γεμάτο με αέρα η σακούλα δεν θα πιέζεται με το δάχτυλο.

- σακούλα
- μπαλόνια (ένα ελαφρώς φουσκωμένο και ένα ξεφούσκωτο)
- πλαστικά μπουκάλια (ένα άδειο βουλωμένο -με καπάκι- και ένα άδειο χωρίς καπάκι)
- γυάλινο βάζο με καπάκι
- μπάλα
- χάρτινο κουτί
- τρόμπα

40'

<p>διαδικασίας που προηγήθηκε και την περιγραφή της από μνήμης. Αυτό επιτρέπει την καλλιέργεια ενός επιπέδου αφηρημένης σκέψης, χωρίς να εμποδίζει τη δυνατότητα επαλήθευσης των νοητικών παρατηρήσεων μέσω της επανάληψης της διαδικασίας.</p>		<p>παραμένει σταθερό ενώ το άλλο κινείται προς το κάτω μέρος της σακούλας ενώ πιέζει, ώστε ο αέρας που περιέχεται να συγκεντρωθεί εκεί. Πίεση της πλαστικής αυτής 'φούσκας' με το δάχτυλο.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Αν πιεστεί η σακούλα με το δάχτυλο, θα ξεφουσκώσει και η 'φούσκα' δεν θα είναι πια τεντωμένη εξωτερικά. - Θα μπορεί να πιεστεί η σακούλα, αλλά όχι πολύ. 	<ul style="list-style-type: none"> • εξάρτημα τρόμπας για (ξε)φούσκωμα μπάλας
	Μπαλόني ξεφούσκωτο και μπαλόني ελαφρώς φουσκωμένο	<p>Προσπάθεια συμπίεσης του φουσκωμένου μπαλονιού.</p> <p>Συγκριτική θεώρηση των δύο μπαλονιών.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Το μπαλόني θα μικρύνει. - Θα αλλάξει σχήμα, αλλά δε θα μικρύνει. - Το φουσκωμένο μπαλόني μπορούμε να το πιέσουμε το άλλο όχι. 	
	Κλειστό πλαστικό μπουκάλι	⋮		
	Ανοιχτό πλαστικό μπουκάλι	⋮		
	Μπάλα	<p>Φούσκωμα της μπάλας</p> <p>Πίεση της μπάλας</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Όταν η μπάλα πάρει το στρογγυλό της σχήμα, δεν θα χωράει άλλο αέρα και αν τη φουσκώσουμε λίγο ακόμα θα σκάσει. - Μπορούμε να βάλουμε αέρα στη μπάλα ακόμα και αφότου πάρει στρογγυλό σχήμα. - Η μπάλα δεν θα πάθει τίποτα. - Θα αλλάξει σχήμα. 	

			– Θα μικρύνει.		
	Χάρτινο κουτί	Πίεση των τοιχωμάτων του κουτιού	– Τα τοιχώματα θα πιεστούν/βαθουλώσουν όταν είναι ανοιχτό το καπάκι, αλλά όταν είναι κλειστό δε θα μπορούμε να τα πιέσουμε. – Δε θα γίνει τίποτα. (Το υλικό αυτό δε βοηθά να γίνει αντιληπτή η μεταβλητή της συμπίεσότητας του αέρα. Με τη συζήτηση θα απορριφθεί.)		
Ύστερα από τον επιμέρους έλεγχο κάθε υλικού ο εκπαιδευτικός ζητά από τους μαθητές να κάνουν ένα σχόλιο σχετικά με τη μελετώμενη μεταβλητή.	Γυάλινο βάζο με καπάκι	⋮	(Τα παιδιά έχοντας την εμπειρία από το χάρτινο κουτί αναμένεται να καταλήξουν ότι ούτε αυτό το υλικό είναι κατάλληλο για να διαπιστώσουν αν ο αέρας [συμ]πιέζεται.)	Οι μαθητές σε κάθε υλικό καταλήγουν να διατυπώνουν ένα σχόλιο για το αν ο αέρας συμπιέζεται ή όχι, σύμφωνα με τις παρατηρήσεις τους και τη συζήτηση που έχει προηγηθεί. Τέτοια σχόλια θα μπορούσαν να είναι: – Όταν πιέζουμε το κλεισμένο μπουκάλι, ο αέρας δεν μπορεί να φύγει και πιέζεται κι αυτός. – Όταν φουσκώνουμε μία μπάλα, βάζουμε μέσα της πολύ αέρα. Για να χωρέσει αυτός ο αέρας πιέζεται.	
	Με την περάτωση της επεξεργασίας όλων των υλικών, ο εκπαιδευτικός επανέρχεται στο ερώτημα που είχε θέσει και νωρίτερα σχετικά με τα κριτήρια καταλληλότητας των υλικών για τη διερεύνηση της συμπίεσότητας του αέρα. Καθώς όμως τα υλικά που απορρίφθηκαν είναι λιγότερα, επικεντρώνει την προσοχή των μαθητών σε αυτά	Στο σημείο αυτό οι μαθητές ασχολούνται με την ανίχνευση των ιδιοτήτων των δύο υλικών -χάρτινο κουτί και κλειστό γυάλινο βάζο- που κρίθηκαν ακατάλληλα για τη διερεύνηση της συμπίεσότητας του αέρα. Με υποβοήθηση από τις ερωτήσεις του εκπαιδευτικού και έχοντας μπροστά τους τα υλικά θα ξεκινήσουν να συγκεντρώνουν κοινά χαρακτηριστικά είτε παρατηρώντας τα είτε δοκιμάζοντας να τα πάρουν στα χέρια τους. Κάποια από τα χαρακτηριστικά που θα αναφερθούν μπορεί να είναι και τα εξής:	<ul style="list-style-type: none"> • χάρτινο κουτί • γυάλινο βάζο με καπάκι 		

