



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

**Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
Κατεύθυνση: «Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση»**

Διπλωματική Εργασία

**ΜΙΑ ΔΙΑ-ΗΛΙΚΙΑΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ
ΤΩΝ ΙΔΕΩΝ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ/ΤΡΙΩΝ
ΤΗΣ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΕΡΙΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΥΛΗΣ**

Πεστεμαντζόγλου Ελισάβετ

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Κρυσταλλία Χαλκιά

Συνεπιβλέπουσες Καθηγήτριες:

Ευαγγελία Μαυρικάκη και Αποστολία Γαλάνη

Ευχαριστίες

Με την παρούσα διπλωματική εργασία, ολοκληρώνονται οι σπουδές μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών «Οι Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση» του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης Αθήνας.

Πρωτίστως, θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, την κα Κρυσταλλία Χαλκιά, για την επιστημονική και συμβουλευτική της καθοδήγηση σε όλα τα στάδια της εκπόνησης της εργασίας, αλλά και για την άριστη συνεργασία που είχαμε. Της εκφράζω ένα βαθύ ευχαριστώ, για τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσε, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, αλλά και για την γενικότερη στήριξη που μου προσέφερε κατά την διάρκεια των σπουδών μου, η οποία υπήρξε για μένα ανεκτίμητη και καθοριστική.

Ιδιαίτερα, θα ήθελα να αναφερθώ στους/στις καθηγητές/τριες μου, Ευαγγελία Μαυρικάκη, Αποστολία Γαλάνη και Κωσταντίνο Σκορδούλη, στους οποίους εκφράζω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες, για τις γνώσεις που αποκόμισα κατά την διάρκεια των μαθημάτων τους, αλλά και την πολύτιμη βοήθειά τους.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	6
Βιβλιογραφική αναδρομή.....	6
Ο αέρας στα σχολικά εγχειρίδια και στα Α.Π.	22
Μεθοδολογία Έρευνας.....	35
Ανάλυση δεδομένων.....	37
Α) Απόψεις των μαθητών/τριών του Δημοτικού για την ύπαρξη του αέρα.....	37
Β) Απόψεις των μαθητών/τριών Δημοτικού για το αν ο αέρας έχει βάρος.....	48
Γ) Αναπαραστάσεις του αέρα των μαθητών/τριών Δημοτικού.....	53
Γ.1. Ως προς τη μορφή και σύσταση του αέρα.....	53
Γ.2. Ως προς την κίνησή του αέρα.....	57
Γ.3. Ως προς τον χώρο που καταλαμβάνει.....	58
Αποτελέσματα.....	63
Συμπεράσματα.....	67
Περιορισμοί της έρευνας.....	69
Παράρτημα.....	71
Ερωτηματολόγιο Συνέντευξης:.....	71
Πίνακες με τις απαντήσεις των μαθητών.....	75
Βιβλιογραφία.....	96

Κατάλογος Πινάκων:

Πίνακας 1: Οι έρευνες που μελετήθηκαν και οι θεματικές τους.....	σελ.7
Πίνακας 2: Πίνακας ηλικιών.....	σελ. 10
Πίνακας 3: Οι έρευνες που μελετήθηκαν και η μεθοδολογία τους.....	σελ. 16
Πίνακας 4: Έρευνες που επιχείρησαν την αναδόμηση των εναλλακτικών ιδεών.....	σελ. 20
Πίνακας 5.1: Αναφορές στα σχολικά εγχειρίδια και το Αναλυτικό Πρόγραμμα/ Η ύπαρξη του αέρα στον χώρο.....	σελ. 23
Πίνακας 5.2: Αναφορές στα σχολικά εγχειρίδια και το Αναλυτικό Πρόγραμμα/ Περιγραφή του αέρα ως προς τη μορφή και την σύστασή του.....	σελ. 26
Πίνακας 5.3: Αναφορές στα σχολικά εγχειρίδια και το Αναλυτικό Πρόγραμμα/ Η μάζα και ο όγκος των αέριων σωμάτων.....	σελ. 30
Πίνακας 6.1: Συνειδητοποίηση ύπαρξης του αέρα στον χώρο.....	σελ. 36

Πίνακας 6.2: Αρχικές διατυπώσεις παιδιών, σχετικά με την ύπαρξη του αέρα στον χώρο.....	σελ. 37
Πίνακας 6.3: Συνειδητοποίηση ύπαρξης του αέρα στον χώρο.....	σελ. 37
Πίνακας 7.1: Πώς φαντάζεσαι τον αέρα;.....	σελ. 39
Πίνακας 7.2: Πώς φαντάζεσαι τον αέρα;.....	σελ. 40
Πίνακας 8.1: Επίδειξη δύο δέντρων - Ένα λυγισμένο και ένα ίσιο. (Πού υπάρχει αέρας;).....	σελ. 41
Πίνακας 8.2: Τι συμβαίνει όταν ανοίγω τον ανεμιστήρα;.....	σελ. 43
Πίνακας 9.1: Ύπαρξη του αέρα σε εξωτερικό και εσωτερικό χώρο.....	σελ. 44
Πίνακας 9.2: Ύπαρξη του αέρα σε κλειστό και ανοιχτό δοχείο.....	σελ. 46
Πίνακας 11.1: Έχει ο αέρας μάζα και βάρος;.....	σελ. 48
Πίνακας 11.2: Έχει ο αέρας βάρος;.....	σελ. 48
Πίνακας 11.3: Αλλαγή φυσικής κατάστασης του αέρα/ διατήρηση της μάζας του.....	σελ. 51
Πίνακας 13.1: Απεικόνιση του αέρα μέσα σε κλειστό δοχείο/ Ως προς την μορφή και την σύσταση.....	σελ. 53
Πίνακας 13.2: Απεικόνιση <u>θερμού αέρα</u> μέσα σε κλειστό δοχείο /Αλλαγές ως προς την μορφή και σύσταση του αέρα.....	σελ. 55
Πίνακας 14: Απεικόνιση θερμού αέρα μέσα σε κλειστό δοχείο/ <u>Αλλαγές ως προς την κίνηση</u> του αέρα.....	σελ. 57
Πίνακας 15.1: Απεικόνιση του αέρα μέσα σε κλειστό δοχείο/ Ως προς τον χώρο που καταλαμβάνει.....	σελ. 58
Πίνακας 15.2: Απεικόνιση θερμού αέρα μέσα σε κλειστό δοχείο/ Αλλαγές ως προς τον χώρο που καταλαμβάνει.....	σελ. 59
Πίνακας 15.3: Απεικόνιση του αέρα μέσα σε κλειστό δοχείο, αφού έχει αφαιρεθεί ο μισός/ Αλλαγές ως προς τον χώρο που καταλαμβάνει.....	σελ. 61
Πίνακας 16.1: Συγκεντρωτικός πίνακας εναλλακτικών ιδεών.....	σελ. 62
Πίνακας 16.2: Συγκεντρωτικός πίνακας Εναλλακτικών Ιδεών.....	σελ. 64
Πίνακας 16.3: Συγκεντρωτικός πίνακας Εναλλακτικών ιδεών.....	σελ. 64
Πίνακες αναλυτικών απαντήσεων μαθητών/τριών.....	σελ. 74

Κατάλογος Εικόνων:

Εικόνα 1: : Απεικόνιση του αέρα στο ΒΜ της Α' Δημοτικού.....	σελ.27
Εικόνα 2: Απεικόνιση του αέρα με την μορφή κουκίδων (Βιβλίο μαθητή Ε' Δημοτικού).....	σελ. 29
Εικόνα 3: Τετράδιο Εργασιών, Β' Δημοτικού Μελέτης Περιβάλλοντος σελ. 39/ Οι 3 μορφές της ύλης, δραστηριότητα).....	σελ. 32
Εικόνα 4: Αναζήτηση του αέρα με πειράματα/Δ' Δημοτικού	σελ. 33
Εικόνα 5: Θερμαίνοντας τα υγρά-διαστολή/Ε' Δημοτικού.....	σελ.34
Εικόνα 6: Δραστηριότητα διερεύνησης του αέρα/ Δ' Δημοτικού.....	σελ. 45

Περίληψη

Η παρούσα εργασία, εστιάζει στις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών του Δημοτικού σχολείου, αναφορικά με τον αέρα και την αέρια κατάσταση της ύλης. Ειδικότερα, διερευνώνται οι εναλλακτικές αυτές ιδέες και το πώς αυτές εξελίσσονται κατά τη διάρκεια του Δημοτικού σχολείου. Ταυτόχρονα, εξετάζεται η αλληλεπίδρασή τους με το Αναλυτικό Πρόγραμμα.

Abstract

The present work focuses on the alternative ideas of the students / three of the Primary school, regarding the air and the gaseous state of matter. In particular, these alternative ideas are explored and how they evolve during primary school. At the same time, their interaction with the Curriculum is examined.

Λέξεις κλειδιά

Μια δια-ηλικιακή αποτύπωση των ιδεών των μαθητών/τριών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για την αέρια κατάσταση της ύλης

Key words

A cross-age study on the students' ideas in primary education for the gaseous state of matter

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια, κατά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, δίδεται ιδιαίτερη έμφαση στις προ υπάρχουσες/εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών/τριών για τα φυσικά φαινόμενα. Πιο συγκεκριμένα, με τον όρο εναλλακτικές αντιλήψεις, αναφερόμαστε στις προσωπικές αντιλήψεις των παιδιών, οι οποίες τους καθιστούν ικανούς να περιγράψουν φαινόμενα της καθημερινής τους ζωής, με έναν τρόπο που να τους κάνει νόημα. Αυτές οι ιδέες όμως, έρχονται σε αντίθεση με τις αντιλήψεις των επιστημόνων για τα συγκεκριμένα φυσικά φαινόμενα (Χαλκιά, 2010). Τις περισσότερες φορές μάλιστα, οι εναλλακτικές ιδέες, παραμένουν σταθερές, ακόμα και μετά από την επίσημη διδασκαλία της αντίστοιχης διδακτικής ενότητας στο σχολείο. Το γεγονός αυτό, αποδεικνύει ότι οι προ υπάρχουσες αυτές αντιλήψεις των παιδιών, είναι πολύ καλά εδραιωμένες στο μυαλό τους και είναι πολύ δύσκολο να αναδομηθούν (Tytler, 1993).

Στην παρούσα εργασία, θα εστιάσουμε στις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών του Δημοτικού σχολείου, αναφορικά με τον αέρα και την αέρια κατάσταση της ύλης. Ειδικότερα, θα προσπαθήσουμε να διερευνήσουμε τις εναλλακτικές αυτές ιδέες και το πώς αυτές εξελίσσονται κατά τη διάρκεια του Δημοτικού σχολείου. Ταυτόχρονα, θα εξετάσουμε την αλληλεπίδρασή τους με το Αναλυτικό Πρόγραμμα

Βιβλιογραφική αναδρομή

Αρκετές έρευνες έχουν διερευνήσει τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών για την αέρια κατάσταση της ύλης. Οι περισσότερες από τις έρευνες τις οποίες μελετήσαμε κατά την βιβλιογραφική ανασκόπηση, χρησιμοποίησαν ως σημείο αναφοράς για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων τους, τα εκάστοτε σχετικά διδακτικά κεφάλαια που προέβλεπε το Αναλυτικό Πρόγραμμα της χώρας τους (Stavy, 1988). Οι περισσότεροι ερευνητές, προσπάθησαν, εστιάζοντας σε διαφορετικές διαστάσεις της έννοιας του αέρα ο/η καθένας/μία, να εντοπίσουν τις ιδέες των παιδιών και να τις καταγράψουν, όπως έκαναν π.χ. η Sere και ο Tytler και πολλοί άλλοι (Sere 1986, Tytler 1998). Λίγοι μόνο ερευνητές επιχείρησαν να προτείνουν τρόπους αναδόμησης των ιδεών αυτών και στην συνέχεια να καταγράψουν τα αποτελέσματα

της παρέμβασής τους (Borghi et all 1988, Akbas & Gencturk 2011, Rollnick & Rutherford 1993, Sahin & Cepni 2011).

Οι κυριότερες διαστάσεις της έννοιας του αέρα, οι οποίες διερευνήθηκαν είναι οι εξής: Αρχικά, διερευνήθηκαν οι απόψεις μαθητών/τριών για την ύπαρξη ή όχι του αέρα σε διάφορες καταστάσεις και συνθήκες, όπως πχ, σε ένα ανοιχτό ή σε ένα κλειστό δοχείο, ή σε ένα δωμάτιο. Ζητήθηκε από τα παιδιά να εκφράσουν την άποψή τους σχετικά με το τι είναι γι' αυτά ο αέρας, ή από τι είναι φτιαγμένος (Stavy 1988, Rollnick & Rutherford 1990, Sere 1982, Sere 1986, Borghi et all 1988).

Μια ακόμα έννοια η οποία διερευνήθηκε, είναι η μάζα κατά την αέρια κατάσταση. Μελετήθηκαν δηλαδή οι απόψεις των μαθητών/τριών για το κατά πόσο τα αέρια έχουν μάζα, αν αυτή διατηρείται κατά την αλλαγή της φυσικής κατάστασης ή αλλιώς πιο πρακτικά, αν τα αέρια έχουν βάρος (Sahin & Cepni 2011, Maye 2011, Stavy 1988, Sere 1986).

Το θέμα της πίεσης των αερίων αποτέλεσε την δυσκολότερη έννοια από όλες προς διερεύνηση. Για αυτόν τον λόγο, οι σχετικές έρευνες είναι αρκετές (Sere 1986, Sere 1982, Rollnick & Rutherford 1990, Tytler 1998, Rollnick & Rutherford 1993, Hsiao-Ching 2005, Akbas & Gencturk 2011, Sahin & Cepni 2011, Jauhariyah et al. 2019, Tytler 1993).

Τέλος, διερευνήθηκε η ικανότητα, κυρίως μαθητών/τριών Γυμνασίου, να χρησιμοποιούν το σωματιδιακό μοντέλο για την περιγραφή της αέριας κατάστασης (Azozoglu & Geban 2004, Mayer 2011, Rollnick & Rutherford 1990, Jauhariyah et al. 2019, Benson et al.1993). Μάλιστα, ενδιαφέρον παρουσιάζει η έρευνα της Stavy σε μαθητές/τριες των τελευταίων τάξεων του δημοτικού, κατά την οποία διαπιστώθηκε, η αδυναμία των μαθητών/τριών να χρησιμοποιήσουν το σωματιδιακό μοντέλο για να περιγράψουν την αέρια κατάσταση, παρόλο που το είχαν διδαχθεί την προηγούμενη μόλις χρονιά (Stavy, 1988).

Η Sere προσπάθησε να διερευνήσει τις έννοιες της μηχανικής τις οποίες φαίνεται να χρησιμοποιούν τα παιδιά για να εξηγήσουν φαινόμενα που σχετίζονται με την πίεση του αέρα (Sere, 1982). Η έρευνά της επαλήθευσε την αρχική της υπόθεση.

Παρακάτω ακολουθεί συνοπτικός πίνακας με τις έρευνες που μελετήθηκαν και τις θεματικές στις οποίες κινήθηκε η κάθε μία.

Πίνακας 1 : Οι έρευνες που μελετήθηκαν και οι θεματικές τους								
Στοιχεία έρευνας	Ηλικίες	Υπαρξη αέρα / ιδιότητες αέριας κατάστασης	Το βάρος των αερίων - Διατήρηση μάζας	Ορισμός της έννοιας «αέριο»	Ατμοσφαιρική πίεση	Πίεση αερίων	Αέρας και άλλα αέρια	Μικρόκοσμος των αερίων
Children's conceptions of gas (Stavy 1988)	9-15	*	*	*				
Children's conceptions of the gaseous state, prior to teaching (Sere 1986)	11- Γυμνάσιο	*	*		*	*	*	
A study of some frameworks used by pupils aged 11 to 13 years in the interpretation of air pressure (Sere 1982)	11-13	*			*	*		
African primary school teachers- what ideas do they hold on air and air pressure (Rollnick & Rutherford 1990)	φοιτητές/ τριες	*				*		*
Children's conceptions of air pressure : exploring the nature of conceptual change (Tytler, 1998)	6-12							

					*	*		
The use of conceptual change model and mixed language strategy for remediating misconceptions on air pressure (Rollnick & Rutherford, 1993)	φοιτητές/ τριες					*		
Promoting Students' Learning of Air Pressure Concepts: The Interrelationship of Teaching Approaches and Student Learning Characteristics (Hsiao-Ching, 2005)	14 ετών					*		
The Effect of Conceptual Change Approach to Eliminate 9th Grade High School Students' Misconceptions about Air Pressure (Akbas & Gencturk, 2011)	13-14				*	*		
Developing of the Concept Cartoon, Animation and Diagnostic Branched Tree Supported Conceptual Change Text: "Gas Pressure" (Sahin & Cepni, 2011)	Γυμνάσιο			*		*		

Developmental Aspects of Primary School Childrens' construction of explanations of air pressure: the nature of conceptual change (Tytler, 1993)	5-φοιτητες /τριες				*	*		
Knowledge of air: A study of children aged between 6 and 8 years (Borghi et all,1988)	6-8	*						
Students' Preconceptions of the Nature of Gases (Benson et all, 1993)	7-φοιτητές /τριες							*
Addressing Students' Misconceptions about Gases, Mass, and Composition (Mayer, 2011)	Γυμνάσιο		*					*
The Students' misconceptions profile on chapter gas kinetic theory (Jauhariyah et all, 2019)	Γυμνάσιο					*		*
Students' preiconceptions and misconceptions about gases (Azozoglu & Geban, 2004)	Γυμνάσιο	Γενικά για τα αέρια						*

Pupils Understanding of the particulate Nature of matter A cross age study (Novick & Nussbaum, 1981)	Γυμνάσιο	*							*
--	----------	---	--	--	--	--	--	--	---

Οι έρευνες οι οποίες έχουν διεξαχθεί μέχρι τώρα, έχουν καλύψει όλο το εύρος των ηλικιών, από τις πρώτες τάξεις του Δημοτικού, μέχρι φοιτητές/τριες και ενήλικες. Παρατηρώντας τον παρακάτω συγκεντρωτικό πίνακα, διαπιστώνουμε ότι μόνο ένα μικρό μέρος των ερευνών επικεντρώνεται αποκλειστικά σε μικρές ηλικίες (Borghi et al. 1988, Tytler 1998, Sahin & Cepni 2011). Δύο από αυτές, καλύπτουν όλο το εύρος των ηλικιών, από το δημοτικό μέχρι το πανεπιστήμιο (Benson et al. 1993, Tytler 1993). Περισσότερες είναι οι έρευνες που επικεντρώνονται στις πρώτες τάξεις του Γυμνασίου και οι οποίες εστιάζουν κυρίως στον μικρόκοσμο (Stavy 1988, Novick & Nussbaum, 1981). Επιπλέον, δύο έρευνες έχουν αρκестεί στις δύο τελευταίες τάξεις του Δημοτικού (Sere 1982, Sere 1986). Τέλος, παρατηρούμε ότι η πλειοψηφία των ερευνών επικεντρώνεται σε μαθητές/τριες Γυμνασίου (Alexoroulou 1996, Stavy 1990, Azozoglu & Geban 2004, Jauhariyah et al. 2019, Mayer 2011, Hsiao-Ching 2005, Akbas & Gencturk 2011).