<p>και απευθύνει εκ νέου την ερώτηση με νέα διατύπωση:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Γιατί σε κάποια υλικά δεν μπορούσαμε να εξετάσουμε αν ο αέρας πιέζεται; Τι κοινό μπορεί να έχουν αυτά; - Ποια χαρακτηριστικά του χάρτινου κουτιού και του κλειστού γυάλινου βάζου μας εμπόδισαν να ελέγξουμε αν ο αέρας πιέζεται; 	<ul style="list-style-type: none"> - Είναι ελαφριά - Έχουν καπάκι - Είναι κλειστά από όλες τις πλευρές - Είναι σκληρά - Μπορούμε να τους βάλουμε μέσα πράγματα <p>Από αυτές τις ιδιότητες, θα κάνουν προσπάθεια στη συνέχεια να απομονώσουν εκείνες που σχετίζονται με τη διερεύνηση της συμπίεσης του αέρα. Να σημειωθεί πως στο σημείο αυτό, θεωρείται δεδομένο ότι έχουν κατακτήσει την ιδέα πως ο αέρας συμπιέζεται. Αναμένεται πως από το διάλογο που θα λάβει χώρα, πάντοτε με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού, οι μαθητές θα καταλήξουν πως τα δύο υλικά αυτά κρίθηκαν ακατάλληλα στη συγκεκριμένη διαδικασία επειδή: όταν είναι κλεισμένα, όλα τους τα τοιχώματά είναι άκαμπτα -δεν υπάρχει δυνατότητα πίεσης σε κανένα σημείο των τοιχωμάτων τους-.</p>		
<p><u>Αξιολόγηση:</u> Λόγω του υψηλού βαθμού ομοιότητας των διεργασιών αυτής της φάσης με εκείνες της προηγούμενης, αναμένεται οι μαθητές να παρουσιάσουν μεγαλύτερη ευελιξία και ταχύτητα. Για την αξιολόγηση της διδακτικής προσέγγισης που ακολουθείται γίνεται παρατήρηση των αλληλεπιδράσεων που αναπτύσσονται μεταξύ των μαθητών, των παρατηρήσεων που διατυπώνουν μετά τις διαδικασίες ελέγχου που εκτελούν και των κριτηρίων αποκλεισμού που προτείνουν.</p>			
<p>Φάση VI: Επεξεργασία της ιδέας ότι ο αέρας μυρίζει/έχει μυρωδιά <u>Διδακτικός χρόνος:</u> 15' περίπου <u>Ιδέες που μπορεί να εκφράσουν οι μαθητές σε αυτή τη φάση:</u> ✓ Ο αέρας μυρίζει/έχει μυρωδιά. <u>Διδακτικές μέθοδοι και τεχνικές:</u> Συνδυάζεται το μοντέλο του εποικοδομισμού με αυτό της διερευνητικής μάθησης. Η διδακτική παρέμβαση εστιάζει στην ανάδειξη και αξιοποίηση των βιωμάτων των μαθητών μέσα από τη συζήτηση μεταξύ τους, στην οποία συμμετέχει και κατευθύνει ο εκπαιδευτικός. <u>Ειδικοί στόχοι</u> Οι μαθητές αναμένεται: Να εκφράσουν την ατομική τους άποψη για τα ερωτήματα που διατυπώνονται. Να ακούν τους συμμαθητές τους και να σχολιάζουν την οπτική που παρουσιάζουν κάποιοι από αυτούς. Να αιτιολογούν/ αναφέρουν επιχειρήματα με βάση τις εμπειρίες που έχουν. Να σχολιάσουν και να καταλήξουν να συμφωνούν με την άποψη ότι ο αέρας δεν μυρίζει, αλλά η μυρωδιά των πραγμάτων απλώνεται στον αέρα.</p>			
<p>Ο εκπαιδευτικός εκκινεί τη συζήτηση με προτροπές όπως:</p>	<p>Οι μαθητές ανταποκρίνονται στα ερωτήματα του εκπαιδευτικού δίνοντας απαντήσεις όπως οι παρακάτω:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Όταν μαγειρεύουμε στην κουζίνα 		<p>5'</p>

<ul style="list-style-type: none"> - Ας αναφέρουμε περιπτώσεις που ο αέρας έχει μυρωδιά. - Λέμε λοιπόν ότι κοντά στο σκουπιδοτενεκέ μυρίζει σκουπίδια. Αν πάω μακριά θα μυρίζει το ίδιο; - Αν είναι έτσι, εκεί που δε μυρίζει σκουπίδια τι μυρίζει; - Τότε τί είναι αυτό που κάνει τον αέρα να μυρίζει; 	<ul style="list-style-type: none"> - Όταν ξυρίζεται ο μπαμπάς - Μετά τη βροχή - Στο βενζινάδικο - Κοντά στο σκουπιδοτενεκέ - Όχι, αν φύγω από τον σκουπιδοτενεκέ δεν μυρίζει. - Αν πάω λίγο πιο μακριά μυρίζει λιγότερο. Αν πάω πολύ μακριά δεν θα μυρίζει. - Όχι, δε μυρίζει παντού σκουπίδι. - Μπορεί να μυρίζει καυσαέρια, λουλούδια, φαγητό ή κάτι άλλο. - Δε μυρίζει παντού κάτι. Μπορεί να μη μυρίζει τίποτα. - Κάποιες φορές δε μυρίζει τίποτα. - Δε μυρίζει πάντοτε κάτι. - Το φαγητό, τα σκουπίδια, τα λουλούδια, η κολόνια... - Κάποια αντικείμενα που είναι κοντά και μυρίζουν πολύ. - Τα πράγματα που είναι κοντά. Η μυρωδιά τους απλώνεται στον αέρα. 		
<p>Ο εκπαιδευτικός μπορεί τελειώνοντας η συζήτηση να συνοψίσει τα σημαντικότερα σημεία που έχουν ήδη αναφερθεί από τους μαθητές:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Όπως είπατε, ο αέρας δεν μυρίζει πάντοτε, άρα η μυρωδιά δεν είναι δικό του χαρακτηριστικό. Αλλά και όταν μυρίζει, αυτό οφείλεται στο ότι η μυρωδιά των πραγμάτων απλώνεται στον αέρα. <p>Στη συνέχεια ο εκπαιδευτικός ενθαρρύνει τους μαθητές να διατυπώσουν ερωτήματα που ίσως τους δημιουργήθηκαν από την συμπερασματική αυτή διατύπωση για να ελέγξει το βαθμό κατανόησης όσων συζητήθηκαν.</p>	<p>Οι μαθητές επαληθεύουν την εικόνα που πιθανόν έχουν ήδη σχηματίσει από τη συζήτηση για τη σχέση της μυρωδιάς-αέρα. Σε περίπτωση που διατυπωθούν ερωτήματα από τους μαθητές, θα εξακολουθήσει επεξεργασία τους με τον τρόπο που παρουσιάστηκε παραπάνω.</p>		5'

Αξιολόγηση: Ως αξιολόγηση θα λειτουργήσει η συζήτηση που θα γίνει ύστερα από το συμπέρασμα που θα σχηματίσει ο εκπαιδευτικός.

Φάση VI: Επεξεργασία της ιδέας ότι ο αέρας μετακινεί αντικείμενα και κινείται

Διδακτικός χρόνος: 10'

Ιδέες που μπορεί να εκφράσουν οι μαθητές σε αυτή τη φάση:

- ✓ *Ο αέρας υπάρχει όταν κινείται. Δεν υπάρχει η ίδια βεβαιότητα την περίπτωση που δεν διαπιστώνεται κίνηση του αέρα. Κάποια παιδιά μάλιστα απορρίπτουν την παρουσία του αέρα όταν αυτός παραμένει ακίνητος.*
- ✓ *Η ύπαρξη του αέρα αναγνωρίζεται ακόμα και όταν αυτός δεν κινείται.*
- ✓ *Ο αέρας μπορεί να «κάνει τα πράγματα να συμβαίνουν» χωρίς απαραίτητα να τον αντιλαμβανόμαστε με τις αισθήσεις. Αποδίδεται στον αέρα η δυνατότητα να κινείται από και προς διάφορα σημεία στο περιβάλλον.*

Διδακτικές μέθοδοι και τεχνικές:

Σε αυτή τη φάση της διδασκαλίας η εκπαιδευτική διαδικασία ελαφρώς διαφοροποιείται καθώς δεν βασίζεται στην επεξεργασία των υλικών που έχουν συγκεντρώσει οι μαθητές. Αντίθετα δίνεται έμφαση στις εμπειρίες που έχουν οι μαθητές, οι οποίες αναδεικνύονται μέσα από τον δασκαλομαθητικό παρωθητικό διάλογο, αλλά και τις διαμαθητικές αλληλεπιδράσεις.

Ειδικόί στόχοι

Οι μαθητές αναμένεται:

Να εκφράσουν την ατομική τους άποψη για τα ερωτήματα που διατυπώνονται.

Να ακούν τους συμμαθητές τους και να σχολιάζουν την οπτική που παρουσιάζουν κάποιοι από αυτούς.