Πίνακας 2: Πίνακας ηλικιών											
Ηλικίες	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	φοιτητές
Άρθρα	ετών	ετών	ετών	ετών	ετών	ετών	ετών	ετών	ετών	ετών	
Children's conceptions of gas (Stavy 1988)											

Children's conceptions of the gaseous state, prior to teaching (Sere 1986)											
A study of some frameworks used by pupils aged 11 to 13 years in the interpretation of air pressure (Sere 1982)											
African primary school teachers- what ideas do they hold on air and air pressure (Rollnick & Rutherford 1990)											
The use of conceptual change model and mixed language strategy for remediating misconceptions on air pressure (Rollnick & Rutherford, 1993)											
Promoting Students' Learning of Air Pressure Concepts: The Interrelationship of Teaching Approaches and Student Learning Characteristics (Hsiao-Ching, 2005)											
The Effect of Conceptual Change Approach to Eliminate 9th Grade High School Students' Misconceptions about Air Pressure (Akbas & Gencturk, 2011)											
Developing of the Concept Cartoon, Animation and Diagnostic Branched Tree Supported Conceptual Change Text: "Gas Pressure" (Sahin & Cepni, 2011)											
Developmental Aspects of Primary School Childrens' construction of explanations of air pressure: the nature of conceptual change (Tytler, 1993)											
Knowledge of air: A study of children aged between 6 and 8 years (Borghi et all,1988)											

Students' Preconceptions of the Nature of Gases (Benson et al, 1993)											
Addressing Students' Misconceptions about Gases, Mass, and Composition (Mayer, 2011)											
The Students' misconceptions profile on chapter gas kinetic theory (Jauhariyah et al, 2019)											
Students' preconceptions and misconceptions about gases (Azizoglu & Geban, 2004)											
Pupils Understanding of the particulate Nature of matter A cross age study (Novick & Nussbaum, 1981)											

Οι εναλλακτικές ιδέες που αναδείχθηκαν από τις έρευνες, όπως ήταν αναμενόμενο, ήταν σημαντικά πολλές. Αρχικά, στις πρώτες τάξεις του δημοτικού, οι μαθητές/τριες δεν είχαν σαφή εικόνα για το πού βρίσκεται και πού όχι, ο αέρας. Αυτό φάνηκε και από το γεγονός ότι οι απαντήσεις τους δεν ήταν σταθερές και άλλαζαν ανάλογα με την ερώτηση στην οποία έπρεπε να τοποθετηθούν (Sere, 1986). Αλλά και σε μεγαλύτερες τάξεις συνέβη το ίδιο. Παιδιά ηλικίας 11 ετών είχαν αυξημένη δυσκολία να απαντήσουν στο αν υπάρχει αέρας σε ένα ανοιχτό και σε ένα κλειστό δοχείο (Sere 1986, Borghi et al. 1988, Rollnick & Rutherford 1990). Στις πρώτες τάξεις του Δημοτικού, διαπιστώθηκε επίσης η ύπαρξη ανιμιστικών αντιλήψεων για τα αέρια, οι οποίες φάνηκε να μειώνονται στην συνέχεια στις επόμενες τάξεις (Borghi et al. 1988, Sere 1986).

Επιπλέον, ήταν πολύ σύνηθες, οι μαθητές/τριες να αντιλαμβάνονται τον αέρα, μέσω της κίνησής του. Δηλαδή να συγχέουν τον αέρα με τον άνεμο, ο οποίος γίνεται αντιληπτός μέσω της κίνησης που προκαλεί (Sere 1986, Borghi et al. 1988). Το ίδιο φάνηκε να συμβαίνει και αναφορικά με την πίεση των αερίων, αφού πολλοί μαθητές/τριες, την αντιλαμβάνονταν είτε ως αποτέλεσμα κάποια κίνησης, ή αντίστροφα και ως αιτία αυτής (Sere 1982, Sere 1986, Akbas & Gencturk 2011). Πολύ καλά εδραιωμένη ήταν και η αντίληψη των μαθητών/τριων για την ατμοσφαιρική πίεση και το ότι αυτή δρα αποκλειστικά από πάνω προς τα κάτω (Tytler 1998, Azozoglu & Geban 2004). Παρατηρήθηκε μάλιστα, ότι ενώ οι εναλλακτικές ιδέες τους αναφορικά με τον αέρα εξασθενούν όσο αυξάνεται η ηλικία των μαθητών/τριών, δεν συμβαίνει το ίδιο όμως, με τις ιδέες τους για την ατμοσφαιρική πίεση, οι οποίες φαίνεται να μένουν πολύ καλά εδραιωμένες στην αντίληψή τους (Stavy, 1990).

Οι εναλλακτικές ιδέες οι οποίες διαπιστώθηκε να εμφανίζονται σε όλες τις ηλικίες, ήταν οι σχετικές με την μάζα των αερίων. Η Stavy, διαπίστωσε ότι οι μαθητές πίστευαν πως το ανθρακικό στο νερό της σόδας, κάνει το νερό ελαφρύτερο (Stavy, 1988). Η Sere, διαπίστωσε πως πολλοί εντεκάχρονοι μαθητές/τριες, μπερδεύαν την έννοια του όγκου με αυτή της μάζας και πίστευαν ότι όταν αυξήσω τον όγκο ενός αερίου χωρίς να αλλάξει όμως η ποσότητά του, τότε αυξάνεται και η μάζα του (Sere, 1986). Επιπλέον, οι Azizoglou και Geran, κατά τη διάρκεια της έρευνας τους, διαπίστωσαν ότι πολλοί μαθητές/τριες Γυμνασίου, πίστευαν ότι τα αέρια δεν έχουν

καθόλου μάζα (Azozoglu & Geban, 2004). Τέλος, δύο επιπλέον έρευνες οι οποίες έγιναν σε μαθητές/τριες Γυμνασίου, είχαν ως αποτέλεσμα το ότι πολλοί μαθητές/τριες δεν είχαν κατανοήσει ότι κατά τη διάρκεια της αλλαγής φυσικής κατάστασης από υγρό σε αέριο, η μάζα διατηρείται (Azozoglu & Geban 2004, Mayer 2011).

Μια ακόμα εναλλακτική ιδέα σχετικά με την αέρια κατάσταση, ήταν το γεγονός ότι πολλοί μαθητές/τριες έδιναν χαρακτηριστικά και ιδιότητες των υγρών, στα αέρια. Δηλαδή περιέγραφαν τα αέρια ως μια συνεχή ουσία, όπως είναι τα υγρά και δεν μπορούσαν να αντιληφθούν πάντα, ότι καταλαμβάνουν όλον τον χώρο στον οποίο βρίσκονται (Azozoglu & Geban 2004, Benson et al. 1993). Μεγάλη ήταν η σύγχυση των παιδιών σχετικά με τον ζεστό αέρα, ο οποίος ανεβαίνει πάντα προς τα πάνω. Επιπλέον, για ορισμένα από αυτά, ο αέρας όταν ζεσταίνεται, μετατρέπεται σε αέριο, το οποίο στην συνείδησή τους είναι κάτι τελείως διαφορετικό από τον αέρα κα έχει άλλες ιδιότητες.

Τέλος, πολλές ήταν οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών για τη σωματιδιακή φύση των αερίων. Αυτές, εντοπίστηκαν ως επί το πλείστον σε μαθητές/τριες Γυμνασίου, καθώς και φοιτητές/τριες (Benson et al. 1993, Rollnick & Rutherford 1990, Azozoglu & Geban 2004, Mayer 2011, Jauhariyah et al. 2019).

Ως προς την μεθοδολογία που χρησιμοποίησαν οι έρευνες για την διερεύνηση των εναλλακτικών ιδεών, διαπιστώνουμε ότι οι περισσότερες, ακολούθησαν την μέθοδο των συνεντεύξεων (Stavy 1988, Rollnick & Rutherford 1990, Tytler 1998, Sere 1986, Sere 1982, Borghi et al. 1988). Η χρήση ερωτηματολογίου, έγινε κυρίως στις μεγαλύτερες ηλικίες (Sere 1986, Akbas & Gencturk 2011, Rollnick & Rutherford 1993, Hsiao-Ching 2005, Borghi et al. 1988, Novick & Nussbaum 1981, Azozoglu & Geban 2004, Jauhariyah et al. 2019, Mayer 2011, Benson et al. 1993). Υπήρξαν έρευνες όπου έγινε και συνδυασμός των παραπάνω μεθόδων, για καλύτερα αποτελέσματα (Sere 1986, Borghi et al. 1988). Ακόμα, πολλές έρευνες χρησιμοποίησαν και βιντεοσκοπήσεις πειραμάτων σε ομάδες κατά τη διάρκεια του μαθήματος, συμπληρωματικά με τα ερωτηματολόγια ή τις συνεντεύξεις. Επίσης, σε πολλές συνεντεύξεις γινόταν η επίδειξη κάποιων πειραμάτων. Στη συνέχεια, τα παιδιά έπρεπε να τα περιγράψουν ή να τα εξηγήσουν γραπτά (Sere 1982, Stavy 1990, Borghi et al. 1988, Tytler 1993).

Από τις έρευνες που μελετήθηκαν, είχε ιδιαίτερο ενδιαφέρον ως προς τη μεθοδολογία της, η έρευνα της Sere, η οποία παρατήρησε μια συγκεκριμένη τάξη 24 μαθητών, στη διάρκεια 2 σχολικών χρόνων (Sere, 1982). Επίσης, ο Akbas και ο Cencturk, στην έρευνά τους, πραγματοποίησαν πρώτα ένα «success test» προκειμένου να καταγράψουν τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών και το γνωστικό τους επίπεδο. Στη συνέχεια με βάση τα αποτελέσματα αυτά, δημιουργήθηκαν τα «concept tests» τα οποία δόθηκαν πριν και μετά για να διαπιστωθεί η αποτελεσματικότητα της παρέμβασης (Akbas & Gencturk, 2011). Τέλος, ο Tytler, διαφοροποιήθηκε στην έρευνα του, αφού διερεύνησε όχι τις ιδέες, αλλά τις στρατηγικές που χρησιμοποιούν οι μαθητές/τριες για να εξηγήσουν τα διάφορα φυσικά φαινόμενα και το πώς αυτές οι στρατηγικές εξελίσσονται σε όλες τις τάξεις του δημοτικού (Tytler, 1993).

Ακολουθεί ένας συγκεντρωτικός πίνακας των ερευνών που μελετήθηκαν ως προς την μεθοδολογία που χρησιμοποίησαν.

Πίνακας 3: Οι έρευνες που μελετήθηκαν και η μεθοδολογία τους

Στοιχεία έρευνας	Ηλικίες	συνεντεύξεις	Παρατήρηση τάξης	Ερωτηματολόγια	Cross age study	Ομάδα ελέγχου/ πειραματική	άλλα
Children's conceptions of gas (Stavy 1988)	9-15	* Ατομικές (με επίδειξη πειραμάτων)			* 6 τάξεις (4 ^η -9 ^η)		
Children's conceptions of the gaseous state, prior to teaching (Sere 1986)	11- Γυμνάσιο	* (20)		* 600			
A study of some frameworks used by pupils aged 11 to 13 years in the interpretation of air pressure (Sere 1982)	11-13	* 17 διαφορετικοί μαθητές	* πειράματα σε ομάδες- καταγραφή μιας ομάδας		* τα ίδια παιδιά, σε δύο τάξεις		
African primary school teachers- what ideas do they hold on air and air pressure (Rollnick & Rutherford 1990)	φοιτητές/ τριες	* ατομικές και ομαδικές					
Children's conceptions of air pressure : exploring the nature of conceptual change (Tytler, 1998)	6-12	* μερικών μόνο, και 6 μήνες μετά	* πειράματα σε ομάδες και ατομική		* 3 ηλικιακές ομάδες		

			καταγραφή απόψεων.				
The use of conceptual change model and mixed language strategy for remediating misconceptions on air pressure (Rollnick & Rutherford, 1993)	Φοιτητές/ τριες			* pre/post tests		*	Έγινε παρέμβαση 2 εβδομάδων
Promoting Students' Learning of Air Pressure Concepts: The Interrelationship of Teaching Approaches and Student Learning Characteristics (Hsiao-Ching, 2005)	14 ετών 462 μαθητές/τριες – 8 ^{ης} τάξης			* <u>pre/post tests</u>			* Test παρόμοιο 3 μήνες μετά
The Effect of Conceptual Change Approach to Eliminate 9th Grade High School Students' Misconceptions about Air Pressure (Akbas & Gencturk, 2011)	Γυμνάσιο			Pre/post test		*	* Success tests (στην αρχή)
Developing of the Concept Cartoon, Animation and Diagnostic Branched Tree Supported Conceptual Change Text: "Gas Pressure" (Sahin & Cepni, 2011)			Πρόταση Έρευνας				

Developmental Aspects of Primary School Childrens' construction of explanations of air pressure: the nature of conceptual change (Tytler, 1993)	5-φοιτητες/τριες		* Παρατήρηση ομάδων κατά την εκτέλεση πειραμάτων		*		SOLO Taxonomy Ζητήθηκε η σύνδεση των πειραμάτων Εξετάσθηκε η σταθερότητα των αντιλήψεων των μαθητών
Knowledge of air: A study of children aged between 6 and 8 years (Borghi et al,1988)	6-8	* Ατομικές και σε ομάδες των 3 παιδιών	* Παρατήρηση ομάδας των 3 παιδιών-πειράματα	* Ερωτηματολόγια στις συνεντεύξεις <u>pre/post συνεντεύξεις</u>	* Έγινε σε 2 τάξεις		
Students' Preconceptions of the Nature of Gases (Benson et al, 1993)	Grade 2 – φοιτητές/τριες			* Περιλάμβανε δραστηριότητα ζωγραφικής	*		(Οι μαθητές/τριες είχαν διδαχθεί τις συγκεκριμένες έννοιες που ζητήθηκαν)
Addressing Students' Misconceptions about Gases, Mass, and Composition (Mayer, 2011)	3 τάξεις Γυμνασίον		* Περιλάμβανε δραστηριότητα ζωγραφικής	* Pre/post tests			

The Students' misconceptions profile on chapter gas kinetic theory (Jauhariyah et al, 2019)	34 μαθητές/τριες Γυμνασίου			* <i>three-tier diagnostic test instrument</i>			
Students' preconceptions and misconceptions about gases (Azozoglu & Geban, 2004)	Γυμνάσιο 2 τάξεις			* Pre/post tests			
Pupils Understanding of the particulate Nature of matter A cross age study (Novick & Nussbaum, 1981)	Γυμνάσιο			*		*	

Λίγες μόνο έρευνες, επιδίωξαν την αναδόμηση των εναλλακτικών ιδεών τις οποίες ανέδειξαν αρχικά (Sahin & Cepni 2011, Akbas & Gencturk 2011, Rollnick & Rutherford 1993, Azozoglu & Geban 2004, Mayer 2011, Borghi et al. 1988) και είναι αυτές οι οποίες φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4: Έρευνες που επιχείρησαν την αναδόμηση των εναλλακτικών ιδεών	
Στοιχεία έρευνας	Τύπος παρέμβασης
The use of conceptual change model and mixed language strategy for remediating misconceptions on air pressure (Rollnick & Rutherford, 1993)	Conceptual Change Model (CCM) ομάδα ελέγχου και πειραματική ομάδα
The Effect of Conceptual Change Approach to Eliminate 9th Grade High School Students' Misconceptions about Air Pressure (Akbas & Gencturk, 2011)	Conceptual Change Approach ομάδα ελέγχου και πειραματική ομάδα
Developing of the Concept Cartoon, Animation and Diagnostic Branched Tree Supported Conceptual Change Text: "Gas Pressure" (Sahin & Cepni, 2011)	DBT: diagnostic branched tree CCT: conceptual change test Χρήση cartoon και animation κατά την παρέμβαση
Knowledge of air: A study of children aged between 6 and 8 years (Borghi et al, 1988)	Συζήτηση με παρουσίαση πειραμάτων σε ομάδες των 3

Addressing Students' Misconceptions about Gases, Mass, and Composition (Mayer, 2011)	Πειράματα στην τάξη για αναδόμηση των συγκεκριμένων ιδεών
Students' preconceptions and misconceptions about gases (Azizoglu & Geban, 2004)	Παρέμβαση 6 εβδομάδων με απλή διδασκαλία σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα.

Ο αέρας στα σχολικά εγχειρίδια και στα Α.Π.

Στο ελληνικό Δημοτικό σχολείο, οι μαθητές/τριες έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή με την αέρια κατάσταση της ύλης από την πρώτη κιόλας Δημοτικού. Αρχικά, στο μάθημα της Μελέτης Περιβάλλοντος, στο κεφάλαιο με τίτλο «Μελετάμε τον Φυσικό κόσμο», οι μαθητές/τριες διερευνούν την ύπαρξη του αέρα στον χώρο κάτι το οποίο στην Τετάρτη δημοτικού, το κάνουν και μέσα από πειραματικές διαδικασίες. Στόχος της ενότητας αυτής, είναι να συνειδητοποιήσουν οι μαθητές/τριες, ότι ο αέρας είναι υπαρκτός, παρόλο που δεν φαίνεται με γυμνό μάτι. Επιπλέον, από τη Α' κιόλας Δημοτικού, γίνεται αναφορά στις τρεις μορφές της ύλης και ζητείται από τους μαθητές/τριες να μπορούν να ταξινομήσουν τα διάφορα αντικείμενα της καθημερινής τους ζωής στις κατηγορίες αυτές. Στη συνέχεια, στο τέλος του κεφαλαίου αυτού, στην Β' και Δ' Δημοτικού διδάσκεται «Ο κύκλος του νερού», όπου μέσω αυτού, οι μαθητές/τριες για πρώτη φορά διδάσκονται τις διαφορετικές μορφές τις οποίες μπορεί να πάρει η ύλη και κυρίως την διαδικασία μεταβολής από την μία μορφή στην άλλη με έμφαση στο νερό (στερεή, υγρή, αέρια κατάσταση). Στην επόμενη τάξη, την Ε' δημοτικού, τα παιδιά διδάσκονται τις ιδιότητες της ύλης (μάζα, όγκο, πυκνότητα). Ωστόσο η διδασκαλία κι οι δραστηριότητες που προτείνονται, επικεντρώνονται στην μελέτη των στερεών, των υγρών και όχι των αερίων. Επιπλέον, εισάγονται στην σωματιδιακή φύση των υλικών για πρώτη φορά και μαθαίνουν να δίνουν εξηγήσεις χρησιμοποιώντας το σωματιδιακό μοντέλο. Στην επόμενη ενότητα στο μάθημα της φυσικής που έχει να κάνει με την θερμότητα, τα παιδιά αντιλαμβάνονται σε βάθος την αέρια κατάσταση ως μορφή ύλης, καθώς γίνεται λόγος για την θερμική ενέργεια, ως κινητική ενέργεια των μορίων ενός σώματος, αλλά και για την ιδιότητα των αερίων να διαστέλλονται με την αύξηση της θερμοκρασίας.

Επιπλέον, διαρκής αναφορά γίνεται στις περισσότερες τάξεις του δημοτικού, -συνδυαστικά με θέματα ανάπτυξης των φυτών καθώς και της αναπνοής των ζωντανών οργανισμών-, στο οξυγόνο, σε ένα από τα συστατικά της ατμόσφαιρας. Πρέπει να επισημανθεί ότι σε κανένα σημείο των σχολικών εγχειριδίων δεν γίνεται αναλυτική αναφορά στην σύσταση του αέρα ή αλλιώς της ατμόσφαιρας, η οποία αποτελείται κατά κύριο λόγο από N_2 άζωτο (78 %), από O_2 (21 %), από H_2O υδρατμούς (μεταβλητή), από Ar αργόν (0,9 %), από CO_2 διοξείδιο του άνθρακα (0,04 %), και από άλλα ίχνη αερίων. Η μόνη αναφορά γίνεται στην Ε' Δημοτικού, στο Βιβλίο μαθητή, σε ένα σημείο το οποίο οι μαθητές/τριες δεν καλούνται να μελετήσουν και να μάθουν. Αντιθέτως, γίνεται εκτενής αναφορά στο Αναλυτικό Πρόγραμμα του μαθήματος, αναφορικά με την αναγκαιότητα διδασκαλίας της σύστασης του ατμοσφαιρικού αέρα από διαφορετικές ουσίες.

Παρακάτω ακολουθούν τρεις πίνακες, στους οποίους αναφέρονται αναλυτικά όλες οι αναφορές που εντοπίστηκαν σχετικά με τον αέρα-ατμόσφαιρα, αλλά και την αέρια κατάσταση της ύλης γενικότερα, μέσα στο σχολικά εγχειρίδια και το αναλυτικό πρόγραμμα.

Πίνακας 5.1: Αναφορές στα σχολικά εγχειρίδια και το Αναλυτικό Πρόγραμμα			
Η ύπαρξη του αέρα στον χώρο			
τάξεις	Βιβλία μαθητή	Βιβλία δασκάλου	Α.Π.
Α' Δημοτικού	«Δεν το βλέπουμε και όμως υπάρχει. Τι είναι;» (ΒΜ Μελ. Π. σελ. 143) Αναφορά στον αέρα ως μορφή ύλης: «Ο αέρας έχει σχήμα;» «Τα υλικά γύρω μας μπορεί να είναι στερεά υγρά ή αέρια.»	«Σχετικά με την λέξη αέριο, επειδή είναι πιο δύσκολη, μπορείτε να χρησιμοποιείτε την λέξη αέρας.» «Τα παιδιά της πρώτης σχολικής ηλικίας, δεν αναγνωρίζουν τον αέρα ως υλικό σώμα.»	Στόχος: «Να ταξινομήσουν τα υλικά σε στερεά, υγρά, αέρια»
Β' Δημοτικού	Αναφορά στην ύπαρξη του αέρα, ως αναγκαίο συστατικό για την ανάπτυξη των φυτών: «Τα φυτά για να αναπτυχθούν, έχουν ανάγκη από αέρα, ήλιο, χώμα και νερό.» «Γύρω μας υπάρχει οξυγόνο από τα φυτά που δεν το βλέπουμε.»	«Οι μαθητές επιδιώκεται να αναγνωρίσουν τους βασικούς παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των φυτών: (φως, νερό, αέρας, χώμα)»	«Να συνδέσουν τις διάφορες μορφές και τον κύκλο του νερού με τις καιρικές συνθήκες.»

Γ' Δημοτικού	Καμία αναφορά στον αέρα ή στην αέρια κατάσταση γενικότερα	Καμία αναφορά	Καμία αναφορά
Δ' Δημοτικού	<u>Αναφορά κυρίως στο οξυγόνο και την σημασία του στην διαδικασία της αναπνοής των ανθρώπων και της ανάπτυξης των φυτών:</u> «Δεν μπορούμε να δούμε τον αέρα, αλλά χωρίς αυτόν, κανένα ζώο ή φυτό δεν θα μπορούσε να ζήσει και να αναπτυχθεί.» «Τα φυτά είναι «εργοστάσια» που παράγουν οξυγόνο, το οποίο είναι αναγκαίο για την αναπνοή.» <u>Πειραματικές διαδικασίες για την διερεύνηση της ύπαρξης του αέρα στον χώρο:</u> «Με βάση τα υλικά που έχουμε στη διάθεσή μας, προτείνουμε πειράματα για να ερευνήσουμε αν υπάρχει αέρας γύρω μας.» <u>Αναφορά στην ρύπανση του αέρα:</u> «Η ατμοσφαιρική ρύπανση προκαλεί προβλήματα στο περιβάλλον. Όταν ο αέρας ενός τόπου δεν είναι καθαρός δημιουργούνται προβλήματα στους ανθρώπους, τα ζώα κτλ.»	«Να διαπιστώσουν οι μαθητές/τριες την ύπαρξη του αέρα στην ατμόσφαιρα, στο νερό και στο έδαφος, με περιγραφή και εκτέλεση απλών πειραμάτων.»	«Να διαπιστώσουν την ύπαρξη του αέρα με απλά πειράματα.» «Να συνειδητοποιήσουν την αναγκαιότητα προστασίας του από τη μόλυνση.» «Ατμοσφαιρικός αέρας (Η ύπαρξη του ατμοσφαιρικού αέρα: Γύρω μας Στο νερό Στο έδαφος)»

Ε' Δημοτικού	«Ο αέρας είναι αόρατος με γυμνό μάτι.» <u>Γίνεται πρώτη φορά συνοπτική αναφορά στον αέρα της ατμόσφαιρας ως ένα σύνολο ουσιών.</u> «Ο αέρας που αναπνέουμε όταν είναι καθαρός είναι ένα ομογενές μίγμα, ένα διάλυμα.» (Βιβλίο μαθητή)	Καμία επιπλέον αναφορά.	Καμία επιπλέον αναφορά
Στ' Δημοτικού	<u>Αναφορά στα θερμά ρεύματα αέρα.</u> «Όταν στα υγρά και στα αέρια υπάρχουν περιοχές με διαφορετική θερμοκρασία, τα μόρια μετακινούνται από τις περιοχές με την μεγαλύτερη προς τις περιοχές με την μικρότερη θερμοκρασία. Μακροσκοπικά την μετακίνηση αυτή την αντιλαμβανόμαστε ως ρεύματα.» <u>Αναφορά στο οξυγόνο της ατμόσφαιρά ως προς την αναγκαιότητά του για την ύπαρξη ζωής.</u> «Η ύπαρξη άφθονου οξυγόνου στην ατμόσφαιρα της Γης είναι ο δεύτερος παράγοντας που ευνοεί καθοριστικά την ύπαρξη ζωής.»	«Να διαπιστώσουν οι μαθητές/τριες την μεταφορά θερμότητας με ρεύματα.»	Καμία αναφορά

	«Χάρη στη φωτοσύνθεση, η ποσότητα οξυγόνου στην ατμόσφαιρα παραμένει σταθερή.»		
--	--	--	--

Πίνακας 5.2: Αναφορές στα σχολικά εγχειρίδια και το Αναλυτικό Πρόγραμμα

Περιγραφή του αέρα ως προς τη μορφή και την σύστασή του			
τάξεις	Βιβλία μαθητή	Βιβλίο δασκάλου	Α.Π.
Α' Δημοτικού	«Ο αέρας υπάρχει παντού γύρω μας και είναι αόρατος.» Καμία αναφορά στον μικρόκοσμο. Απεικόνιση του αέρα ως ανέμου, με γραμμές. (σελ. 144)  (Εικόνα 1: Απεικόνιση του αέρα στο ΒΜ της Α' Δημοτικού)	«Να εξοικειωθούν με τη διάκριση των υλικών σωμάτων, σε στερεά, υγρά και αέρια.»	«Να ταξινομούν τα υλικά σε στερεά, υγρά, αέρια.» «Καλούνται να ταξινομήσουν αντικείμενα της καθημερινότητάς τους σε στερεά, υγρά και αέρια ή/και με βάση τη χρήση τους»
Β' Δημοτικού	Καμία αναφορά στον μικρόκοσμο. Αναφορά της λέξης υδρατμός για την αέρια κατάσταση του νερού. Σύγχυση της λέξης υδρατμός με την λέξη σταγόνα.	«Να περιγράψουν τον κύκλο και τις μορφές του νερού στη φύση (νερό, υδρατμοί, σύννεφα, βροχή, χιόνι, πάγος και να τα συνδέσουν με τις	«Σε τι μοιάζουν και σε τι διαφέρουν τα υγρά και τα αέρια υλικά;»

	«Το νερό της θάλασσας, των ποταμών και των λιμνών, όταν ζεσταίνεται από τον ήλιο, εξατμίζεται, δηλαδή γίνεται υδρατμός. Οι υδρατμοί ανεβαίνουν ψηλά στον ουρανό και σχηματίζουν τα σύννεφα.»	μεταβολές της φυσικής κατάστασής του.»	«Να περιγράψουν τρόπους ή διαδικασίες (θέρμανση, ψύξη, ανάμιξη, πίεση, κάμψη κ.λπ.) με τις οποίες είναι δυνατόν να μεταβληθούν ορισμένες ιδιότητες των υλικών σωμάτων.» «Να συνδέσουν τις διάφορες μορφές και τον κύκλο του νερού με τις καιρικές συνθήκες.»
Γ' Δημοτικού	Καμία αναφορά	Καμία αναφορά	Καμία αναφορά
Δ' Δημοτικού	<u>Αναφορά της λέξης «υδρατμός» για την αέρια κατάσταση του νερού:</u> «Κάποια στιγμή το χιόνι θα γίνει νερό (υγρό), και θα κυλήσει ίσως σε μια λίμνη, όπου μπορεί να εξατμιστεί και να μετατραπεί σε υδρατμούς (αέριο).»	«Να διαπιστώσουν ότι η κατάσταση μερικών στερεών, υγρών και αερίων σωμάτων αλλάζει καθώς θερμαίνονται ή ψύχονται, αλλά η σύστασή τους παραμένει η ίδια. »	«Να αποδίδουν τη μεταβολή των καταστάσεων της ύλης στη μεταφορά θερμότητας.» «Κάνουν απλά πειράματα και παρατηρήσεις σχετικά με την πήξη του νερού, την τήξη πάγου, την εξάτμιση

			του οينوπνεύματος, το βρασμό του νερού, την υγροποίηση των υδρατμών.»
Ε' Δημοτικού	Εκτενής αναφορά στον μικρόκοσμο. <i>Εικόνα 2: Απεικόνιση του αέρα με την μορφή κουκίδων. (Βιβλίο μαθητή Ε' Δημοτικού)</i>  «Τα μόρια κινούνται ελεύθερα αλλάζοντας συνεχώς θέσεις, χωρίς να πλησιάζουν πολύ μεταξύ τους, μπορούν όμως να απομακρύνονται το ένα από το άλλο, όσο είναι δυνατό.» Γίνεται πρώτη φορά συνοπτική αναφορά στον αέρα της ατμόσφαιρας ως ένα σύνολο ουσιών. «Ο αέρας που αναπνέουμε όταν είναι καθαρός είναι ένα ομογενές μίγμα, ένα διάλυμα.» (Βιβλίο μαθητή)	«Στον αέρα υπάρχουν υδρατμοί που συμπυκνώνονται στην κρύα επιφάνεια ενός ποτηριού.» «Να αναφέρουν οι μαθητές/τριες ότι ονομάζουμε εξάτμιση την αλλαγή της φυσικής κατάστασης μιας ποσότητας υγρού από την ελεύθερη επιφάνειά του, από υγρή σε αέρια.»	«Να γνωρίζουν ότι η ατμόσφαιρα είναι μίγμα αερίων και να αναφέρουν ορισμένα συστατικά της.» «Το οξυγόνο, οι υδρατμοί και το διοξείδιο του άνθρακα περιέχονται στην ατμόσφαιρα» «Να μετρούν τη μάζα στερεών σωμάτων καθώς και τη μάζα και τον όγκο υγρών σωμάτων.» και όχι των αερίων «Να περιγράφουν τον τρόπο κίνησης των μορίων στις τρεις καταστάσεις της ύλης και βάσει αυτού να ερμηνεύουν τη διαφορετική συμπεριφορά στερεών,

			υγρών και αερίων.» «Πραγματοποιούν πειράματα διάχυσης αερίου σε αέριο και υγρού σε υγρό.» «Να περιγράφουν τις μεταβολές των καταστάσεων της ύλης χρησιμοποιώντας τον όρο: μεταφέρεται ενέργεια (θερμότητα), και να τις συνδέουν με τη μεταβολή στον τρόπο κίνησης των μορίων και όχι στη σύστασή τους.»
Στ' Δημοτικού	<u>Αναφορά στον μικρόκοσμο</u> «Όταν στα υγρά και στα αέρια υπάρχουν περιοχές με διαφορετική θερμοκρασία, τα μόρια μετακινούνται από τις περιοχές με τη μεγαλύτερη προς τις περιοχές με την μικρότερη θερμοκρασία.»	«Να μπορούν να περιγράψουν την διαδικασία μεταφοράς της θερμότητας στον αέρα με ρεύματα.»	Καμία αναφορά

Πίνακας 5.3: Αναφορές στα σχολικά εγχειρίδια και το Αναλυτικό Πρόγραμμα

Η μάζα και ο όγκος των αέριων σωμάτων			
Τάξεις	Βιβλία μαθητή	Βιβλία δασκάλου	Α.Π.
Α' Δημοτικού	Δεν αναφέρεται όρος «μάζα», αλλά αναφέρεται ο αέρας ως μια μορφή ύλης, όπως είναι τα στερεά και τα υγρά. «Ο αέρας έχει σχήμα; Πιάνει πάντα τον ίδιο χώρο;» «Τα αέρια καταλαμβάνουν όλο τον χώρο του δοχείου που τα περιέχει.»	«Να ταξινομήσουν τα υλικά σώματα της τάξης τους σε στερεά, υγρά και αέρια με κριτήρια το σχήμα και τον όγκο τους.» «Στο κεφάλαιο καλλιεργείται ιδιαίτερα η έννοια της μεταβολής με οδηγό την μεταβολή των υγρών ως προς το σχήμα και των αερίων ως προς το σχήμα και τον όγκο.»	«Καλούνται να ταξινομήσουν αντικείμενα της καθημερινότητάς τους σε στερεά, υγρά και αέρια ή/και με βάση τη χρήση τους»
Β' Δημοτικού	«Τα αέρια σώματα δεν πιάνονται με τα χέρια και δεν φαίνονται, αλλά υπάρχουν.» Ιδιότητες διαφορετικών μορφών ύλης ως προς τον χώρο που καταλαμβάνουν και το σχήμα τους: «Τα αέρια καταλαμβάνουν όλο τον χώρο του δοχείου που τα περιέχει.»	«Οι μεταβολές της φυσικής κατάστασης του νερού στην καθημερινή ζωή.» «Να γνωρίσουν τις τρεις καταστάσεις των υλικών σωμάτων (στερεά, υγρά, αέρια) και τις ιδιότητές τους.	<u>Στόχοι:</u> «Να συγκρίνουν τη συμπιεστότητα του αέρα και του νερού και να υποστηρίξουν ποιο από τα δύο συμπιέζεται ευκολότερα» «Να γνωρίζουν ότι τα αέρια, όπως και τα υγρά υλικά, παίρνουν το σχήμα

	(Εικόνα 3: Τετράδιο Εργασιών, Β' Δημοτικού Μελέτης Περιβάλλοντος σελ. 39/3 μορφές της ύλης, δραστηριότητα) Φύλλο εργασίας 32 Υλικά σώματα Για κάθε υλικό σώμα, σημείωσε από δύο ✓ στα σωστά κουτάκια. <table><thead><tr><th>Υλικά σώματα</th><th>Στερεό</th><th>Υγρό</th><th>Αέριο</th><th>Αλλάζει εύκολα σχήμα</th><th>Δεν αλλάζει εύκολα σχήμα</th></tr></thead><tbody><tr><td> Νερό της βρύσης</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td> Ψαλίδι</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td> Αέρας στο μπαλόνι</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td> Πορτοκαλάδα</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>	Υλικά σώματα	Στερεό	Υγρό	Αέριο	Αλλάζει εύκολα σχήμα	Δεν αλλάζει εύκολα σχήμα	 Νερό της βρύσης						 Ψαλίδι						 Αέρας στο μπαλόνι						 Πορτοκαλάδα							του δοχείου που τα περιέχει.» «Να γνωρίζουν ότι τα αέρια, όπως και τα υγρά υλικά, έχουν βάρος.» «Να γνωρίζουν ότι τα υγρά υλικά δεν συμπιέζονται ενώ τα αέρια υλικά συμπιέζονται» «Να πραγματοποιούν πειράματα για να διερευνήσουν, εάν ο αέρας έχει βάρος (π.χ. πείραμα με μπαλόνια και ζυγό ισορροπίας)»
Υλικά σώματα	Στερεό	Υγρό	Αέριο	Αλλάζει εύκολα σχήμα	Δεν αλλάζει εύκολα σχήμα																												
 Νερό της βρύσης																																	
 Ψαλίδι																																	
 Αέρας στο μπαλόνι																																	
 Πορτοκαλάδα																																	
Γ' Δημοτικού	Καμία αναφορά	Καμία αναφορά	Καμία αναφορά																														
Δ' Δημοτικού	<u>Αναφορά στον κύκλο του νερού και στη διατήρηση της μάζας του:</u> «Το νερό, παραμένει νερό, σε όποια κατάσταση και να βρίσκεται» «Το νερό αλλάζει μορφή όταν εξατμίζεται, δεν χάνεται.» <u>Πειραματικές διαδικασίες που αποδεικνύουν ότι ο αέρας υπάρχει και καταλαμβάνει χώρο</u>	«Οι περισσότεροι μαθητές/τριες δεν πιστεύουν ότι το υλικό σώμα που έχει εξατμιστεί διατηρείται, αλλά ότι χάνεται.» «Πολλοί μαθητές/τριες, υποστηρίζουν ότι μια ποσότητα αερίου είναι ελαφρύτερη από την																															

	Ερευνούμε Υπάρχει αέρας σ' ένα «άδειο» ποτήρι ή σ' ένα «άδειο» μπουκάλι; Πειραματιζόμαστε A. Τοποθετούμε ένα καρτομάντιλο στον πυθμένα ενός ποτηριού. Το στερεώνουμε καλά με κολλητική ταινία. - Τι πιστεύουμε ότι θα συμβεί στο καρτομάντιλο εάν βυθίσουμε το ποτήρι (με το άνοιγμα προς τα κάτω) στη λεκάνη με το νερό, όπως κάνει το παιδί στη φωτογραφία; - Κάνουμε το πείραμα. Βγάζουμε το ποτήρι από τη λεκάνη και αγγίζουμε το καρτομάντιλο. - Πώς είναι το καρτομάντιλο; Συζητούμε και ανακοινώνουμε τα συμπεράσματά μας στην τάξη. B. Ανοίγουμε προσεκτικά με το καρφί μια τρύπα στο κάτω μέρος τού ποτηριού. Κλείνοντας με το δάκτυλό μας την τρύπα, βυθίζουμε και πάλι το ποτήρι (με το άνοιγμα προς τα κάτω) στη λεκάνη με το νερό. Όταν όλο το ποτήρι είναι μέσα στο νερό, μετακινούμε το δάκτυλό μας από την τρύπα. - Καταγράφουμε τις παρατηρήσεις και τα συμπεράσματά μας. 	αντίστοιχη ποσότητα του υλικού σε υγρή κατάσταση.»	
Ε' Δημοτικού	«Η μάζα ενός υλικού σώματος, είναι το άθροισμα της μάζας των μορίων του.» Αναλυτική αναφορά στις έννοιες της μάζας, του όγκου και της πυκνότητας. Ωστόσο, οι πειραματικές διαδικασίες αφορούν στα στερεά και υγρά σώματα μόνο. «...ο όγκος των αερίων μεταβάλλεται ανάλογα με τον χώρο στον οποίο αυτά βρίσκονται.»	«Τα αέρια καταλαμβάνουν τον χώρο του δοχείου που τα περιέχει.» «Για να μετρήσουμε τον όγκο ενός αερίου, διοχετεύουμε το αέριο αυτό σε ένα ογκομετρικό δοχείο γεμάτο με κάποιο υγρό, συνήθως νερό, και μετράμε τον όγκο του υγρού που εκτοπίζεται από το αέριο.» «Όταν τα έρρα θερμαίνονται διαστέλλονται, ενώ όταν ψύχονται, συστέλλονται.»	«Να περιγράφουν, χρησιμοποιώντας την έννοια του μορίου, τη θερμική διαστολή και συστολή των σωμάτων.» «Παρακολουθούν πειράματα διαστολής - συστολής στερεών, υγρών και αερίων σωμάτων με χρήση απλών υλικών, καταγράφουν τα αποτελέσματα, εξηγούν με απλά λόγια, διατυπώνουν συμπεράσματα και κάνουν προβλέψεις.»

	«Γιατί σπάει η αμπούλα με την αύξηση της θερμοκρασίας» (σύστημα πυρόσβεσης) ΦΕ7: ΘΕΡΜΑΙΝΟΝΤΑΣ ΚΑΙ ΨΥΧΟΝΤΑΣ ΤΑ ΥΓΡΑ  Στη διπλανή φωτογραφία βλέπεις ένα στόμιο από ένα σύστημα αυτόματης πυρόσβεσης. Σε διάφορα σημεία πολλών κτηρίων τα στόμια αυτά τοποθετούνται στην άκρη σωλήνων, που τροφοδοτούνται με νερό ή ειδικό πυροσβεστικό υγρό. Η κόκκινη αμπούλα, που είναι κατασκευασμένη από λεπτό γυαλί και περιέχει ένα υγρό, φράζει την παροχή του νερού. Αν ξεσπάσει πυρκαγιά στο κτήριο, η θερμοκρασία ανεβαίνει πολύ. Τότε η αμπούλα σπάει και το νερό ή το πυροσβεστικό υγρό σβήνει τη φωτιά. Γιατί όμως σπάει η αμπούλα με την αύξηση της θερμοκρασίας; (Εικόνα 5: Θερμαίνοντας τα υγρά-διαστολή/Ε' Δημοτικού)		
Στ' Δημοτικού	Μεταφορά θερμότητα με ρεύματα.	«Να αναφέρουν οι μαθητές./τριες ότι κατά την μεταφορά θερμότητα με ρεύματα , μετακινείται ύλη.»	Καμία αναφορά

Μεθοδολογία Έρευνας

Από την παραπάνω βιβλιογραφική ανασκόπηση, καταλήγουμε στο ότι η μέχρι τώρα - σχετική με το θέμα που μας απασχολεί- έρευνα, έχει πολλά περιθώρια επέκτασης και εμπλουτισμού. Στην Ελλάδα δεν έχει διερευνηθεί το κατά πόσο λειτουργούν θετικά ως προς την αναδόμηση των εναλλακτικών αυτών ιδεών τα σχολικά μαθήματα στην Τετάρτη και Πέμπτη Δημοτικού και για το αν οι μαθητές/τριες επιτυγχάνουν την πολυπόθητη εννοιολογική αλλαγή τελειώνοντας το Δημοτικό σχολείο.