Να αιτιολογούν/ αναφέρουν επιχειρήματα με βάση τις εμπειρίες που έχουν.

Να διατυπώσουν την άποψη ότι ο αέρας κινείται και μπορεί να μετακινήσει αντικείμενα ή πιο συγκεκριμένα, όταν κινείται μπορεί να μετακινήσει αντικείμενα.

Ο εκπαιδευτικός ξεκινώντας από τα βιώματα των μαθητών επιδιώκει με τη βοήθεια ερωτήσεων να τους βοηθήσει να συνειδητοποιήσουν ότι ο αέρας μπορεί να μετακινεί αντικείμενα, κάτι που το βλέπουν συχνά στην καθημερινότητά τους, αλλά και ότι ο ίδιος κινείται. Η σχέση των δύο αυτών κινήσεων δεν είναι αυτονόητη σε τόσο μικρή ηλικία. Μια σειρά ερωτημάτων που θα μπορούσαν να οδηγήσουν στην κατάκτηση των στόχων είναι η εξής:

- Μπορείτε να αναφέρετε παραδείγματα περιπτώσεων που ο αέρας μετακινεί πράγματα;

Οι μαθητές δεν θα ασχοληθούν με τα υλικά ούτε θα κινηθούν μαθησιακά όπως στις δύο προηγούμενες φάσεις. Επειδή όμως η παρούσα φάση θα στηριχθεί στην έκφραση και ανταλλαγή απόψεων θεωρείται ότι δεν θα συναντήσουν ιδιαίτερη δυσκολία. Στις ερωτήσεις που θα θέσει ο εκπαιδευτικός οι μαθητές αναμένεται να δώσουν απαντήσεις όπως:

- Το πέταγμα του χαρταετού
- Ένα καράβι με πανιά
- Ο κυματισμός της σημαίας
- Τα κλαδιά των δέντρων όταν έχει κακό καιρό
- Τα μαλλιά όταν φυσάει

10'

<p>– Αυτά που αναφέρατε μπορούν να συμβούν οποιαδήποτε μέρα;</p> <p>– Πώς πρέπει να είναι ο καιρός για να πετάξουμε για παράδειγμα χαρταετό ή να κινηθεί ένα καράβι με πανιά; Τι διαφορετικό έχουν αυτές οι μέρες;</p> <p>Ολοκληρώνοντας την παραπάνω συζήτηση ο εκπαιδευτικός ζητά από τα παιδιά να διατυπώσουν συγκεντρωτικά σχόλια σχετικά με την κίνηση του ίδιου του αέρα αλλά και την κίνηση άλλων αντικειμένων την οποία προκαλεί ο αέρας.</p>	<p>– Αν ανοίξουμε το παράθυρο και την πόρτα, η πόρτα θα κλείσει με θόρυβο</p> <p>Εδώ είναι πολύ πιθανό οι μαθητές να δυσκολευτούν να απαντήσουν και ίσως χρειαστούν διευκρινιστικές ερωτήσεις για να ενισχυθεί η συζήτηση.</p> <p>– Έχουν σύννεφα (Για αυτή την άποψη θα ελεγχθεί κατά πόσο τα σύννεφα είναι αναγκαία και ικανή συνθήκη για τα φαινόμενα που έχουν αναφερθεί παραπάνω)</p> <p>– Φυσάει</p> <p>– Ο αέρας κινείται/τρέχει</p> <p>Οι μαθητές λαμβάνοντας υπόψη τους όσα συζητήθηκαν, αναμένεται να κάνουν τη σύνδεση ανάμεσα στις δύο κινήσεις. Να αντιληφθούν δηλαδή ότι έχουν σχέση αιτίου-αιτιατού. Αυτή, θα μπορούσε να διατυπωθεί ως εξής:</p> <p>– Για να πετάξουμε χαρταετό χρειάζεται να φυσάει.</p> <p>– Τις μέρες που έχει πολύ αέρα τα κλαδιά των δέντρων κουνιούνται και τα πανιά των καραβιών φουσκώνουν.</p> <p>– Όταν φυσάει, ο αέρας ανακατεύει τα μαλλιά μας και κάνει τα απλωμένα ρούχα να κουνιούνται.</p>		
<p>Αξιολόγηση: Και στην παρούσα φάση, η αξιολόγηση των στόχων θα γίνει μέσω της παρατήρησης όσων συνεισφέρουν οι μαθητές στη συζήτηση, όσων αναφέρουν ως επιχειρήματα και των συμπερασματικών διατυπώσεων που διατυπώνουν.</p>			
<p>Φάση VII: Επεξεργασία της ιδέας ότι ο αέρας είναι ζεστός και κρύος</p> <p><u>Διδακτικός χρόνος:</u> 15' περίπου</p> <p><u>Ιδέες που μπορεί να εκφράσουν οι μαθητές σε αυτή τη φάση:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Ο αέρας δεν μπορεί να θερμανθεί.</i> Στην ηλικία που απευθύνεται η διδακτική πρόταση είναι πιθανό η ιδέα να παίρνει τη μορφή: Ο αέρας δεν μπορεί να ζεσταθεί. Η ιδέα πως ο αέρας δεν θερμαίνεται σε συνδυασμό με την ύπαρξη ζεστού και κρύου αέρα -από τα καθημερινά βιώματα- μπορεί να οδηγήει στο συμπέρασμα ότι υπάρχει σταθερά κρύος και σταθερά ζεστός αέρας. ✓ Τα παιδιά δεν εκπλήσσονται με την ιδέα πως ο αέρας μπορεί να «μεταφέρει θερμότητα». <p><u>Διδακτικές μέθοδοι και τεχνικές:</u></p> <p>Και σε αυτή τη φάση αξιοποιούνται στοιχεία διερευνητικής μάθησης και κονστρουκτιβισμού. Αναδεικνύονται τα βιώματα των μαθητών μέσα από τη συζήτηση μεταξύ τους, στην οποία συμμετέχει ο εκπαιδευτικός και την κατευθύνει διακριτικά προωθώντας το διάλογο. Οι εμπειρίες των μαθητών επιδιώκεται να αξιοποιηθούν για την γνωστική επεξεργασία της νέας μεταβλητής.</p> <p><u>Ειδικοί στόχοι</u></p>			

<p>Οι μαθητές αναμένεται:</p> <p>Να εκφράσουν την ατομική τους άποψη για τα ερωτήματα που διατυπώνονται.</p> <p>Να ακούν τους συμμαθητές τους και να σχολιάζουν την οπτική που παρουσιάζουν κάποιοι από αυτούς.</p> <p>Να αιτιολογούν/αναφέρουν επιχειρήματα με βάση τις εμπειρίες που έχουν.</p> <p>Να σχολιάσουν και να καταλήξουν να συμφωνούν με την άποψη ότι ο αέρας μπορεί να αλλάξει θερμοκρασία ή ότι ο -ίδιος- αέρας μπορεί να είναι άλλοτε ζεστός και άλλοτε κρύος.</p>			
<p>Η συζήτηση ξεκινά με τον εκπαιδευτικό να ζητά από τους μαθητές να αναφέρουν περιπτώσεις που αισθανόμαστε ότι ο αέρας είναι ζεστός ή κρύος.</p>	<p>Οι μαθητές αναφέρουν παραδείγματα όπως:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Μέσα στο ψυγείο έχει κρύο αέρα . - Το καλοκαίρι έχει ζεστό αέρα και το χειμώνα έχει κρύο αέρα. - Το πιστολάκι για τα μαλλιά βγάζει ζεστό αέρα. - Όταν το κλιματιστικό δουλεύει, ο αέρας είναι κρύος. 		10'
<p>Στη συνέχεια καθοδηγεί τη συζήτηση με ερωτήσεις όπως:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Το χειμώνα, αν έχουμε ανοιχτά τα παράθυρα, ο αέρας μέσα στο σπίτι πώς θα είναι; - Αν κλείσουμε τα παράθυρα και ανοίξουμε το καλοριφέρ τι θα γίνει; - Αν ύστερα κλείσουμε το καλοριφέρ; - Αυτόν τον αέρα, πώς θα τον ονομάσουμε/κατατάξουμε ζεστό ή κρύο; 	<p>Στις ερωτήσεις του εκπαιδευτικού είναι πιθανό να δοθούν απαντήσεις όπως:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ο αέρας θα είναι κρύος - Σιγά σιγά ο αέρας θα γίνει πιο ζεστός. - Ο αέρας από κρύος θα γίνει ζεστός. - Ο αέρας θα είναι ζεστός για λίγο και μετά θα κρυώσει/γίνει κρύος. - Δεν ξέρω. - Είναι και κρύος και ζεστός, αλλά όχι την ίδια στιγμή. - Στην αρχή νιώθουμε τον αέρα κρύο και μετά ζεστό. 		
<p>Ο εκπαιδευτικός συνοψίζει όσα ειπώθηκαν:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Είδαμε μαζί ότι ο ίδιος αέρας μπορεί άλλοτε να είναι ζεστός και άλλοτε κρύος. <p>Ταυτόχρονα ελέγχει από τις αντιδράσεις των μαθητών τις αλλαγές που έχουν επέλθει στην αντίληψη που υιοθετούσαν πριν.</p>	<p>Οι μαθητές ανταποκρίνονται στη συμπερασματική διαπίστωση του εκπαιδευτικού είτε συμφωνώντας, είτε αναφέροντας άλλα παραδείγματα, είτε θέτοντας ερωτήσεις. Η επεξεργασία συνεχίζεται για όσο κρίνει ο εκπαιδευτικός.</p>		5'

Αξιολόγηση: Ο εκπαιδευτικός μπορεί να εκτιμήσει την επίτευξη των διδακτικών στόχων από τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της συζήτησης που θα προκύψει ύστερα από τη συμπερασματική διατύπωση που ο ίδιος θα σχηματίσει.