Ως αποτέλεσμα, το ερευνητικό μας ερώτημα διαμορφώνεται ως εξής:

«Πώς εξελίσσονται οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών/τριών σχετικά με την αέρια κατάσταση της ύλης, στο Δημοτικό σχολείο και πώς αυτές επηρεάζονται από την διδασκαλία των αντίστοιχων θεματικών ενοτήτων του Α.Π.»

Το ερευνητικό μας ερώτημα έχει τις παρακάτω μεταβλητές:

- **Εξαρτημένη μεταβλητή:** Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών/τριών του Δημοτικού για την αέρια κατάσταση της ύλης.
- **Ανεξάρτητη μεταβλητή:** Η τάξη και η ηλικία των μαθητών/τριών.
- **Ρυθμιστική μεταβλητή:** Η διδασκαλία των μαθημάτων «Μελετάμε τον φυσικό κόσμο» και «Η δομή της ύλης» στην Δ' Δημοτικού και Ε' Δημοτικού, αντίστοιχα.

Για να διερευνήσουμε την εξέλιξη αυτή, πραγματοποιήσαμε συνεντεύξεις σε 36 μαθητές/τριες τριών τάξεων του Δημοτικού: 12 μαθητές/τριες Β' τάξης, 12 μαθητές/τριες Δ' τάξης και 12 μαθητές/τριες ΣΤ' τάξης. Οι τάξεις αυτές επιλέχθηκαν για τους εξής λόγους: Αρχικά, η ΣΤ' Δημοτικού, είναι η τελευταία τάξη, και τα παιδιά έχουν ολοκληρώσει όλες τις σχετικές ενότητες που προτείνει το Αναλυτικό Πρόγραμμα σχετικά με τα αέρια. Η Δ' Δημοτικού, είναι η τάξη στην οποία οι μαθητές έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή με πειραματικό τρόπο, με την αέρια κατάσταση ως μορφή ύλης. Τέλος, η Β' δημοτικού είναι μια τάξη κατά την οποία οι αντιλήψεις των μαθητών είναι πιο κοντά στις αρχικές προϋπάρχουσες ιδέες τους αφού δεν έχουν προλάβει ακόμα να αναδομηθούν μέσω της διδασκαλίας. Πιο συγκεκριμένα:

- Β' Δημοτικού: «Γνωριμία με τα υλικά.» ενότητα της Μελέτης Περιβάλλοντος.

- Δ' Δημοτικού: Μετά τη διδασκαλία της ενότητας «Ο κύκλος του νερού» και της Ενότητας «Μελετάμε τον φυσικό κόσμο» στην Μελέτη Περιβάλλοντος.
- ΣΤ' Δημοτικού: Μετά τη διδασκαλία των Ενότητων «Η Δομή της ύλης» και «Θερμότητα»

Οι έννοιες στις οποίες εστιάσαμε, είναι οι εξής: Αρχικά, διερευνήσαμε, το πώς φαντάζονται τα παιδιά την αέρια κατάσταση ή τι γνωρίζουν/πιστεύουν ότι είναι ο αέρας, όπως επίσης και το πού βρίσκεται. Αυτή ήταν και η **πρώτη ομάδα ερωτήσεων**. Οι εναλλακτικές ιδέες που υποθέσαμε ότι μπορεί να αναδειχθούν εδώ, έχουν να κάνουν με την σύγχυση που έχουν τα παιδιά σχετικά με τον αέρα και τον άνεμο, αλλά και την δυσκολία η οποία υπάρχει λόγω του ότι ο αέρας δεν είναι ορατός. Στόχος μας ήταν, να διαπιστώσουμε αν αυτές οι ιδέες οι οποίες υποθέταμε πως θα εντοπιστούν κυρίως στις μικρές ηλικίες, διατηρούνται και αργότερα.

Στη **δεύτερη ομάδα ερωτήσεων**, επικεντρωθήκαμε στην διατήρηση/ύπαρξη της μάζας των αερίων. Διερευνήσαμε τις ιδέες των μαθητών/τριών, για το τι συμβαίνει όταν αυξάνεται η ποσότητα του αέρα, τι συμβαίνει όταν αυξάνεται ο όγκος του αέρα χωρίς όμως να αυξάνεται η ποσότητά του, τι συμβαίνει αν προσθέσουμε αέρα σε ένα υγρό (πχ. σόδα) και το αν ο αέρας, μπορεί να αλλάξει την ισορροπία σε μια ζυγαριά. Τέλος, στόχος ήταν να διερευνήσουμε τις ιδέες τους σχετικά με το τι συμβαίνει στο νερό όταν αυτό εξατμίζεται.

Στην **τρίτη ομάδα ερωτήσεων**, διαπιστώσαμε τις αντιλήψεις των μαθητών/τριών σχετικά με την ιδιότητα του αέρα να καταλαμβάνει τον χώρο μέσα στον οποίο βρίσκεται. Εδώ, υποθέσαμε πως θα παρουσιαστούν εναλλακτικές ιδέες, αφού έρευνες έχουν δείξει ότι οι μαθητές/τριες αποδίδουν ιδιότητες υγρών στα αέρια και πιστεύουν ότι ο αέρας είναι μια συνεχής ουσία.

Στις ερωτήσεις μας, δεν κάναμε καμία αναφορά στον μικρόκοσμο. Ωστόσο οι ερωτήσεις άφηναν το περιθώριο να απαντηθούν με χρήση του σωματιδιακού μοντέλου. Από το κατά πόσο οι μαθητές της έκτης δημοτικού, επέλεξαν να χρησιμοποιήσουν τον μικρόκοσμο για να δώσουν τις εξηγήσεις τους, βγήκαν και τα αντίστοιχα συμπεράσματα σχετικά με το κατά πόσο η διδασκαλία στις τελευταίες δύο τάξεις του δημοτικού, έχει επηρεάσει τις ιδέες τους και τους έχει προσφέρει ένα σημαντικό εργαλείο περιγραφής και εξήγησης των φαινομένων.

Ανάλυση δεδομένων

Οι ερωτήσεις που πραγματοποιήθηκαν στα παιδιά κατά την διάρκεια των συνεντεύξεων, μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες. Την διερεύνηση των απόψεων των μαθητών/τριών α) για την ύπαρξη του αέρα (στον χώρο), β) για το αν έχει ο αέρας μάζα άρα και βάρος, και γ) για το πώς αναπαρίσταται ο αέρας στον χώρο.

Α) Απόψεις των μαθητών/τριών του Δημοτικού για την ύπαρξη του αέρα

1η Ερώτηση: «Τι πιστεύεις ότι υπάρχει γύρω μας, μέσα στο δωμάτιο, εκτός από τα έπιπλα και τους ανθρώπους (δηλαδή εμάς);»

Στόχος της παραπάνω ερώτησης, ήταν να διαπιστώσουμε αν τα παιδιά θα κάνουν έστω μια απλή αναφορά στην ύπαρξη του αέρα στο δωμάτιο. Από τις απαντήσεις τους, προέκυψε το συμπέρασμα ότι υπήρξε μεγάλη διαφορά μεταξύ των τριών τάξεων ως προς την ευκολία διαπίστωσης της ύπαρξης του αέρα. Συγκεκριμένα, τα παιδιά που δεν σκέφτηκαν καθόλου ότι υπάρχει αέρας γύρω τους ανά τάξη ήταν: Β' Δημοτικού (92%), Δ' Δημοτικού (42%) και Στ' Δημοτικού (17%). Μάλιστα, σε μετέπειτα ερώτηση, από τρία παιδιά της Β' Δημοτικού, ειπώθηκε, ότι δεν γίνεται να υπάρχει αέρας γύρω μας, αφού δεν τον βλέπουμε. Κάτι το οποίο δεν διατυπώθηκε από κανέναν μαθητή/τρια της Δ' και της Στ' τάξης.

Πίνακας 6.1: Συνειδητοποίηση ύπαρξης του αέρα στον χώρο					
Β' Δημοτικού		Δ' Δημοτικού		Στ' Δημοτικού	
Απάντησαν αμέσως		Απάντησαν αμέσως		Απάντησαν αμέσως	
1	8,3%	7	58,3%	10	83,3%

Ο παρακάτω πίνακας αφορά στα παιδιά που δεν αναφέρθηκαν εξαρχής στην ύπαρξη του αέρα στο δωμάτιο και περιλαμβάνει τις αρχικές τους διατυπώσεις στην ερώτηση που τους έγινε:

Πίνακας 6.2: Αρχικές διατυπώσεις παιδιών, σχετικά με την ύπαρξη του αέρα στον χώρο								
Απαντήσεις παιδιών	Δεν υπάρχει τίποτα απολύτως		Υπάρχει το φως		Άσχετες απαντήσεις		Υπάρχει αέρας (Επιστημονικά ορθή απάντηση)	
Στ' Δημοτικού	2	8,3%	0	0%	0	0%	10	83,3%
Δ' Δημοτικού	4	25%	1	8,3%	0	0%	7	58,3%
Β' Δημοτικού	9	75%	0	0%	2	16,6%	1	8,3%

Β' Δημοτικού (καμία αναφορά στον αέρα) «Τα παιχνίδια που δεν μπορούμε να έχουμε στην τάξη» / «Τα ζελοτέιπ που είναι διαφανή»

Δ' Δημοτικού (καμία αναφορά στον αέρα) «Γύρω μας υπάρχει το φως.»

Στ' Δημοτικού (καμία αναφορά στον αέρα) «Υπάρχουν μόρια στους τοίχους»

2η Ερώτηση: «Όταν παίρνουμε μια βαθιά ανάσα, τι συμβαίνει;»

Η παραπάνω ερώτηση έγινε στα παιδιά που δυσκολεύονταν και δεν έκαναν αναφορά στον αέρα. Στόχος μας ήταν, στο τέλος της διαδικασίας αυτής, όλα τα παιδιά να έχουν διαπιστώσει ότι τελικά υπάρχει αέρας γύρω τους, ο οποίος όμως δεν ήταν ορατός.

Ακολουθεί ο σχετικός πίνακας:

Πίνακας 6.3: Συνειδητοποίηση ύπαρξης του αέρα στον χώρο					
Β' Δημοτικού		Δ' Δημοτικού		Στ' Δημοτικού	
Απάντησαν αφού τους ζητήθηκε να πάρουν βαθιά ανάσα και να την εξηγήσουν		Απάντησαν αφού τους ζητήθηκε να πάρουν βαθιά ανάσα και να την εξηγήσουν		Απάντησαν αφού τους ζητήθηκε να πάρουν βαθιά ανάσα και να την εξηγήσουν	
11	91,6%	5	41,6%	2	16,6%

Στο σημείο αυτό, αξίζει να αναφερθεί, ότι στα σχολικά βιβλία της Α' και Β' Δημοτικού, γίνεται εκτενής αναφορά στην ύπαρξη του αέρα στον χώρο. Τα παιδιά διδάσκονται και ανακαλύπτουν μέσα από δραστηριότητες, ότι ο αέρας είναι μία μορφή ύλης που υπάρχει παντού γύρω μας, ακόμα και αν δεν τον βλέπουμε. Εντονότερες αναφορές γίνονται στην Α' και Δ' Δημοτικού, αλλά και στην Ε' Δημοτικού, όπου εκεί γίνεται και αναφορά στην σωματιδιακή του φύση (πίνακας 5.1).

3η Ερώτηση: *«Τι πιστεύεις ότι είναι ο αέρας; Πώς τον φαντάζεσαι; (Από τι είναι φτιαγμένος;)»*

Στόχος της παραπάνω ερώτησης, ήταν να διαπιστώσουμε τι εικόνα είχαν οι μαθητές/τριες για τον αέρα, ως προς την μορφή του και την σύστασή του. Έτσι, αναμέναμε από τους μαθητές/τριες των δύο μεγαλύτερων τάξεων, να κάνουν αναφορά στην σωματιδιακή φύση του αέρα, αφού είναι κάτι το οποίο έχουν διδαχθεί, σε αντίθεση με τους μαθητές των μικρότερων τάξεων. Από τα παιδιά της Β' και Δ' Δημοτικού, αναμέναμε να απαντήσουν κυρίως ότι φαντάζονται τον αέρα, κυρίως ως υδρατμούς, συσχετίζοντας τον αέρα με τις γνώσεις που έχουν ήδη πάρει σχετικά με τον κύκλο του νερού (πίνακας 5.2). Τέλος, περιμέναμε έστω από ένα μικρό ποσοστό μαθητών/τριών της Στ' Δημοτικού, να αναφερθεί στον αέρα ως ένα μίγμα αερίων, αρχικά γιατί αυτό είναι κάτι το οποίο διδάχθηκαν στην Ε' Δημοτικού στην ενότητα για τα μίγματα, συνδυαστικά με την ύπαρξη διαφόρων χημικών ενώσεων, αλλά και γιατί στην Στ' Δημοτικού, διδάχθηκαν το φαινόμενο της φωτοσύνθεσης, όπου εκεί αποδεικνύεται έμμεσα, λόγω της ανταλλαγής αερίων που πραγματοποιείται, η ύπαρξη παραπάνω ουσιών στον αέρα της ατμόσφαιρας (πίνακας 5.2).

Σε αντίθεση με τα παραπάνω, παρατηρήθηκε μια έντονη δυσκολία των μικρών παιδιών της Β' Δημοτικού να περιγράψουν τον αέρα. Στη σωματιδιακή του φύση, αναφέρθηκε το 42% των μαθητών/τριών της Στ' Δημοτικού, το 8% των μαθητών της Δ' Δημοτικού και κανένα παιδί από την Β' Δημοτικού. Μάλιστα, ένας μαθητής της Στ' Δημοτικού, ανέφερε ότι φαντάζεται τα μόρια του αέρα σαν μικρά ανθρωπάκια, εκφράζοντας έτσι την εναλλακτική ιδέα του ανθρωπομορφισμού των μορίων, μια συχνή αντίληψη των μαθητών, όπως φαίνεται και από την σχετική βιβλιογραφία.

Σ' αυτό το σημείο, αξίζει να σημειωθεί, ότι κατά τη διάρκεια των συνεντεύξεων, ελάχιστα παιδιά έκαναν αναφορά στον μικρόκοσμο και μάλιστα, στην συντριπτική τους πλειοψηφία εξέφρασαν εναλλακτικές ιδέες για αυτόν.

Η αύξηση του ποσοστού ανά τάξη, είναι απόλυτα αναμενόμενη, αφού πριν την Ε' Δημοτικού, δεν γίνεται καμία αναφορά στο σχολείο για την σωματιδιακή φύση του αέρα. Ωστόσο θα περίμενε κανείς, το ποσοστό των μαθητών/τριών της έκτης τάξης, που θα έκανε αναφορά στον μικρόκοσμο, να ήταν σημαντικά υψηλότερο, αφού είναι κάτι που το διδάσκονται συστηματικά.

Όλοι οι υπόλοιποι μαθητές/τριες και από τις τρεις τάξεις, περιέγραψαν τον αέρα σαν κύμα ή σαν σύννεφο. Ένα πολύ μικρό ποσοστό από τις δύο μικρότερες τάξεις (8% και 25% αντίστοιχα), ανέφερε ότι ο αέρας μοιάζει και με την υγρασία. Το αυξημένο ποσοστό στην Δ' Δημοτικού, πιθανότατα οφείλεται και σε σύγχυση των μαθητών/τριών αναφορικά με τον κύκλο του νερού τον οποίο διδάσκονται στην τάξη αυτή. Αυτό πιθανότατα συνέβη, καθώς αναφέρεται από το σχολικό βιβλίο η αέρια κατάσταση του νερού ως «υδρατμοί», μια λέξη η οποία φάνηκε να μπερδεύει τους μαθητές/τριες, αφού συγχέουν τους υδρατμούς με τις σταγόνες. Το σχολικό βιβλίο, δεν διευκρινίζει ξεκάθαρα, ότι οι υδρατμοί είναι η αέρια κατάσταση του νερού. Το ίδιο συμβαίνει και στα βιβλία της Β' Δημοτικού.

Επιπλέον, παρατηρήθηκε, ότι τα περισσότερα παιδιά της Β' δημοτικού σε ποσοστό 83%, έδιναν στον αέρα διάφορα χρώματα στην προσπάθειά τους να τον περιγράψουν και είχαν την άποψη ότι ο αέρας είναι «λίγο ορατός» και όχι αόρατος. Το ποσοστό αυτό πέφτει στο 33% στην Δ' Δημοτικού και στην Στ' Δημοτικού μηδενίζεται.

Πίνακας 7.1: Πώς φαντάζεσαι τον αέρα;						
	Β' Δημοτικού		Δ' Δημοτικού		Στ' Δημοτικού	
Μόρια/σωματίδια (Επιστημονικά ορθή απάντηση)	0	0%	1	8,3%	5	41,6%
Σαν σύννεφα	6	50%	7	58,3%	5	41,6%
Σαν κύμα/ συνεχόμενες γραμμές	5	41,6%	1	8,3%	2	16,6%
Υγρασία	1	8,3%	3	25%	0	0%

Πίνακας 7.2: Πώς φαντάζεσαι τον αέρα;						
	Β' Δημοτικού		Δ' Δημοτικού		Στ' Δημοτικού	
Αόρατος (Επιστημονικά ορθή απάντηση)	2	16,6%	8	66,6%	12	100%
Λίγο ορατός/έχει χρώμα	10	83,3%	4	33,3%	0	0%

Β' Δημοτικού: «Είναι σαν ουρανός με σύννεφα και κυματάκια.» / «Τον φαντάζομαι σαν κύμα που κινείται.» / «Είναι άσπρος, αόρατος σχεδόν, σαν μουντζούρα.»

Δ' Δημοτικού: «Τον φαντάζομαι σαν υδρατμούς» / «Είναι σαν σταγόνες νερού μαζί με οξυγόνο» / «Είναι ένα λευκό πράγμα που κινείται σαν να σε κυνηγάει κάποιος.»

Στ' Δημοτικού: «Τον φαντάζομαι σαν μικρά ανθρωπάκια που τρέχουν» (Αναφέρθηκε μόνο από ένα παιδί της έκτης Δημοτικού)/ «Τον αέρα μόνο τον νιώθεις. Είναι σαν ουράνια σωματίδια» / «Ο αέρας είναι σαν τα σύννεφα. Σαν την αναπνοή του σύννεφου.»

4η Ερώτηση: «Σε ποια/ποιες από τις παρακάτω εικόνες υπάρχει αέρας; Αιτιολόγησε την άποψή σου.»



Εικόνα 1



Εικόνα 2

Όπως φαίνεται και παραπάνω, στην πρώτη εικόνα, το δέντρο ήταν λυγισμένο και πολλά φύλλα ήταν πεσμένα, ενώ στην δεύτερη φωτογραφία, το δέντρο ήταν όρθιο και φαινομενικά ακίνητο.

Στόχος της ερώτησης αυτής ήταν να διερευνήσουμε, το κατά πόσο οι μαθητές/τριες, συγχέουν στο μυαλό τους τις δύο αυτές λέξεις (αέρας και άνεμος) και το κατά πόσο συνδέουν την ύπαρξη του αέρα με την κίνησή του.