Φάση VIII: Επεξεργασία της ιδέας ότι ο αέρας δεν ζυγίζεται ή έχει μηδενικό βάρος

Διδακτικός χρόνος: 30' περίπου

Ιδέες που μπορεί να εκφράσουν οι μαθητές σε αυτή τη φάση:

- ✓ *Ο αέρας έχει αρνητικό βάρος ή δεν ζυγίζει τίποτα.*
- ✓ *Ο αέρας έχει την τάση να πηγαίνει προς τα πάνω, επιπλέει γύρω από τα σώματα και δεν πιέζει προς τα κάτω.*

Διδακτικές μέθοδοι και τεχνικές:

Το εποικοδομητικό μοντέλο εμπλουτίζεται με στοιχεία της διερευνητικής μάθησης. Εδώ, εισέρχεται και πάλι η επεξεργασία των υλικών, αρχικά σε νοητικό και ύστερα σε πρακτικό επίπεδο. Αξιοποιείται η παρατήρηση και πάνω σε αυτή στηρίζεται η συζήτηση για την επίτευξη των γνωστικών και όχι μόνο στόχων.

Ειδικοί στόχοι

Οι μαθητές αναμένεται:

- Να εκφράσουν την ατομική τους άποψη για τα ερωτήματα που διατυπώνονται.
- Να εντοπίσουν υλικά που ανταποκρίνονται σε κριτήρια που θέτει ο εκπαιδευτικός.
- Να προτείνουν τρόπους για να ελεγχθεί η μεταβλητή του βάρους του αέρα.
- Να διατυπώσουν υποθέσεις για τη συμπεριφορά των υλικών πριν τη διαδικασία ελέγχου που έχουν προτείνει.
- Να δοκιμάσουν τους τρόπους ελέγχου που διατύπωσαν.
- Να ακούν τους συμμαθητές τους και να σχολιάζουν την οπτική που παρουσιάζουν κάποιοι από αυτούς.
- Να παρατηρήσουν και να διατυπώσουν την άποψη ότι ο αέρας έχει βάρος ή/και μπορεί να ζυγιστεί.

Το ρόλο της διατύπωσης των κριτηρίων επιλογής των υλικών τον αναλαμβάνει αυτή τη φορά ο εκπαιδευτικός, ο οποίος αξιοποιεί και πάλι την φωναχτή σκέψη για να καθοδηγήσει τους μαθητές να τα εντοπίσουν. Ένας πιθανός τρόπος είναι να αναφερθεί στα εξής κριτήρια:

- Για να δούμε, τον αέρα απ' ότι φαίνεται δεν μπορούμε να τον ζυγίσουμε όταν είναι ελεύθερος. Πρέπει να σκεφτούμε μία άλλη λύση. Για να δοκιμάσουμε να τον ζυγίσουμε, θα πρέπει μάλλον να βρούμε ένα αντικείμενο που όταν τουβάλουμε αέρα να μπορεί να κλείσει ώστε να μη βγαίνει ο αέρας έξω.

Αυτή τη φορά δεν εξάγουν οι μαθητές κριτήρια καταλληλότητας για τα υλικά, αλλά ο εκπαιδευτικός. Εκείνοι, ακολουθούν τη σκέψη που εκφράζει δυνατά και με βάση τα χαρακτηριστικά που αναφέρει επιλέγουν ή απορρίπτουν υλικά.

Ανταποκρινόμενοι στο 1^ο κριτήριο οι μαθητές θα απορρίψουν: τη σακούλα, το ανοιχτό πλαστικό μπουκάλι και το χάρτινο κουτί

- μπάλα
- φουσκωμένο μπαλόνι
- τρόμπα
- εξάρτημα τρόμπας για (ξε)φούσκωμα μπάλας
- ζυγαριά

Προαιρετικά:

- σακούλα

10'