Έτσι, περιμέναμε από τους μαθητές/τριες να διατυπώσουν την άποψη ότι αέρας υπάρχει και στις δύο εικόνες. Από τις απαντήσεις τους όμως αναδείχθηκε αυτό που περιμέναμε, δηλαδή η σύγχυση που παρουσιάζουν πολλές φορές τα παιδιά, μεταξύ του αέρα και του ανέμου. Συγχέουν δηλαδή την ύπαρξη του αέρα, με την κίνησή του. Μόλις το 8% των παιδιών της Β' Δημοτικού, απάντησαν ότι υπάρχει αέρας και στα δύο δέντρα. Τα υπόλοιπα παιδιά, είπαν ότι αέρας υπάρχει μόνο στο λυγισμένο δέντρο. Το ποσοστό αυτό αυξήθηκε σημαντικά στις άλλες δύο τάξεις, φανερώνοντας το γεγονός ότι σταδιακά τα παιδιά τείνουν να μπορούν να ξεχωρίσουν την διαφορά του νοήματος των δύο λέξεων, αλλά και της ύπαρξης του αέρα ανεξάρτητα από το αν φυσάει ή όχι.

Τέλος, ένα μεγάλο μέρος από τα παιδιά των δύο μεγαλύτερων τάξεων, φάνηκε να πιστεύει ότι στο λυγισμένο δέντρο υπάρχει περισσότερος αέρας από ότι στο ακίνητο, κάτι το οποίο επίσης αποδεικνύει ότι το μπέρδεμα μεταξύ αέρα και ανέμου, εξακολουθεί να υπάρχει και στις μεγαλύτερες τάξεις, έστω σε μικρότερο βαθμό.

Ακολουθεί ο σχετικός πίνακας:

Πίνακας 8.1: Επίδειξη δύο δέντρων - Ένα λυγισμένο και ένα ίσιο (Πού υπάρχει αέρας;)						
	Β' Δημοτικού		Δ' Δημοτικού		Στ' Δημοτικού	
Υπάρχει αέρας και στα δύο δέντρα (Επιστημονικά ορθή απάντηση)	1	8,3%	7	58,3%	5	41,6%
Πιο πολύς αέρας στο λυγισμένο δέντρο	4	33,3%	3	25%	5	41,6%
Υπάρχει αέρας μόνο στο λυγισμένο δέντρο	7	58,3%	2	16,6%	2	16,6%

Β' Δημοτικού: «Αέρας υπάρχει μόνο στο λυγισμένο δέντρο, αλλά στο άλλο δεν υπάρχει γιατί δεν κουνιούνται τα φύλλα.»

Β' Δημοτικού: «Υπάρχει αέρας και στα δύο δέντρα. Στο λυγισμένο δέντρο υπάρχει πιο πολύς αέρας, αλλιώς δεν θα λύγιζε.»

Δ' Δημοτικού: «Υπάρχει αέρας και στα δύο δέντρα, απλά στο λυγισμένο δέντρο φυσάει κιόλας.»

Το παραπάνω μπέρδεμα των παιδιών, δεν φαίνεται να απασχολεί ιδιαίτερα τα σχολικά βιβλία, τα οποία δεν διευκρινίζουν πουθενά σε καμία τάξη την διαφοροποίηση των εννοιών αυτών. Πιο συγκεκριμένα, στην Α' Δημοτικού, γίνεται απεικόνιση του αέρα με την μορφή συνεχών γραμμών, (όπως φαίνεται στον πίνακα 5.2) υποδεικνύοντας ως αέρα, τον άνεμο. Συμβάλει με αυτόν τον τρόπο στην ενίσχυση της εναλλακτικής αυτής ιδέας των μαθητών/τριών. Μάλιστα, στην επόμενη τάξη, στην ενότητα του καιρού, όπου γίνεται εκτενής αναφορά στην ένταση του ανέμου, παρόλο που δίνεται ουσιαστικά μια καλή αφορμή για αναδόμηση της εναλλακτικής ιδέας, αντίθετα δεν γίνεται κάποια σχετική προσπάθεια.

5^η ερώτηση: « Τι συμβαίνει όταν ανοίγω τον ανεμιστήρα; Γιατί; Τι συμβαίνει όταν κλείνω τον ανεμιστήρα; Γιατί; Τι είναι αυτό που νιώθω στο πρόσωπό μου όταν ο ανεμιστήρας είναι ανοιχτός; Γιατί δεν το νιώθω όταν είναι κλειστός;»

Στο αυτό το στάδιο της συνέντευξης, χρησιμοποιήθηκε ένας ανεμιστήρας. Ζητήθηκε από τα παιδιά να περιγράψουν τι ακριβώς πιστεύουν ότι συμβαίνει όταν ανοίγουμε τον ανεμιστήρα, τι είναι αυτό που νιώθουν στο πρόσωπό τους και από που προέρχεται.

Στόχος της παραπάνω ερώτησης, ήταν να διαπιστώσουμε αν τα παιδιά έχουν την εναλλακτική αντίληψη όπως φαίνεται από την βιβλιογραφία, ότι ο ανεμιστήρας, παράγει αέρα, ή αλλιώς δημιουργεί αέρα.

Περιμέναμε από τα παιδιά να μας απαντήσουν, ότι οι έλικες του ανεμιστήρα, κινούν τον αέρα που υπάρχει στον χώρο. Η μεγάλη πλειοψηφία των μαθητών/τριών έδωσε ξεκάθαρα την επιθυμητή απάντηση. Ωστόσο, από ένα πολύ μικρό ποσοστό παιδιών της Β' δημοτικού, διατυπώθηκε η άποψη ότι ο ανεμιστήρας δημιουργεί/παράγει αέρα, σε ποσοστό 17%.

Ακολουθεί παρακάτω ο σχετικός πίνακας:

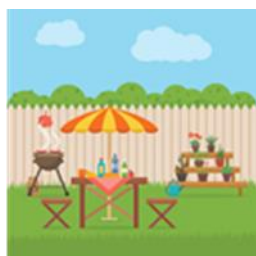
Πίνακας 8.2: Τι συμβαίνει όταν ανοίγω τον ανεμιστήρα;						
	Β' Δημοτικού		Δ' Δημοτικού		Στ' Δημοτικού	
Ο ανεμιστήρας κινεί τον αέρα που υπάρχει γύρω μας (Επιστημονικά ορθή απάντηση)	10	83,3%	12	100%	12	100%
Ο ανεμιστήρας παράγει αέρα	2	16,6%	0	0%	0	0%

Β' Δημοτικού: «Ο ανεμιστήρας δημιουργεί αέρα. Όταν κλείσω τον ανεμιστήρα, δεν υπάρχει πια αέρας.»

Στ' Δημοτικού: «Οι έλικες του ανεμιστήρα κινούν τον αέρα που υπάρχει στο δωμάτιο.»

6^η ερώτηση: «Σε ποια/ποιες από τις παρακάτω εικόνες υπάρχει αέρας;

Αιτιολόγησε την άποψή σου.»



Εικόνα 1



Εικόνα 2

Στο σημείο αυτό, έγινε προσπάθεια να διερευνηθεί η άποψη των μαθητών/τριών σχετικά με την ύπαρξη του αέρα σε κλειστό και ανοιχτό χώρο. Τους δόθηκαν οι αντίστοιχες εικόνες όπως φαίνονται παραπάνω και τους ζητήθηκε να απαντήσουν το πού πιστεύουν ότι υπάρχει αέρας, περιμένοντας από αυτά να πουν, ότι αέρας υπάρχει εξίσου και στους δύο χώρους.

Στόχος της ερώτησης αυτής, ήταν να διερευνήσουμε το κατά πόσο έχουν συνειδητοποιήσει οι μαθητές/τριες την ύπαρξη του αέρα παντού στον χώρο.

Σχετική δραστηριότητα, υπάρχει στο βιβλίο της Δ' δημοτικού, κατά την οποία ζητείται από τους μαθητές να παρατηρήσουν προσεκτικά μια εικόνα και να διατυπώσουν την άποψή τους σχετικά με τα σημεία όπου υπάρχει αέρας. Αντίστοιχες δραστηριότητες διαπίστωσης της ύπαρξης του αέρα παρόλο που δεν τον βλέπουμε, υπάρχουν και στα βιβλία της Α' Δημοτικού.



(Εικόνα 6: Δραστηριότητα διερεύνησης του αέρα/ Δ' Δημοτικού)

Εδώ παρατηρήθηκε ότι το 100% των μαθητών/τριών της Στ' τάξης πιστεύουν ότι υπάρχει αέρας και σε ανοιχτό και σε κλειστό χώρο. Αυτό δεν συνέβη και στις μικρότερες τάξεις όπου σε ποσοστό 34% στη Β' Δημοτικού και σε ποσοστό 17% στη Δ' Δημοτικού, οι μαθητές/τριες διατύπωσαν την άποψη ότι αέρας υπάρχει μόνο σε ανοιχτό χώρο. Παρατηρείται έτσι μια σταδιακή μείωση της αντίληψης αυτής, η οποία μπορεί να συσχετιστεί και με το μπέρδεμα των μικρών μαθητών/τριών αναφορικά με την ύπαρξη του αέρα και την κίνησή του, αφού έξω αντιλαμβάνονται τον αέρα λόγω της κίνησής του, κάτι το οποίο δεν συμβαίνει μέσα σε ένα δωμάτιο.

Ακολουθεί και ο σχετικός πίνακας:

Πίνακας 9.1: Ύπαρξη του αέρα σε εξωτερικό και εσωτερικό χώρο			
	Β' Δημοτικού	Δ' Δημοτικού	Στ' Δημοτικού

Υπάρχει και στους δύο χώρους το ίδιο (Επιστημονικά ορθή απάντηση)	2	16,6%	5	41,6%	7	58,3%
Έξω είναι πιο πολύς	5	41,6%	5	41,6%	5	41,6%
Μέσα δεν υπάρχει αέρας	5	41,6%	2	16,6%	0	0%

Β' Δημοτικού: «Μέσα δεν υπάρχει αέρας, εκτός κι αν το δωμάτιο έχει air- condition»

Δ' Δημοτικού: «Μέσα στο δωμάτιο δεν υπάρχει αέρας, γιατί δεν μπορεί να μπει από κάπου»

Στ' Δημοτικού: «Αέρας υπάρχει και στο δωμάτιο και στην αυλή, το ίδιο.»

Στ' Δημοτικού: «Υπάρχει παντού αέρας .Απλά έξω σίγουρα θα έχει πιο πολύ αέρα.»

7η ερώτηση: «Υπάρχει αέρας στο κλειστό βάζο; Γιατί; Υπάρχει αέρας στο ανοιχτό βάζο; Γιατί;»



Στο σημείο αυτό, ζητήθηκε από τα παιδιά να διαπιστώσουν την ύπαρξη του αέρα σε ένα ανοιχτό και σε ένα κλειστό δοχείο.

Στόχος της ερώτησης αυτής, ήταν να διερευνηθεί το κατά πόσο έχουν συνειδητοποιήσει οι μαθητές/τριες την ύπαρξη του αέρα παντού στον χώρο.

Σχετική δραστηριότητα, υπάρχει στο βιβλίο της Δ' δημοτικού, κατά την οποία οι μαθητές/τριες, αφού εκφράσουν τις σχετική τους υπόθεση, καλούνται μέσω πειραματικών διαδικασιών, να διαπιστώσουν την ύπαρξη του αέρα σε ένα κλειστό δοχείο και σε ένα ανοιχτό ποτήρι.

Εδώ, αναδείχθηκαν και επιπλέον εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών, όπως το ότι ο αέρας κινείται και μπαινοβγαίνει στο ανοιχτό δοχείο, ενώ αντίθετα, στο κλειστό δοχείο, ο αέρας ή δεν υπάρχει ή σταδιακά αρχίζει και εξαφανίζεται, αφού όπως χαρακτηριστικά αναφέρουν τα παιδιά, ο αέρας δεν μπορεί να εγκλωβιστεί. Τις παραπάνω εναλλακτικές ιδέες, τις συναντάμε κυρίως στην Β' Δημοτικού και λιγότερο στην Δ' Δημοτικού, καθόλου όμως στην Στ' Δημοτικού.

Πίνακας 9.2: Ύπαρξη του αέρα σε κλειστό και ανοιχτό δοχείο						
	Β' Δημοτικού		Δ' Δημοτικού		Στ' Δημοτικού	
Υπάρχει και στα δύο δοχεία το ίδιο (Επιστημονικά ορθή απάντηση)	1	8,3%	7	58,3%	9	75%
Υπάρχει μόνο στο ανοιχτό δοχείο	11	91,6%	5	41,6%	2	16,6%
Υπάρχει μόνο στο κλειστό δοχείο	0	0%	0	0%	1	8,3%

Β' Δημοτικού: «Στο κλειστό δοχείο δεν υπάρχει αέρας, γιατί ο αέρας δεν μπορεί να μείνει κλειστός, φεύγει.»

Δ' Δημοτικού: «Στο ανοιχτό δοχείο δεν υπάρχει αέρας συνέχεια, γιατί ο αέρας μπαίνει και βγαίνει, κινείται συνέχεια.»

Στ' Δημοτικού: «Και στα δύο δοχεία υπάρχει αέρας, γιατί ο αέρας υπάρχει παντού.»

Παρατηρούμε από τους παραπάνω πίνακες, ότι από την πρώτη περίπτωση με τον εξωτερικό χώρο και το εσωτερικό δωμάτιο, μέχρι τη δεύτερη περίπτωση, με το ανοιχτό και κλειστό δοχείο, αυξήθηκε και στις τρεις τάξεις το ποσοστό των μαθητών/τριών που θεωρούν ότι σε κλειστό μέρος δεν υπάρχει αέρας. Αυτό πιθανότατα συνέβη, γιατί στην πρώτη περίπτωση, λόγω του ότι είχαμε να κάνουμε με ένα κλειστό δωμάτιο, τα παιδιά συνδύαζαν την ύπαρξη του αέρα με την λειτουργία της αναπνοής που είναι δεδομένη και απαραίτητη για έναν άνθρωπο εκεί. Ενώ από την άλλη μεριά, στο κλειστό δοχείο δεν είναι απαραίτητη η ύπαρξη του

αέρα για κάποιον ανάλογο λόγο. Αυτό είναι κάτι που έχει εντοπιστεί και σε άλλες έρευνες σχετικά με τις αντιλήψεις των παιδιών για τον αέρα. Φαίνεται δηλαδή, ότι οι ιδέες των μαθητών/τριών δεν είναι σταθερές, αλλά πολύ συχνά αλλάζουν ανάλογα με τις καταστάσεις που καλούνται να ερμηνεύσουν (Genevieve, M.,2007). Επιπλέον, όπως φαίνεται και από τον αρχικό συγκεντρωτικό πίνακα αναφορών στα σχολικά εγχειρίδια και στο Αναλυτικό Πρόγραμμα του Δημοτικού, υπάρχουν πολλαπλές αναφορές για την σημασία του αέρα και πιο συγκεκριμένα του οξυγόνου, αλλά και όχι μόνο, στην ανάπτυξη και επιβίωση φυτικών και ζωικών οργανισμών (Β',Δ' και Στ' Δημοτικού).

B) Απόψεις των μαθητών/τριών Δημοτικού για το αν ο αέρας έχει βάρος

Το δεύτερο μέρος της συνέντευξης, είχε να κάνει με την μάζα του αέρα και το κατά πόσο ο αέρας έχει βάρος ή όχι.

1^η Ερώτηση: *« Δείχνουμε στα παιδιά μια ζυγαριά με δύο μπαλόνια ξεφουσκωτά. Ρωτάμε: Μπορούμε να αλλάξουμε την ισορροπία της ζυγαριάς χρησιμοποιώντας αέρα; Αν ναι, γιατί; Τι είναι αυτό που άλλαξε;»*

Όπως φαίνεται και από την διατύπωση της ερώτησης, χρησιμοποιήθηκε ένας ζυγός και δύο μπαλόνια. Αρχικά τα μπαλόνια ήταν εξίσου φουσκωμένα. Στη συνέχεια το ένα το φουσκώσαμε περισσότερο (προσθέσαμε δηλαδή επιπλέον αέρα μέσα). Τα παιδιά ρωτήθηκαν, αν θα αλλάξει η ισορροπία της ζυγαριάς μετά την προσθήκη αέρα στο ένα μπαλόνι.

Στόχος της ερώτησης ήταν να διερευνήσουμε το κατά πόσα οι μαθητές/τριες θεωρούν τον αέρα ως μια μορφή ύλης η οποία έχει μάζα, άρα και βάρος. Στο σημείο αυτό, να αναφέρουμε ότι από την πρώτη κιόλας Δημοτικού, γίνεται αναφορά στον αέρα ως μορφή ύλης. Αυτό γίνεται μέσω της διδασκαλίας των τριών διαφορετικών μορφών της ύλης στις πρώτες τάξεις του Δημοτικού, και μέσω της περιγραφής της σωματιδιακής του φύσης στις δύο μεγαλύτερες τάξεις. Αναλυτικά οι σχετικές αναφορές που γίνονται στα σχολικά εγχειρίδια, φαίνονται στον πίνακα 5.2.

Με βάση τα όσα αποτυπώσαμε στον πίνακα αυτό, περιμέναμε από τους μαθητές/τριες να ισχυριστούν ότι η ζυγαριά θα γύρει προς το μπαλόνι που φουσκώσαμε περισσότερο, αφού αυξήσαμε την ποσότητα άρα και τη μάζα. Αξίζει να σημειωθεί, ότι η δραστηριότητα αυτή, προτείνεται, από το Αναλυτικό Πρόγραμμα της Β' Δημοτικού της Μελέτης Περιβάλλοντος, να

πραγματοποιηθεί, ωστόσο δεν γίνεται σχετική αναφορά στο βιβλίο του Δασκάλου ή στο Βιβλίο Μαθητή.

Από κάθε τάξη, περίπου τα μισά παιδιά απάντησαν ότι η ισορροπία της ζυγαριάς δεν θα αλλάξει, γιατί ο αέρας δεν έχει βάρος. Δεν παρατηρήθηκε ιδιαίτερη διαφορά από τάξη σε τάξη. Τα άλλα μισά περίπου παιδιά, πάλι χωρίς σημαντική διαφοροποίηση ως προς το πλήθος τους από τάξη σε τάξη, διατύπωσαν την άποψη ότι η ζυγαριά θα γύρει προς το περισσότερο φουσκωμένο μπαλόνι. Τέλος, ένας πολύ μικρός αριθμός παιδιών, πάλι και από τις τρεις τάξεις, περίπου το 8%, διατύπωσαν την ιδέα, ότι το φουσκωμένο μπαλόνι θα είναι πιο ελαφρύ, αφού ο αέρας δίνει «ελαφρύτητα» και όχι βάρος.

Το ότι δεν παρατηρούνται ιδιαίτερες διαφοροποιήσεις ως προς τα ποσοστά εμφάνισης των εναλλακτικών αυτών ιδεών ανά τάξη, αποδεικνύει ότι υπάρχουν εναλλακτικές ιδέες που φαίνεται να μην μπορούν να ανατραπούν από την σχετική διδασκαλία, ακόμα και με την πάροδο χρόνων, αφού είναι πολύ καλά εδραιωμένες στην συνείδηση των μαθητών/τριών.

Πίνακας 11.1: Έχει ο αέρας μάζα και βάρος;						
	Β' Δημοτικού		Δ' Δημοτικού		Στ' Δημοτικού	
Το φουσκωμένο μπαλόνι θα βαρύνει (Επιστημονικά ορθή άποψη)	4	33,3%	5	41,6%	4	33,3%
Το φουσκωμένο μπαλόνι θα ελαφρύνει	1	8,3%	1	8,3%	2	16,6%
Δεν θα αλλάξει το βάρος	7	58,3%	6	50%	6	50%

Πίνακας 11.2: Έχει ο αέρας βάρος;
Εναλλακτικές ιδέες που αναδείχθηκαν:

	Β' Δημοτικού		Δ' Δημοτικού		Στ' Δημοτικού	
Ο αέρας δεν έχει βάρος	7	58,3%	6	50%	6	50%
Ο αέρας έχει «ελαφρύτητα»	1	8,3%	1	8,3%	2	16,6%

Β' Δημοτικού: «Το φουσκωμένο μπαλόνι θα πάει προς τα πάνω, γιατί ο αέρας είναι ελαφρύς.»

Δ' Δημοτικού: «Δεν θα αλλάξει η ισορροπία της ζυγαριάς, γιατί δεν μπορώ να πιάσω τον αέρα, άλλα δεν ζυγίζει κάτι.»

Στ' Δημοτικού: «ο αέρας δεν επηρεάζει τη ζυγαριά γιατί δεν έχει βάρος.»

Στ' Δημοτικού: «Η ζυγαριά θα γύρει προς το φουσκωμένο μπαλόνι, αφού θα είναι πιο βαρύ, γιατί θα έχει πιο πολύ αέρα.»

Παρατηρώντας προσεκτικά τον παραπάνω πίνακα, διαπιστώνουμε ότι 8/12 παιδιά της Β' Δημοτικού, 7/12 της Δ' και 8/12 της Στ' έχουν εναλλακτικές ιδέες σχετικά με το βάρος του αέρα. Το ποσοστό είναι σταθερό και δεν φαίνεται να υπάρχει βελτίωση.

2^η ερώτηση: «(Δείχνουμε στα παιδιά ένα κλειστό δοχείο, με μια σταγόνα νερό μέσα.

Θερμαίνουμε ελαφρά το δοχείο μέχρι να εξατμιστεί το νερό. Ρωτάμε: Το βάρος του δοχείου θα παραμείνει το ίδιο ή θα αλλάξει; Γιατί;»



Κάνοντας την παραπάνω ερώτηση στα παιδιά, διευκρινίσαμε ότι το δοχείο είναι κλειστό και πολύ καλά σφραγισμένο και τίποτα δεν μπορεί να βγει από εκεί. Τα ρωτήσαμε, σε ποια

περίπτωση το δοχείο ήταν βαρύτερο: πριν ή αφού εξατμιστεί η σταγόνα. (Διευκρινίστηκε προηγουμένως, τι σημαίνει εξάτμιση.)

Στόχος της παραπάνω ερώτησης, ήταν να διαπιστώσουμε την άποψη των μαθητών/τριών σχετικά με την διατήρηση της μάζας κατά την αλλαγή της φυσικής κατάστασης, και το κατά πόσο η αλλαγή αυτή της φυσικής κατάστασης από υγρό σε αέριο, συσχετίζεται στο μυαλό τους με την αλλαγή του βάρους.

Στις απαντήσεις τους περιμέναμε αρχικά να δούμε ότι έχουν κατανοήσει την εναλλαγή από την μία κατάσταση της ύλης στην άλλη και ότι η συνολική μάζα της σταγόνας, εξακολουθεί να υπάρχει, απλά σε άλλη μορφή και άρα το βάρος του δοχείου θα παραμείνει αμετάβλητο. Άλλωστε, στην Β',Δ' Δημοτικού, οι μαθητές διδάσκονται τον κύκλο του νερού και τις μετατροπές του από την μία κατάσταση στην άλλη, καθώς και στην Ε' Δημοτικού, διδάσκονται αναλυτικά σε μικροσκοπικό επίπεδο, την εξάτμιση και την συμπύκνωση.

Από τις απαντήσεις τους, παρατηρήσαμε ότι τα παιδιά της Β' Δημοτικού στην συντριπτική πλειοψηφία τους, πιστεύουν ότι το δοχείο πριν εξατμιστεί η σταγόνα θα ήταν βαρύτερο. Από τις διατυπώσεις τους, φάνηκε ότι πολλά θεώρησαν ότι αφού η σταγόνα θα γίνει αέρας, θα είναι σαν να μην υπάρχει τίποτα στο δοχείο, άρα θα είναι και πιο ελαφρύ. Αυτό αποδεικνύεται και από την αρχή των συνεντεύξεων της Β' Δημοτικού, όπου τα περισσότερα παιδιά φαντάζονταν τον αέρα ως «λίγο ορατό» και όχι αόρατο, και έκαναν το συλλογισμό, «αφού δεν βλέπω τον αέρα, άρα δεν υπάρχει».

Το ποσοστό αυτό, στην Δ' Δημοτικού μειώθηκε αρκετά και στην Στ' Δημοτικού, μειώθηκε ακόμα περισσότερο. Αυτό είναι λογικό, αφού ήδη από την Δ' Δημοτικού, τα παιδιά διδάσκονται τις 3 μορφές της ύλης και την μετατροπή από την μία στην άλλη. Μεγαλύτερο και από τις 3 τάξεις ήταν το ποσοστό των παιδιών της Δ' δημοτικού που διατύπωσαν την άποψη ότι το βάρος θα παραμείνει το ίδιο και ότι απλά το νερό αλλάζει μορφή. Αυτό μπορεί να συνέβη, διότι βασικό κομμάτι της διδακτέας ύλης στην Μελέτη περιβάλλοντος της Δ' Δημοτικού, είναι ο κύκλος του νερού, κάτι το οποίο σημαίνει ότι τα παιδιά αυτά πρόσφατα διδάχθηκαν το κεφάλαιο αυτό. Από την άλλη πλευρά βέβαια, λόγω της μείωσης του αντίστοιχου ποσοστού στην τελευταία τάξη του Δημοτικού, διαπιστώνουμε ότι οι μαθητές/τριες της Στ' Δημοτικού, δεν συγκράτησαν τα όσα διδάχθηκαν τις προηγούμενες χρονιές και ξαναγύρισαν στις εναλλακτικές τους απόψεις.

Τέλος, στην Β' και Δ' Δημοτικού, από έναν πολύ μικρό αριθμό παιδιών, διατυπώθηκε και η εναλλακτική ιδέα ότι ο αέρας έχει «ελαφρύτητα».

Ακολουθεί ο σχετικός πίνακας:

Πίνακας 11.3 Αλλαγή φυσικής κατάστασης του αέρα/ διατήρηση της μάζας του						
	Β' Δημοτικού		Δ' Δημοτικού		Στ' Δημοτικού	
Το ίδιο βάρος (επιστημονικά ορθή άποψη)	1	8,3%	5	41,6%	3	25%
Το δοχείο έγινε ελαφρύτερο	10	83,3%	6	50%	9	75%

Β' Δημοτικού: «Το δοχείο με τον αέρα θα είναι πιο βαρύ, γιατί ο αέρας έχει δύναμη και είναι πιο βαρύς από το νερό.»

Στ' Δημοτικού: «Το δοχείο με τη σταγόνα θα είναι πιο βαρύ, γιατί το νερό είναι βαρύτερο από τον αέρα.»

Στ' Δημοτικού: «Δεν θα αλλάξει το βάρος, απλά άλλαξε μορφή η σταγόνα.»

Γ) Αναπαραστάσεις του αέρα των μαθητών/τριών Δημοτικού

Στην τρίτη και τελευταία ομάδα ερωτήσεων των συνεντεύξεων, ζητήθηκε από παιδιά να απεικονίσουν τον αέρα έτσι όπως τον φαντάζονται α) μέσα σε ένα κλειστό δοχείο, β) μέσα στο ίδιο κλειστό δοχείο, το οποίο όμως προηγουμένως είχαμε θερμάνει με ένα κερί, γ) στο ίδιο κλειστό δοχείο, από το οποίο όμως είχαμε αφαιρέσει τον μισό αέρα με μία σύριγγα.

Στόχος των παραπάνω ερωτήσεων, ήταν να διαπιστώσουμε τις ιδέες των παιδιών πάνω σε τρεις διαφορετικούς τομείς σχετικά με τον αέρα.

Γ.1 ως προς τη μορφή και σύσταση του αέρα

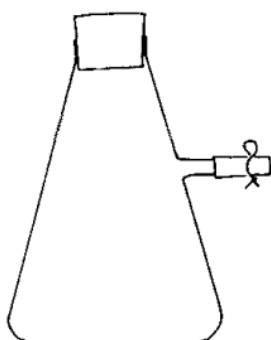
Γ.2 ως προς την κίνησή του.

Γ.3 ως προς τον χώρο που καταλαμβάνει.

Αναμέναμε από τους μαθητές/τριες, να ζωγραφίσουν τον αέρα με την μορφή μικρών σωματιδίων, τα οποία θα κινούνται παντού στο δοχείο χωρίς να αφήνουν κενά σημεία. Επιπλέον, περιμέναμε να διατυπώσουν το γεγονός ότι τα σωματίδια αυτά, καθώς ο αέρας θερμαίνεται, θα αρχίσουν να κινούνται όλο και γρηγορότερα.

Γ.1. Ως προς τη μορφή και σύσταση του αέρα

Γ.1.α. Ερώτηση: «Το παρακάτω δοχείο περιέχει αέρα και είναι πολύ καλά σφραγισμένο και δεν μπορεί να ανοίξει. Ζωγράφισε τον αέρα μέσα στο δοχείο»



Στόχος της ερώτησης αυτής, ήταν να διαπιστώσουμε τι εικόνα είχαν οι μαθητές για τον αέρα, ως προς την μορφή του και την σύστασή του, σε συνέχεια της ερώτησης που κάναμε στην αρχή των συνεντεύξεων σχετικά με το πώς φαντάζονται τον αέρα.

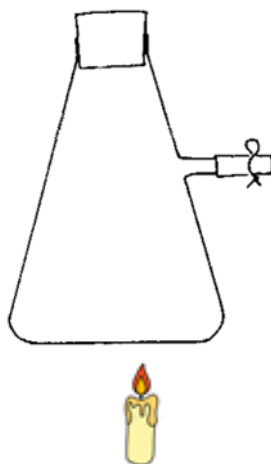
Όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα, αλλά και προβλέψαμε ήδη από το πρώτο μέρος της συνέντευξης, ένα πολύ μικρό ποσοστό παιδιών (17%) απεικόνισε τον αέρα με την μορφή σωματιδίων και ήταν παιδιά μόνο από την Στ' Δημοτικού. Μάλιστα, το ποσοστό αυτό ήταν μικρότερο συγκριτικά με το ποσοστό των παιδιών που στην αρχική ερώτηση της συνέντευξης: «*Πώς φαντάζεσαι τον αέρα;*», απάντησαν ότι τον φαντάζονται ως σωματίδια (42%). Πολλά από τα παιδιά αυτά, που αρχικά περιέγραψαν τον αέρα ως σωματίδια, όταν κλήθηκαν να απεικονίσουν τον αέρα, τον έκαναν με την μορφή συνεχούς -γραμμής. Αυτό αποδεικνύει το γεγονός ότι η εναλλακτική ιδέα την οποία πιθανότατα είχαν πριν διδαχθούν την σωματιδιακή φύση του αέρα στο σχολείο, την διατήρησαν μέχρι και πολύ αργότερα και στην πραγματικότητα, δεν συνειδητοποίησαν ποτέ ότι ο αέρας αποτελείται από μικρά αόρατα σωματίδια.

Το ίδιο έκαναν και όλα τα υπόλοιπα παιδιά και από τις 3 τάξεις. Ζωγράφισαν τον αέρα με την μορφή κύματος. Μάλιστα, ένα από τα παιδιά που ζωγράφισαν τα σωματίδια του αέρα στο αρχικό δοχείο, στην δεύτερη φάση της ερώτησης, όπου ο αέρας ήταν θερμός, αντικατέστησε τα μόρια με μία συνεχή γραμμή παντού στο δοχείο, διευκρινίζοντας κιόλας, ότι το έκανε αυτό, γιατί πλέον ο αέρας άλλαξε μορφή και ότι η συνεχής αυτή γραμμή που σχεδίασε, δεν είχε να κάνει με αλλαγή στην κίνηση των σωματιδίων που είχε ζωγραφίσει στο πρώτο δοχείο.

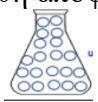
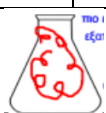
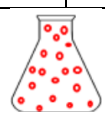
Συμπερασματικά, φαίνεται ότι τα παιδιά δεν αναγνωρίζουν ότι ο αέρας αποτελείται από διακριτά μικροσκοπικά σωματίδια και τον απεικονίζουν ως ένα συνεχές που καταλαμβάνει το χώρο.

Πίνακας 13.1: Απεικόνιση του αέρα μέσα σε κλειστό δοχείο Ως προς την μορφή και την σύσταση						
	Β' Δημοτικού		Δ' Δημοτικού		Στ' Δημοτικού	
Σωματίδια κυκλικά  (επιστημονικά ορθή άποψη)	0	0%	0	0%	2	16,6%
Κυματοειδείς γραμμές 	12	100%	12	100%	10	83,3%

Γ.1.β. ερώτηση: «Θερμαίνουμε τον αέρα με τη βοήθεια ενός κεριοῦ. Ζωγράφισε ξανά το εσωτερικό του δοχείου. Πιστεύεις ότι θα υπάρξουν αλλαγές ως προς την μορφή και την σύσταση του αέρα; Γιατί;»

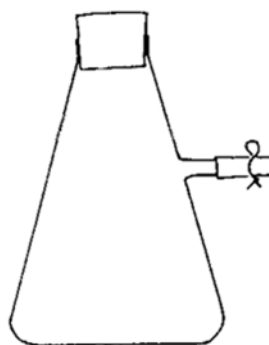
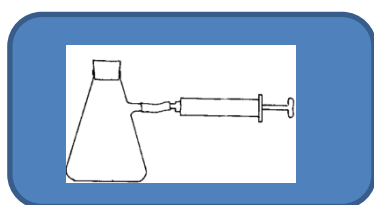


Ακολουθεί ο σχετικός πίνακας:

Πίνακας 13.2: Απεικόνιση <u>θερμού αέρα</u> μέσα σε κλειστό δοχείο												
Αλλαγές ως προς την μορφή και σύσταση του αέρα												
Πριν την θέρμανση του αέρα	Μετά την θέρμανση του αέρα											
	Β' Δημοτικού				Δ' Δημοτικού				Στ' Δημοτικού			
Απεικόνιση Κυκλικών σωματιδίων (επιστημονικά ορθή άποψη) 	-		-		-		-		Αλλάζει μορφή	1 8,3%	Δεν αλλάζει μορφή (επιστημονικά ορθή άποψη)	1 8,3%
												
Κυματοειδείς γραμμές 	Γίνεται περισσότερος		Δεν αλλάζει μορφή ή σύσταση		Γίνεται περισσότερος		Δεν αλλάζει μορφή ή σύσταση		Γίνεται περισσότερος		Δεν αλλάζει μορφή ή σύσταση	
	1	8,3%	11	91,6%	0	0%	12	100%	1	8,3%	9	75%

Όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα, τα παιδιά που απεικόνισαν τον αέρα σχηματίζοντας τα σωματίδια, δεν έμειναν σταθερά στην επιλογή τους και μετά την θέρμανση του αέρα. Τα υπόλοιπα παιδιά που είχαν ζωγραφίσει τον αέρα με την μορφή γραμμών, έμειναν σταθερά σε αυτή τους την απεικόνιση, με εξαίρεση ένα πολύ μικρό ποσοστό παιδιών που ισχυρίστηκαν ότι τώρα ο αέρας θα είναι περισσότερος, και έτσι τον ζωγράρισαν κάνοντάς τον πιο πυκνό μέσα στο δοχείο.

Γ.1.γ. ερώτηση: «Με μια σύριγγα, αφαιρούμε τον μισό περίπου αέρα. Ζωγράφισε ξανά το εσωτερικό του δοχείου μετά την αφαίρεση. Θα αλλάξει κάτι ως προς την μορφή και την σύσταση του αέρα;»



Στη συνέχεια ακολουθεί ο πίνακας ο οποίος δείχνει τις αλλαγές ως προς την μορφή και την σύσταση του αέρα, αφού πρώτα αφαιρέθηκε ο μισός με μια σύριγγα:

Πίνακας 13.3: Απεικόνιση του αέρα μέσα σε κλειστό δοχείο, <u>αφού έχει αφαιρεθεί ο μισός</u> Ως προς την μορφή και την σύσταση του αέρα						
	Β Δημοτικού		Δ Δημοτικού		Στ Δημοτικού	
Δεν αλλάζει τίποτα ως προς την μορφή και την σύσταση	12	100%	7	58,3%	5	41,6%
Αραίωση (επιστημονικά ορθή άποψη)		0%	5	41,6%	7	58,3%

Όπως γίνεται φανερό από την ανάγνωση του παραπάνω πίνακα, τα παιδιά της Β' Δημοτικού, δεν έκαναν αναφορά σε αραίωση του αέρα μέσα στο δοχείο μετά την αφαίρεση του μισού. Όπως θα δούμε και στην συνέχεια, αυτό συνέβη, γιατί θεώρησαν πως ο αέρας που θα βγει από το δοχείο, θα αφήσει ένα κενό σε κάποιο σημείο του. Στις δύο μεγαλύτερες τάξεις, αυτό το ποσοστό των παιδιών που κάνουν αναφορά σε αραίωση του αέρα, αυξάνεται πολύ, όχι όμως τόσο όσο θα περιμέναμε.

Γ.2. Ως προς την κίνησή του αέρα

Γ.2. ερώτηση: « Μετά την θέρμανση του αέρα μέσα στο δοχείο και μετά την αφαίρεση της μισής ποσότητας, πιστεύεις ότι άλλαξε κάτι αναφορικά με την κίνηση του αέρα μέσα στο δοχείο; Αν ναι, γιατί;»

Στόχος της παραπάνω ερώτησης, ήταν να διαπιστώσουμε αν οι μαθητές/τριες διατηρούν την εναλλακτική ιδέα, σύμφωνα με την οποία, ο θερμός αέρας εξαφανίζεται ή συγκεντρώνεται στο πάνω μέρος του δοχείου. Περιμένουμε από τους μαθητές της Β' και Δ' Δημοτικού, να διατυπώσουν εναλλακτικές ιδέες ως προς την κίνηση του αέρα, αλλά αντίστοιχα, αναμένουμε από τους μαθητές της Στ' Δημοτικού, οι οποίοι έχουν διδαχθεί επί δύο συνεχόμενες χρονιές την επίδραση της θερμότητας στα υλικά σώματα, να διατυπώσουν τις σχετικές αυτές απόψεις όπως τις έχουν διδαχθεί.

Ως προς την κίνηση του αέρα μέσα στο δοχείο, η αντίληψη του 100% των μαθητών/τριών, ήταν ότι ο αέρας κινείται συνεχώς. Αφού θερμανθεί όμως, ένα μικρό ποσοστό παιδιών των δύο μεγαλύτερων τάξεων, (8% για την Δ' Δημοτικού και 25% για την Στ' Δημοτικού) είπε ότι θα αρχίσει να κινείται ταχύτερα. Αυτό είναι αναμενόμενο, αφού υπάρχει στην διδακτέα τους ύλη. Ωστόσο, το ποσοστό είναι πολύ μικρό, ακόμα μικρότερο στην Δ' δημοτικού και μηδενικό στη Β' δημοτικού.

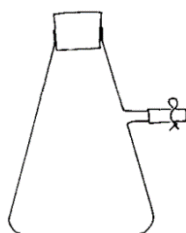
Επιπλέον, μαθητές και μαθήτριες από όλες τις τάξεις, θεώρησαν ότι ο αέρας όταν θερμαίνεται, ή εξαφανίζεται ή προσπαθεί να βγει έξω. Επιπλέον, έντονη ήταν και η πεποίθηση των παιδιών, ότι ο αέρας όταν θερμανθεί, πηγαίνει προς τα πάνω. Χαρακτηριστικό είναι και το γεγονός πως την άποψη αυτή, την έχουν εξίσου και τα παιδιά της Β' Δημοτικού. Ένα πολύ μικρό ποσοστό, εξίσου και από τις 3 τάξεις, διατύπωσαν την άποψη ότι ο αέρας στο δοχείο που έχουμε θερμάνει, θα είναι ακριβώς ίδιος με αυτόν στο αρχικό δοχείο και δεν θα αλλάξει απολύτως τίποτα.

Πίνακας 14: Απεικόνιση θερμού αέρα μέσα σε κλειστό δοχείο Αλλαγές <u>ως προς την κίνηση</u> του αέρα						
	Β' Δημοτικού		Δ' Δημοτικού		Στ' Δημοτικού	
Βγαίνει έξω /εξαφανίζεται	3	25%	5	41,6%	3	25%
Πηγαίνει προς τα πάνω	8	66,6%	6	50%	4	33,3%
Αύξηση της ταχύτητάς του (επιστημονικά ορθή άποψη)	0	0%	1	8,3%	3	25%

Σχετικά με την κίνηση του αέρα στο δοχείο από το οποίο είχαμε αφαιρέσει τον μισό αέρα, διατυπώθηκε από το 100% των μαθητών/τριών, ότι δεν θα υπάρξει κάποια αλλαγή ως προς την κίνηση του αέρα μέσα στο δοχείο.