<ul style="list-style-type: none"> - Θα βόλευε ακόμα, το αντικείμενο αυτό να μπορούμε να το αδειάσουμε, για να το ζυγίσουμε και όταν είναι άδειο από αέρα και όταν είναι γεμάτο. - Ωραία, έχει μείνει το μπαλόνι και η μπάλα. Μηπως θα ήταν καλύτερα να χρησιμοποιήσουμε εκείνο στο οποίο μπορούμε να βάλουμε πιο πολύ αέρα; Έτσι θα δούμε καλύτερα τη διαφορά -με και χωρίς αέρα-. Οπότε μάλλον καταλήγουμε στη μπάλα. Τι λέτε κι εσείς; 	<p>Με βάση το 2^ο χαρακτηριστικό, οι μαθητές θα απορρίψουν επιπλέον: το γυάλινο βάζο, το κλειστό πλαστικό μπουκάλι και το δεμένο μπαλόνι. Έτσι, θα απομένουν το μπαλόνι κι η μπάλα.</p> <p>Στο 3^ο κριτήριο οι μαθητές παραμένουν σχετικά αμέτοχοι/παθητικοί. Υπάρχει όμως περίπτωση να θεωρούν ότι το μπαλόνι χωράει περισσότερο αέρα καθώς καταλήγει να καταλαμβάνει περισσότερο χώρο απ' ό,τι η μπάλα όταν είναι και τα δύο φουσκωμένα.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • πλαστικά μπουκάλια (ένα άδειο βουλωμένο -με καπάκι- και ένα άδειο χωρίς καπάκι) • γυάλινο βάζο με καπάκι • χάρτινο κουτί 	
<p>Στην περίπτωση που οι μαθητές δεν αντιληφθούν την επιλογή της μπάλας έναντι του μπαλονιού, ο εκπαιδευτικός είτε εξηγεί ότι λόγω των σκληρών τοιχωμάτων που έχει η μπάλα μπορούμε να βάλουμε μεγάλη ποσότητα πιεσμένου αέρα, είτε προτείνει το φούσκωμα των δύο αντικειμένων με τη βοήθεια της τρόμπας για να διαπιστωθεί σε ποιο από τα δύο χωράει περισσότερος αέρας -σε ποιο χωρά αέρας που αντιστοιχεί σε περισσότερα μέγιστα ανεβοκατεβάσματα της τρόμπας-.</p>	<p>Αν οι μαθητές εκφράσουν ένσταση για το αντικείμενο που χωράει περισσότερο αέρα, θα χρειαστεί να δοκιμάσουν να τα φουσκώσουν και τα δύο. Από τη στιγμή που θα διαπιστώσουν ότι η μπάλα χωράει περισσότερο αέρα αναμένεται να πειστούν για τη χρήση της στη μελέτη της μεταβλητής του βάρους.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • μπάλα • φουσκωμένο μπαλόνι • τρόμπα • εξάρτημα τρόμπας για (ξε)φούσκωμα μπάλας • ζυγαριά 	3-5'
<p>Στη συνέχεια, ο εκπαιδευτικός τους παροτρύνει να διατυπώσουν μία διαδικασία ελέγχου της μεταβλητής του βάρους. Αν υπάρξει δυσκολία ο εκπαιδευτικός μπορεί να βοηθήσει με ερωτήσεις όπως:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Με ποιο τρόπο μπορούμε να μετρήσουμε πόσο βαρύ είναι ένα αντικείμενο; - Πώς μετράει ο μανάβης το βάρος που έχουν οι ντομάτες που θέλουμε να πάρουμε; - Τί θα ζυγίσουμε με τη ζυγαριά; 	<p>Η πρότερη επιλογή της μπάλας για τη μελέτη της μεταβλητής, η αναφορά του περιοριστικού κριτηρίου περί δυνατότητας ζύγισης με και χωρίς αέρα αποτελούν διευκολυντικά στοιχεία για τον σχεδιασμό της διαδικασίας ελέγχου. Αναμένεται να προταθεί λοιπόν από τους μαθητές η εξής διαδικασία:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Μπορούμε να ζυγίσουμε τη μπάλα δύο φορές. Μία φορά όταν δεν έχει μέσα αέρα/είναι ξεφουσκωτή και μία όταν είναι καλά φουσκωμένη. Για να το κάνουμε αυτό θα χρειαστούμε ζυγαριά. 	<ul style="list-style-type: none"> • μπάλα • τρόμπα • εξάρτημα τρόμπας για (ξε)φούσκωμα μπάλας • ζυγαριά 	5'
<p>Μόλις καταλήξει η τάξη στη διαδικασία ελέγχου της μεταβλητής, ο εκπαιδευτικός ζητά από τους</p>	<p>Οι μαθητές θα επιχειρήσουν να εκτελέσουν νοητικά το πείραμα και να διατυπώσουν προβλέψεις, κάποιες από τις οποίες μπορεί να είναι:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • μπάλα 	2-3'