Γ.3. Ως προς τον χώρο που καταλαμβάνει

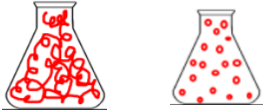
Γ.3α. Ερώτηση: *«Το παρακάτω δοχείο περιέχει αέρα και είναι πολύ καλά σφραγισμένο και δεν μπορεί να ανοίξει. Ζωγράφισε τον αέρα μέσα στο δοχείο»*



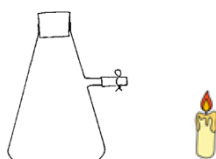
Στόχος τη ερώτησης, ήταν να διαπιστώσουμε αν οι μαθητές/τριες, γνωρίζουν και έχουν κατανοήσει ότι τα αέρια σώματα, απλώνονται παντού στο δοχείο που τα περιέχει. Αυτό είναι κάτι το οποίο διδάσκονται συστηματικά από την Α' Δημοτικού.

Από τις απαντήσεις των μαθητών/τριών και τις απεικονίσεις τους, διαπιστώθηκαν τα εξής ως προς τον χώρο που καταλαμβάνει ο αέρας στο δοχείο:

Τα περισσότερα παιδιά απεικόνισαν τον αέρα να βρίσκεται παντού μέσα στο δοχείο. Ωστόσο ένα μικρό ποσοστό, πιο αυξημένο στη Β' δημοτικού, ζωγράφισε τον αέρα σε ένα μόνο συγκεκριμένο σημείο το δοχείου (είτε πάνω, είτε κάτω, είτε στην μέση), αφήνοντας κενό στο υπόλοιπο μέρος του. Τα ποσοστά φαίνονται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα:

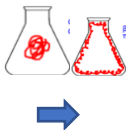
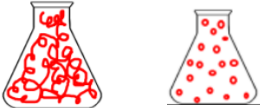
Πίνακας 15.1: Απεικόνιση του αέρα μέσα σε κλειστό δοχείο Ως προς τον χώρο που καταλαμβάνει						
	Β Δημοτικού		Δ Δημοτικού		Στ Δημοτικού	
Στο κέντρο του δοχείου 	2	16,6%	0	0%	1	8,3%
Στον πάτο του δοχείου 	2	16,6%	0	0%	0	0%
Κενό στη μέση 	0	0%	1	8,3%	0	0%
Βρίσκεται παντού στο δοχείο (επιστημονικά ορθή άποψη) 	8	66,66%	11	91,6%	11	91,6%
Συγκεντρωτικά: Αφήνει κενά στο δοχείο	4	33,3%	1	8,3%	1	8,3%

Γ.3.β. ερώτηση: «Θερμαίνουμε τον αέρα με τη βοήθεια ενός κεριού. Ζωγράφισε ξανά το εσωτερικό του δοχείου. Πού βρίσκεται ο αέρας τώρα; Άλλαξε κάτι; Γιατί;»



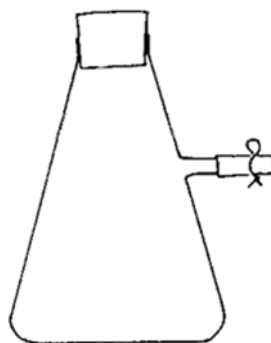
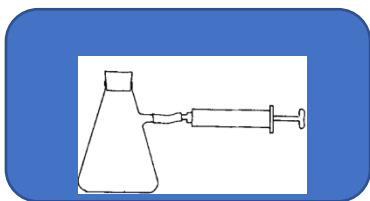
Στόχος της ερώτησης αυτής, ήταν να διαπιστώσουμε αν οι μαθητές/τριες θεωρούν ότι αφού ο αέρας θερμάνθηκε, είτε θα εξαφανιστεί, είτε θα συγκεντρωθεί σε έναν συγκεκριμένο σημείο του δοχείου, όπως φαίνεται και από τη βιβλιογραφία.

Μετά την θέρμανση του αέρα, το ποσοστό των μαθητών/τριών που πίστευαν ότι ο αέρας δεν βρίσκεται παντού στο δοχείο, αυξήθηκε, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα. Τα παιδιά της Β' Δημοτικού εξακολουθούν να έχουν το υψηλότερο ποσοστό (42%). Επιπρόσθετα, αναφέρθηκε επίσης και από δύο παιδιά, ένα της Β' και ένα της Στ', ότι μετά την θέρμανση του αέρα, θα αυξηθεί και η ποσότητά του, χωρίς όμως να μπορούν να το εξηγήσουν όταν τους ζητήθηκε.

Πίνακας 15.2: Απεικόνιση θερμού αέρα μέσα σε κλειστό δοχείο Αλλαγές ως προς τον χώρο που καταλαμβάνει						
	Β' Δημοτικού		Δ' Δημοτικού		Στ' Δημοτικού	
Συγκεντρώνεται πάνω αφήνοντας κενά στο δοχείο. (Σε ορισμένες περιπτώσεις, στο αρχικό δοχείο, ο αέρας βρισκόταν παντού) 	4	33,3%	4	33,3%	2	16,6%
Συγκεντρώνεται κάτω 	1	8,3%	1	8,3%	0	0%
Συγκεντρώνεται στα πλάγια 	0	0%	0	0%	1 	8,3%
Ο αέρας βρίσκεται παντού στο δοχείο (Επιστημονικά ορθή άποψη) 	7	58,33%	7	58,33%	9	75%

Συγκεντρωτικά: Αφήνει κενά στο δοχείο	5	41,6%	5	41,6%	3	25%
---	---	-------	---	-------	---	-----

Γ.3.γ. ερώτηση: «Με μια σύριγγα, αφαιρούμε τον μισό περίπου αέρα. Ζωγράφισε ξανά το εσωτερικό του δοχείου μετά την αφαίρεση. Θα αλλάξει κάτι ως προς τη θέση του του αέρα μέσα στο δοχείο; Πού βρίσκεται τώρα ο αέρας; Γιατί;»



Στόχος της ερώτησης ήταν να διαπιστωθεί αν έχουν κατανοήσει οι μαθητές/τριες τα όσα διδάχθηκαν τα σε όλες τις τάξεις του δημοτικού, όπως έχει φανεί και παραπάνω, σχετικά με τις ιδιότητες του αέρα και συγκεκριμένα για τον χώρο που καταλαμβάνει (πίνακας 10.1).

Εδώ παρατηρούμε ότι όλα τα παιδιά της Β' Δημοτικού, άφησαν κενό σημείο στο δοχείο. Το ίδιο παρατηρήθηκε και στις άλλες δύο τάξεις αλλά σε μικρότερο ποσοστό. (50% στην Δ' Δημοτικού και 25% στην Στ' Δημοτικού). Παρατηρούμε λοιπόν, μια σταδιακή και αισθητή μείωση της εναλλακτικής ιδέας που θέλει τους μαθητές να αποδίδουν στην αέρια κατάσταση στοιχεία από την υγρή.

Τα υπόλοιπα παιδιά, θεώρησαν ότι είτε δεν θα αλλάξει τίποτα απολύτως, είτε θα υπάρξει μια αραίωση.

**Πίνακας 15.3: Απεικόνιση του αέρα μέσα σε κλειστό δοχείο, αφού έχει αφαιρεθεί ο μισός
Αλλαγές ως προς τον χώρο που καταλαμβάνει**

	Β Δημοτικού		Δ Δημοτικού		Στ Δημοτικού	
Καταλαμβάνει όλο τον χώρο του δοχείου (επιστημονικά ορθή άποψη)	0	0%	6	50%	10	83,3%
Δημιουργία κενού σε κάποιο σημείο του δοχείου 	12	100%	6	50%	2	16,6%

Αποτελέσματα

Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της έρευνας φαίνονται στους παρακάτω πίνακες εναλλακτικών ιδεών:

Πίνακας 16.1: Συγκεντρωτικός πίνακας εναλλακτικών ιδεών							
Βιβλιογραφικές αναφορές	Εναλλακτικές αντιλήψεις	Β' Δημοτικού		Δ' Δημοτικού		Στ' Δημοτικού	
Children's conceptions of the gaseous state, prior to teaching (Sere 1986)	Ο αέρας δεν υπάρχει γιατί δεν τον βλέπω	11/12	91,66%	5/12	41,66%	2/12	16,66%
Children's conceptions of the gaseous state, prior to teaching (Sere 1986) African primary school teachers- what ideas do they hold on air and air pressure (Rollnick & Rutherford 1990) Students' Preconceptions of the Nature of Gases (Benson et all. 1993)	Ο αέρας μοιάζει με κύμα, σύννεφο	12/12	100%	11/12	91,66%	7/12	58,33%

Children's conceptions of the gaseous state, prior to teaching (Sere 1986)	Σε κλειστό χώρο δεν υπάρχει αέρας	4/12	33,33%	2/12	16,66%	0/12	0%
Children's conceptions of the gaseous state, prior to teaching (Sere 1986) Knowledge of air: A study of children aged between 6 and 8 years (Borghi et all. 1988)	Σε κλειστό δοχείο δεν υπάρχει αέρας	11/12	91,66%	4/12	33,33%	1/12	8,3%
Children's conceptions of the gaseous state, prior to teaching (Sere 1986)	Σύγχυση μεταξύ αέρα και ανέμου	10/12	83,33 %	4/12	33,33%	7/12	58,33%
Children's conceptions of the gaseous state, prior to teaching (Sere 1986)	Μπορούμε να παράγουμε αέρα	2/12	16,66%	0/12	0 %	0/12	0%

Πίνακας 16.2: Συγκεντρωτικός πίνακας Εναλλακτικών Ιδεών

Βιβλιογραφικές αναφορές	Εναλλακτικές αντιλήψεις	Β' Δημοτικού	Δ' Δημοτικού	Στ' Δημοτικού
-------------------------	-------------------------	--------------	--------------	---------------

Children's conceptions of the gaseous state, prior to teaching (Sere 1986) Addressing Students' Misconceptions about Gases, Mass, and Composition (Mayer, 2011)	Ο αέρας δεν έχει βάρος	7/12	58,33%	6/12	50 %	6/12	50 %
Children's conceptions of the gaseous state, prior to teaching (Sere 1986) Addressing Students' Misconceptions about Gases, Mass, and Composition (Mayer, 2011)	Ο αέρας έχει αρνητικό βάρος	2/12	16,66%	1/12	8,3 %	1/12	8,3%

Πίνακας 16.3: Συγκεντρωτικός πίνακας Εναλλακτικών ιδεών							
Βιβλιογραφικές αναφορές	Εναλλακτικές αντιλήψεις	Β Δημοτικού		Δ Δημοτικού		Στ Δημοτικού	
Students' Preconceptions of the Nature of Gases (Benson et al, 1993) Pupils Understanding of the particulate Nature of matter A cross age study (Novick & Nussbaum, 1981)	Ο αέρας αφήνει κενά στο δοχείο που τον περιέχει	4/12	33,33%	2/12	16,66%	0/12	0%
Students' Preconceptions of the Nature of Gases (Benson et al, 1993) Pupils Understanding of the particulate Nature of matter A cross age study (Novick & Nussbaum, 1981)	Ο αέρας όταν θερμαίνεται συγκεντρώνεται σε συγκεκριμένο σημείο του δοχείου και αφήνει κενά	5/12	41,66%	5/12	41,66%	3/12	25%

Students' Preconceptions of the Nature of Gases (Benson et al, 1993)	Αν αφαιρέσω αέρα από το δοχείο, ο αέρας που θα μείνει θα αφήσει κενά στο δοχείο	12/12	100%	3/12	25%	2/12	16,66%
African primary school teachers- what ideas do they hold on air and air pressure (Rollnick & Rutherford 1990) Students' Preconceptions of the Nature of Gases (Benson et al, 1993) Pupils Understanding of the particulate Nature of matter A cross age study (Novick & Nussbaum, 1981)	Ο αέρας έχει μια συνεχή μορφή και δεν αποτελείται από επιμέρους σωματίδια/μόρια	12/12	100%	12/12	100%	10/12	83,3%
Pupils Understanding of the particulate Nature of matter A cross age study (Novick & Nussbaum, 1981)	Ο αέρας όταν θερμαίνεται αυξάνεται σε ποσότητα	1/12	8,3%	0/12	0%	1/12	8,3%

Συμπεράσματα

Στόχος τους παρούσας έρευνας, ήταν η διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών/τριών της Β', Δ' και Στ' Δημοτικού, σχετικά με τον αέρα που υπάρχει στον χώρο, της αέριας κατάστασης της ύλης γενικότερα και η εξέλιξη των αντιλήψεων αυτών κατά τη διάρκεια του Δημοτικού σχολείου. Στην έρευνα συμμετείχαν 36 μαθητές, 12 από κάθε τάξη, με τους οποίους πραγματοποιήθηκε ατομική συνέντευξη και οι απαντήσεις τους αναλύθηκαν ποιοτικά, αλλά και ποσοτικά μέσω των συχνοτήτων που εμφάνισαν οι απαντήσεις τους.

Από την πρώτη ομάδα ερωτήσεων της συνέντευξης, διαπιστώθηκε η δυσκολία των μαθητών/τριών, να εντοπίσουν τον αέρα που βρίσκεται γύρω τους στον χώρο, αφού αυτός δεν είναι ορατός. Αυτή η δυσκολία φάνηκε να μειώνεται αισθητά όσο μεγάλωνε η τάξη και η ηλικία. Την ίδια πορεία είχε και η αντίληψη πολλών μαθητών/τριών σχετικά με την ύπαρξη του αέρα σε κλειστό ή ανοιχτό δοχείο. Διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά τείνουν να θεωρούν ότι υπάρχει αέρας σε ανοιχτούς χώρους περισσότερο, συγκριτικά με τους κλειστούς. Ωστόσο, αυτή ήταν μια εναλλακτική ιδέα, που όπως φάνηκε στη συνέχεια, δεν ήταν σταθερή στο μυαλό τους και άλλαζε ανάλογα με την συγκεκριμένη περίπτωση και τις παραμέτρους της. Η διαπίστωσή μας αυτή, επιβεβαίωσε και τα αποτελέσματα σχετικής έρευνας στο παρελθόν (Borghì, et all, 1988).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχουν και τα αποτελέσματα της έρευνάς μας σχετικά με τις απόψεις των μαθητών/τριών για την σωματιδιακή φύση του αέρα. Διαπιστώθηκε, ότι ήταν ελάχιστα τα παιδιά που αναφέρθηκαν σε αυτήν και ήταν μόνο από την Στ' Δημοτικού. Ήταν αναμενόμενο να συμβεί αυτό στη Β' Δημοτικού, αφού δεν έχει υπάρξει καμία σχετική αναφορά στην τάξη αυτή, το ίδιο και στην Τετάρτη Δημοτικού. Ωστόσο αναμέναμε, ότι τα παιδιά της Στ' Δημοτικού, θα ήταν εξοικειωμένα με την σύσταση του αέρα από μικροσκοπικά σωματίδια, αφού αυτό είναι κάτι που το έχουν διδαχθεί πολύ αναλυτικά. Ωστόσο, μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό μαθητών της έκτης τάξης περιέγραψαν τον αέρα αναφερόμενοι στα μικροσκοπικά του σωματίδια (42%). Εξάγεται έτσι το συμπέρασμα, ότι η μέχρι τότε διδασκαλία, δεν ανέτρεψε τις αρχικές τους ιδέες για τον αέρα ως μια συνεχή ουσία. Το γεγονός μάλιστα ότι οι μαθητές/τριες δεν αξιοποιούν το σωματιδιακό μοντέλο για να δώσουν τις ερμηνείες τους, φανερώνει ότι δεν αποτελεί για αυτά ένα ισχυρό ερμηνευτικό πλαίσιο για την κατανόηση φαινομένων, αφού ακόμα και οι μαθητές/τριες, που στις αρχικές τους περιγραφές, αναφέρθηκαν στα αόρατα αυτά σωματίδια, όταν ήρθε η στιγμή να απεικονίσουν των αέρα, χωρίς δεύτερη σκέψη, το έκαναν με την μορφή μιας συνεχούς γραμμής. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνουν και άλλες έρευνες, σε παιδιά Γυμνασίου και έχουν οδηγήσει σε παραπλήσια συμπεράσματα (Novick & Nussbaum, 1981).

Στην επόμενη ομάδα ερωτήσεων, διερευνήθηκαν οι απόψεις των παιδιών σχετικά με το βάρος του αέρα. Σε αυτό το σημείο, αναδείχθηκαν σε μεγάλο βαθμό οι αντίστοιχες εναλλακτικές ιδέες, όπως φαίνονται και στην βιβλιογραφία. Τα παιδιά θεώρησαν ότι μεγαλύτερη ποσότητα αέρα, δεν συνεπάγεται και αύξηση του βάρους του, και μάλιστα σε πολύ λίγες περιπτώσεις, απάντησαν ότι μεγαλύτερη ποσότητα αέρα, προκαλεί το ακριβώς αντίθετο, δηλαδή μείωση του βάρους του, αφού ο αέρας είναι ελαφρύς και έχει «ελαφρύτητα», αλλά όχι βάρος. Αυτό ήταν κάτι που παρατηρήθηκε και σε άλλες έρευνες (Stavy,1988). Η εναλλακτική αυτή ιδέα, ότι δηλαδή, ο αέρας δεν έχει βάρος, φάνηκε πως ήταν η καλύτερα εδραιωμένη ιδέα στο μυαλό των μαθητών/τριών κατά μήκος των τάξεων του Δημοτικού. Οι εναλλακτικές αυτές αντιλήψεις, όπως αναμέναμε παρουσίασαν σε ελάχιστο βαθμό φθίνουσα πορεία κατά μήκος των τριών αυτών τάξεων και όπως διαπιστώθηκε, το ποσοστό τους στην Στ' Δημοτικού ήταν ιδιαίτερα ψηλό, κάτι που επίσης φανερώνει ότι οι εναλλακτικές αυτές ιδέες δεν αναδομήθηκαν και δεν ανατράπηκαν ποτέ κατά τη διάρκεια των σχολικών χρόνων. Αξίζει να σημειωθεί ότι όπως φαίνεται και στους πίνακες 5.1, 5.2 και 5.3, υπάρχει ανακολουθία μεταξύ του Αναλυτικού Προγράμματος, του Βιβλίου του Δασκάλου και τα βιβλία των μαθητών, αφού ενώ προτείνονται δραστηριότητες σχετικές με την συνειδητοποίηση της ύπαρξης του βάρους των αερίων, δεν υπάρχουν αντίστοιχες αναφορές στα υπόλοιπα βιβλία.

Στην τελευταία ομάδα ερωτήσεων, όπου οι μαθητές/τριες έπρεπε να απεικονίσουν τον αέρα μέσα σε ένα κλειστό δοχείο, σε τρεις διαφορετικές εκδοχές (α) σε κανονική θερμοκρασία, β) με αυξημένη θερμοκρασία, γ) μειωμένο κατά το ήμισυ, διαπιστώθηκε αυτό που αναφέραμε και παραπάνω σχετικά με την ανυπαρξία απεικονίσεων της σωματιδιακής φύσης του αέρα. Τα παιδιά θεωρούν τον αέρα ως μια συνεχή ουσία, με εξαίρεση ένα πολύ μικρό ποσοστό μαθητών/τριών της Στ' Δημοτικού. Παρατηρήθηκε επιπλέον, κυρίως από τους μαθητές/τριες της Β' Δημοτικού, η πεποίθηση ότι ο αέρας έχει παρόμοιες ιδιότητες με τα υγρά. Έτσι, κατά της απεικόνισής του μέσα στο δοχείο, αλλά και κυρίως μετά την αφαίρεση της μισής ποσότητας, παρατηρήθηκαν κενά σημεία στο δοχείο, αφού ο αέρας συγκεντρωνόταν σε συγκεκριμένα σημεία του και δεν απλωνόταν παντού. Το ίδιο εντοπίσαμε και σε άλλες σχετικές έρευνες που μελετήσαμε (Benson et al. 1993).