<p>μαθητές να κάνουν υποθέσεις για τα αποτελέσματα της διαδικασίας που πρότειναν.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Όταν η μπάλα θα είναι γεμάτη αέρα θα είναι πιο ελαφριά. - Η ζυγαριά θα δείξει τον ίδιο αριθμό/το ίδιο βάρος και τις δύο φορές. - Όταν η μπάλα θα είναι γεμάτη αέρα θα είναι πιο βαριά. 	<ul style="list-style-type: none"> • τρόμπα • εξάρτημα τρόμπας για (ξε)φούσκωμα μπάλας • ζυγαριά 	
<p>Ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει να συντονίσει τους μαθητές στην εκτέλεση της διαδικασίας που πρότειναν και να υποβοηθήσει τη διαδικασία διατύπωσης ενός συμπεράσματος.</p>	<p>Ακολουθως οι μαθητές θα ενθαρρυνθούν να εκτελέσουν τη διαδικασία που πρότειναν.</p> <p>Από τις παρατηρήσεις τους αναμένεται να καταλήξουν πως η διαφορά στην ένδειξη της ζυγαριάς οφείλεται στον αέρα που έβαλαν στην μπάλα και να καταλήξουν έτσι στη διαπίστωση πως ο αέρας έχει βάρος ή/και μπορεί να ζυγιστεί.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • μπάλα • τρόμπα • εξάρτημα τρόμπας για (ξε)φούσκωμα μπάλας • ζυγαριά 	5-7'
<p>Αξιολόγηση: Αξιολόγηση των στόχων γίνεται καθ' όλη τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Μεγαλύτερη έμφαση θα δοθεί στον τρόπο συλλογισμού των μαθητών κατά την επιλογή των υλικών με βάση το εκάστοτε κριτήριο, στην εύρεση διαδικασίας ελέγχου της μεταβλητής, στη διατύπωση των προβλέψεων και στο σχηματισμό ενός συμπεράσματος. Να σημειωθεί ότι αναμένεται οι μαθητές να παρουσιάσουν μεγαλύτερη ευκολία και ευελιξία στην αναζήτηση διαδικασίας ελέγχου λόγω της εξάσκησης που έχει προηγηθεί.</p>			
<p>Φάση ΙΧ: Επανεξέταση της εκπαιδευτικής διαδικασίας</p> <p><u>Διδακτικός χρόνος:</u> 15' περίπου</p> <p><u>Διδακτικές μέθοδοι και τεχνικές:</u></p> <p>Στην παρούσα φάση αξιοποιούνται κυρίως στοιχεία από το μοντέλο της διερευνητικής μάθησης αλλά και από εκείνο του κονστрукτιβισμού. Αναδεικνύονται τα βιώματα των μαθητών μέσα από τη συζήτηση μεταξύ τους και με τον εκπαιδευτικό, η οποία στηρίζεται σε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου. Βάση δίνεται στη μεταγνωστική επεξεργασία των διαδικασιών που ακολουθήθηκαν.</p> <p><u>Ειδικόί στόχοι</u></p> <p>Οι μαθητές αναμένεται:</p> <ul style="list-style-type: none"> Να εκφράσουν την ατομική τους άποψη για τα ερωτήματα που διατυπώνονται. Να σχολιάσουν προσπαθώντας να εκτιμήσουν στοιχεία της διδακτικής προσέγγισης που υιοθετήθηκε. Να διατυπώσουν υποθέσεις για πιθανές βελτιστοποιήσεις στη διαδικασία που ακολουθήθηκε. Να ακούν τους συμμαθητές τους και να σχολιάζουν την οπτική που παρουσιάζουν κάποιιοι από αυτούς. 			
<p>Ο εκπαιδευτικός επιδιώκει να εισάγει τους μαθητές σε μία διαδικασία επανεκτίμησης. Για να το κάνει αυτό μπορεί να χρησιμοποιήσει μία πληθώρα ανοιχτών ερωτήσεων όπως:</p>	<p>Οι μαθητές ωθούνται από τον εκπαιδευτικό να επεξεργαστούν για άλλη μία φορά τα λεγόμενα και τις πράξεις τους (μετα)γνωστικά αλλά και συναισθηματικά. Πιο συγκεκριμένα καλούνται να επανεξετάσουν:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Τον πώς μεταβλήθηκαν οι ιδέες που αρχικά είχαν διατυπώσει -αν μεταβλήθηκαν - για τον αέρα. 		

<ul style="list-style-type: none"> - Τι σας άρεσε περισσότερο/λιγότερο από όσα κάναμε στην τάξη για τον αέρα; - Θεωρείτε ότι υπάρχει κάτι που θα μπορούσαμε να το είχαμε κάνει αλλιώς; - Τί θα μπορούσαμε να κάνουμε για να διορθώσουμε το; - Πώς θα μπορούσαμε να βελτιώσουμε το...; - Πώς νιώσατε όταν ψάχνατε τρόπους για να δουλέψουμε με τα υλικά; - Ο τρόπος που καθόμαστε στην τάξη θεωρείτε ότι μας βοήθησε ή ότι μας δυσκόλεψε; <p>Μέσα από τις απαντήσεις τέτοιων ερωτήσεων ο εκπαιδευτικός συλλέγει δεδομένα ανατροφοδότησης, ώστε να προσαρμόσει σε επόμενη διδασκαλία πιο λειτουργικό συνδυασμό διδακτικών μοντέλων.</p> <p>Να σημειωθεί ότι η επίτευξη των γνωστικών στόχων έχει αξιολογηθεί κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των επιμέρους μεταβλητών, όπου οι μαθητές σχεδιάζουν διαδικασίες ελέγχου, παρατηρούν τυχόν μεταβολές και διατυπώνουν συμπεράσματα. Για το λόγο αυτό δεν κρίνεται σκόπιμο να επανέλθει ο εκπαιδευτικός στην εκτίμησή του γνωστικού περιεχομένου.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Το ρόλο που διαδραμάτισαν οι ίδιοι στο διάλογο με άλλους μαθητές και με το δάσκαλο. - Την εμπλοκή τους στο σχεδιασμό των διαδικασιών ελέγχου των μεταβλητών. - Το ρόλο του εκπαιδευτικού στις διάφορες φάσεις της εκπαιδευτικής διαδικασίας - Στοιχεία που επέδρασαν είτε εξαιρετικά θετικά είτε εξαιρετικά αρνητικά. 	
---	--	--