Επιπλέον, δεν διαπιστώθηκε συντονισμένη και συνεχής προσπάθεια της διδακτικής πορείας κατά μήκος των τάξεων, για αναδόμηση των εναλλακτικών ιδεών, οι οποίες αναμένεται να έχουν οι μαθητές/τριες όταν ακόμα ξεκινούν το Δημοτικό σχολείο, όπως έχει φανεί από πολλές έρευνες παγκοσμίως. Σε ορισμένα σημεία των βιβλίων του δασκάλου, γίνεται αναφορά στις εναλλακτικές ιδέες που έχουν αναδειχθεί κατά καιρούς από την βιβλιογραφία, χωρίς όμως να επιδιώκεται σωστά και ολοκληρωμένα η αναδόμησή τους από τα σχολικά εγχειρίδια. Παρατηρείται μάλιστα, σε αρκετά σημεία, να δημιουργούνται συγχύσεις στις διάφορες έννοιες, σε σημεία μάλιστα, που είναι ιδανικά και προσφέρονται για το ξεκαθάρισμά τους. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα ανακολουθίας Αναλυτικού Προγράμματος και βιβλίων μαθητή/ δασκάλου, είναι η αναφορές στη σύσταση του

αέρα της ατμόσφαιρας. Ήδη από την Β' Δημοτικού γίνεται αναφορά στο οξυγόνο της ατμόσφαιρας, χωρίς όμως να γίνεται ταυτόχρονη αναφορά στη σύσταση του αέρα και το γεγονός ότι το οξυγόνο αποτελεί ένα από τα συστατικά του. Έπειτα, στην Ε' Δημοτικού, διαπιστώνεται αναλυτική αναφορά στο Αναλυτικό πρόγραμμα του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών, στην σημασία διδασκαλίας της σύστασης της ατμόσφαιρας. Ωστόσο δεν υπάρχει καμία σχετική αναφορά στο βιβλίο του δασκάλου. Στο Βιβλίο μαθητή, υπάρχει μόνο μια πολύ μικρή αναφορά και μάλιστα σε σημείο το οποίο δεν καλούνται οι μαθητές/τριες να μελετήσουν και να μάθουν. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί, ότι στην ενότητα της Ε' Δημοτικού για τα Μίγματα, δεν περιγράφεται ο ατμοσφαιρικός αέρας ως ένα μίγμα αερίων, παρόλο που η ενότητα αυτή, αποτελεί ιδανική αφορμή για να ξεδιαλύνουν οι μαθητές/τριες τις γνώσεις τους αναφορικά με την σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα.

Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνάς μας, αναδεικνύεται η ανάγκη σχεδιασμού και υλοποίησης εκπαιδευτικών παρεμβάσεων, οι οποίες θα στοχεύουν στην ανατροπή των στερεότυπων αντιλήψεων των μαθητών/τριών απέναντι στην μορφή, τη σύσταση και των ιδιοτήτων του αέρα. Οι εναλλακτικές ιδέες που αναδείχθηκαν και είναι σχεδόν στο 100% εμφανείς στα μικρά παιδιά της Β' Δημοτικού, δείχνουν να μην μπορούν να τροποποιηθούν από την εκπαιδευτική διαδικασία στις μετέπειτα τάξεις και έτσι επιμένουν μέχρι και την Στ' Δημοτικού. Υπάρχει επομένως επιτακτική ανάγκη εφαρμογής ενός εποικοδομητικού μοντέλου διδασκαλίας των Φυσικών επιστημών, με ουσιαστικό και συστηματικό τρόπο, προκειμένου η εκπαίδευση των μαθητών/τριών στις φυσικές επιστήμες να γίνει σε σωστές και γερές βάσεις.

Ωστόσο, ο περιορισμένος διδακτικός χρόνος που δίνεται στο μάθημα από το Αναλυτικό Πρόγραμμα και η απότομη συσσώρευση πληροφοριών στις δύο τελευταίες τάξεις του Δημοτικού, δεν βοηθούν στην εφαρμογή ενός τέτοιου αποτελεσματικού μοντέλου. Θα ήταν αποδοτικότερο, αν το μάθημα των Φυσικών Επιστημών, διδασκότανε σε όλες τις τάξεις του Δημοτικού, αλλά και του Νηπιαγωγείου, προκειμένου από την μία πλευρά, να γίνει σταδιακά και στέρεα η αναδόμηση των εναλλακτικών ιδεών των παιδιών, αλλά και να αποφευχθεί από την άλλη, η δημιουργία νέων, με την βοήθεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Περιορισμοί της έρευνας

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας χρειάζεται να αντιμετωπιστούν με προσοχή, καθώς υπόκεινται σε περιορισμούς. Ένας βασικός περιορισμός, μπορεί να εντοπιστεί στην μέθοδο επιλογής των μαθητών/μαθητριών που συμμετείχαν, η οποία δεν ήταν αντιπροσωπευτική, με αποτέλεσμα τα ευρήματα να μην είναι γενικεύσιμα. Ένας ακόμα περιορισμός, προκύπτει από την έλλειψη χρόνου κατά τη διάρκεια των συνεντεύξεων. Το γεγονός αυτό είναι πιθανό να οδήγησε σε παρανοήσεις ορισμένων ερωτήσεων των συνεντεύξεων, κυρίως από τους μικρούς μαθητές/τριες της

Β' Δημοτικού, οι οποίες τελικά να μην επεξηγήθηκαν ικανοποιητικά και να οδήγησαν σε λανθασμένες απαντήσεις.

Θα ήταν ιδιαίτερα ωφέλιμο να πραγματοποιηθεί περαιτέρω έρευνα στον τομέα των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών/τριών του Δημοτικού σχετικά με την αέρια κατάσταση της ύλης. Έρευνες που θα επικεντρώνονταν στις εναλλακτικές ιδέες των παιδιών σχετικά με το βάρος του αέρα, (οι οποίες όπως είδαμε επιμένουν κατά τη διάρκεια των σχολικών χρόνων), θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν, σε συνδυασμό με την εφαρμογή διδακτικής παρέμβασης για την αναδόμησή τους, προκειμένου έτσι να προσφέρουν πιο συγκεκριμένες λύσεις στο πρόβλημα που αναδείξαμε.

Παράρτημα

Ερωτηματολόγιο Συνέντευξης:

GROUP 1

- 1. Τι πιστεύεις ότι υπάρχει γύρω μας, μέσα στο δωμάτιο, εκτός από τα έπιπλα και τους ανθρώπους (δηλαδή εμάς);**

- 2. Πιστεύεις ότι υπάρχει και κάτι άλλο που δεν το βλέπουμε; Αν ναι, τι νομίζεις ότι είναι. Πώς το φαντάζεσαι; Γιατί το λες αυτό;**

(Αν η απάντηση περιλαμβάνει κάποιο ανοιχτό/κλειστό παράθυρο, ρωτάμε:)

Αν κλείσω/ανοίξω το παράθυρο, τι νομίζεις ότι θα συμβεί; Θα υπάρξει κάποια αλλαγή;

(Αν η απάντηση είναι «τίποτα», δηλαδή ότι το παιδί δεν αντιλαμβάνεται την ύπαρξη του αέρα γύρω του, ρωτάμε:)

Όταν παίρνουμε μια βαθιά ανάσα, τι συμβαίνει;(εδώ πιστεύουμε ότι θα γίνει αναφορά στον αέρα)

- 3. Τι πιστεύεις ότι είναι ο αέρας;
Πώς τον φαντάζεσαι; (Από τι είναι φτιαγμένος;)**

- 4. Σε ποια/ποιες από τις παρακάτω εικόνες υπάρχει αέρας;**

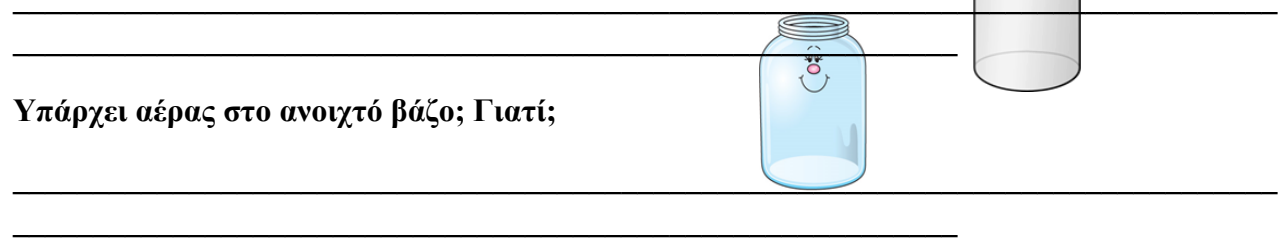
Αιτιολόγησε την άποψή σου.



A



4. (Δείχνουμε στα παιδιά ένα κλειστό και ένα ανοιχτό διαφανές βάζο και ρωτάμε:)
Υπάρχει αέρας-στο κλειστό βάζο; Γιατί;



5. (Έχουμε ένα μικρό ανεμιστηράκι. Το ανοίγουμε και στη συνέχεια το κλείνουμε. Ρωτάμε:)
Τι συμβαίνει όταν ανοίγω τον ανεμιστήρα; Γιατί;

Τι συμβαίνει όταν κλείνω τον ανεμιστήρα; Γιατί;

Τι είναι αυτό που νιώθω στο πρόσωπό μου όταν ο ανεμιστήρας είναι ανοιχτός; Γιατί δεν το νιώθω όταν είναι κλειστός;

6. Σε ποια/ποιες από τις παρακάτω εικόνες υπάρχει αέρας; Αιτιολόγησε την άποψή σου.



GROUP 2

1. (Δείχνουμε στα παιδιά ένα ποτήρι νερό με ανθρακικό. Ρωτάμε:)
Τι πιστεύεις ότι περιέχουν αυτές οι φυσαλίδες;

Αν αφαιρέσω όλες τις φυσαλίδες από το νερό, το νερό θα γίνει ελαφρύτερο, θα παραμείνει το ίδιο ή θα γίνει πιο βαρύ; Γιατί;

2. (Δείχνουμε στα παιδιά μια ζυγαριά με δύο μπαλόνια ξεφούσκωτα. Ρωτάμε:)
Μπορούμε να αλλάξουμε την ισορροπία της ζυγαριάς χρησιμοποιώντας αέρα;

Αν ναι, γιατί; Τι είναι αυτό που άλλαξε;

3. (Δείχνουμε στα παιδιά ένα κλειστό δοχείο, με μια σταγόνα νερό μέσα. Θερμαίνουμε ελαφρά το δοχείο μέχρι να εξατμιστεί το νερό. Ρωτάμε:)



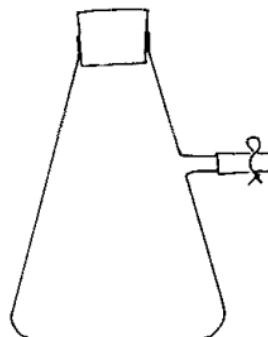
Τι συνέβη στο νερό;

Το βάρος του σωλήνα θα παραμείνει το ίδιο ή θα αλλάξει; Γιατί;

GROUP 3

1. Το παρακάτω δοχείο περιέχει αέρα και είναι πολύ καλά σφραγισμένο και δεν μπορεί να ανοίξει.

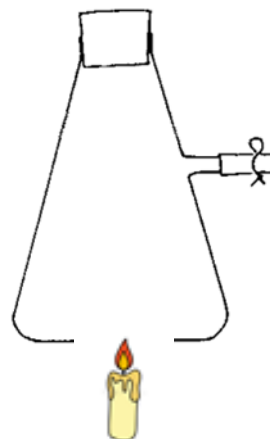
A. Ζωγράφισε τον αέρα μέσα στο δοχείο.



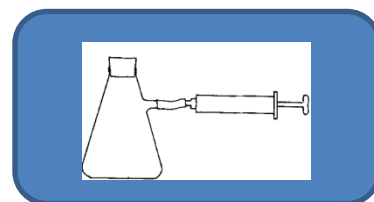
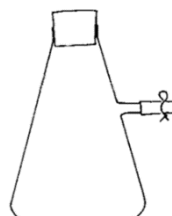
B. Θερμαίνουμε τον αέρα με τη βοήθεια ενός κεριού.

Ζωγράφισε ξανά το εσωτερικό του δοχείου.

Τι πιστεύεις ότι άλλαξε; Γιατί;



Γ. Με μια σύριγγα, αφαιρούμε τον μισό περίπου αέρα. Ζωγράφισε ξανά το εσωτερικό του δοχείου μετά την αφαίρεση.



Πίνακες με τις απαντήσεις των μαθητών

Στ' Δημοτικού – ερωτηματολόγια Group 1 - Ύπαρξη αέρα γύρω μας

	Τι υπάρχει γύρω μας εκτός από τα αντικείμενα	αναπνοή	Πώς φαντάζεσαι τον αέρα;	Εξωτερικός χώρος/δωμάτιο	Κλειστό/ανοιχτό δοχείο	ανεμιστήρας	Αέρας/άνεμος
1 αγόρι	Οι τοίχοι-τα μόρια του αέρα	- Δεν χρειάστηκε	Αόρατα σωματίδια, μόρια, ανθρωπάκια που τρέχουν	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο	Κινεί τα μόρια του αέρα	Λυγισμένο δέντρο-περισσότερος αέρας
2 αγόρι	Μόρια του αέρα	-	μόρια	Έξω πιο πολύς αέρας	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο	Κινεί τα μόρια του αέρα	Λυγισμένο δέντρο-περισσότερος αέρας
3 κορ.	Ο αέρας που αναπνέουμε	-	Σύννεφα που έχουν λιώσει	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο (μπαίνει από έξω)	Κινεί τον αέρα που υπάρχει στον χώρο	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο
4 κορ.	αέρας	-	Σύννεφα, αχνή ομίχλη ,αναπνοή του σύννεφου	Έξω πιο πολύς αέρας	Κλειστό: πιο πολύ Ανοιχτό: μπαίνει κ βγαίνει, δεν έχει πάντα	Κινεί τον αέρα που υπάρχει στον χώρο	Λυγισμένο δέντρο-περισσότερος αέρας
5 κορ.	Μόρια στους τοίχους	Εισπνέω αέρα	Αόρατος, φτιαγμένος από οξυγόνο	Έξω πιο πολύς αέρας	Στο ανοιχτό πιο πολύς αέρας	Κινεί τον αέρα που υπάρχει στον χώρο	Λυγισμένο δέντρο-περισσότερος αέρας

6 αγορ.	Οξυγόνο,αέρας,ενέργεια	-	Αόρατο πράγμα σαν κύμα	Έξω πιο πολύς αέρας	Υπάρχει στο ανοιχτό βάζο μόνο	Κινεί τον αέρα που υπάρχει στον χώρο	Λυγισμένο δέντρο- περισσότερος αέρας
7 αγορ.	Αέρας- δυσκολία απάντησης	-	Μόνο τον νιώθεις, ουράνια αόρατα σωματίδια	Έξω πιο πολύς αέρας	Κλειστό: ναι αν ήταν πριν ανοιχτό Ανοιχτό: όχι, ο αέρας δεν εγκλωβίζεται, φεύγει	Παράγει αέρα – δεν είναι σίγουρος- όταν κλείσω τον άνεμο, ο αέρας εξαφανίζεται	Αέρας υπάρχει μόνο στο λυγισμένο δέντρο
8 κορ.	αέρας	-	Αόρατο σύννεφο, η άχνα όταν κάνει κρύο από το στόμα μας	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο	Κινεί τον αέρα που υπάρχει στον χώρο	Και στα δύο, απλά στο λυγισμένο δέντρο φυσάει κιόλας
9 αγορ.	αέρας	-	Αχνές γραμμές	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο	Κινεί τον αέρα που υπάρχει στον χώρο	Και στα δύο, απλά στο λυγισμένο δέντρο φυσάει κιόλας
10 κορ.	Μόρια στους τοίχους/ μόρια αέρα	-	Μόρια που κινούνται μακριά το ένα από το άλλο, φτιάχνεται από τα δέντρα	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο, ανεξάρτητα από το αν το παράθυρο ήταν ανοιχτό ή κλειστό πριν	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο	Κινεί τον αέρα που υπάρχει στον χώρο	Και στα δύο, απλά στο λυγισμένο δέντρο φυσάει κιόλας
11 κορ.	Μόρια αέρα	-	Αόρατος, σαν αέριο	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο	Κλειστό: ναι	Κινεί τον αέρα που	Και στα δύο, απλά στο λυγισμένο

					Ανοιχτό: όχι, γιατί έχει φύγει, δεν εγκλωβίζεται	υπάρχει στον χώρο	δέντρο φυσάει κιόλας
12 κορ.	Καμία αναφορά στον αέρα	Αναφέρει το οξυγόνο	Αέρια σωματίδια, σαν το οξυγόνο, φτιαγμένος από τα δέντρα	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο	Κινεί τον αέρα που υπάρχει στον χώρο	Αέρας υπάρχει μόνο στο λυγισμένο δέντρο, στο άλλο δεν υπάρχει γιατί δεν φυσάει.

Δ' Δημοτικού – ερωτηματολόγια
Group 1 - Ύπαρξη αέρα γύρω μας

	Τι υπάρχει γύρω μας εκτός από τα αντικείμενα	αναπνοή	Πώς φαντάζεσαι τον αέρα;	Εξωτερικός χώρος/δωμάτιο	Κλειστό/ανοιχτό δοχείο	ανεμιστήρας	Αέρας/άνεμος
1 κορ.	αέρας	-	Σαν υδρατμούς	Έξω πιο πολύς αέρας	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο	Κινεί τον αέρα	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο
2 αγόρι	Συναισθήματα/αέρας	-	Σαν υγρασία	Έξω πιο πολύς αέρας	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο	Κινεί τον αέρα που υπάρχει στον χώρο	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο
3 κορ.	τίποτα	αέρας	Λίγο ορατός, σαν γραμμές γκρι	Έξω υπάρχει, μέσα όχι, γιατί δεν μπορεί να μπει από κάπου	Στο κλειστό δεν υπάρχει, στο ανοιχτό υπάρχει	Κινεί τον αέρα που έρχεται από έξω	Υπάρχει στο λυγισμένο δέντρο, γιατί έχει πέσει, ενώ στο άλλο δεν υπάρχει γιατί δεν κουνιέται

4 κορ.	αέρας	-	Μπεζ άσπρο με κίνηση, και λίγο ορατό όταν περνάει από μπροστά μας, σαν σύννεφο	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο	Κινεί τον αέρα που υπάρχει στον χώρο	Και στα δύο, αλλά στο λυγισμένο υπάρχει περισσότερος
5 κορ.	Αέρας,οξυγόνο	-	«Δεν ξέρω»-αόρατο σύννεφο	Έξω πιο πολύς αέρας	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο	Κινεί τον αέρα που υπάρχει στον χώρο	Και στα δύο, αλλά στο λυγισμένο υπάρχει περισσότερος
6 αγορ.	Ο αέρας που αναπνέουμε	-	Διαφανές πράγμα σαν το γυαλί, το διαπερνάς, σαν το γυαλί, σε βοηθάει για να ζήσεις	Ρωτάει «αέρας ή άνεμος», Υπάρχει και έξω πιο πολύς	Υπάρχει στο ανοιχτό βάζο μόνο, γιατί στο κλειστό βάζο, σιγά σιγά αρχίζει να εξαφανίζεται	Κινεί τον αέρα που υπάρχει στον χώρο	Λυγισμένο δέντρο-περισσότερος άνεμος και στα δύο υπάρχει αέρας
7 αγορ.	τίποτα	αέρας	Αόρατος, άσπρος και λίγο καφέ	Υπάρχει έξω αέρας, αλλά όχι στο δωμάτιο γιατί τα παράθυρα ήταν κλειστά	Υπάρχει αέρας μόνο στο ανοιχτό δοχείο	Κινεί τον αέρα που υπάρχει στον χώρο	Αέρας υπάρχει μόνο στο λυγισμένο δέντρο
8 κορ.	αέρας	-	Σαν σταγόνες νερού μαζί με οξυγόνο που δεν φαίνεται	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο. 9στο κλειστό ο αέρας σιγά σιγά φεύγει, δεν εγκλωβίζεται)	Κινεί τον αέρα που υπάρχει στον χώρο	Και στα δύο, απλά στο λυγισμένο δέντρο έχει περισσότερο γιατί φυσάει κιόλας
9 αγορ.	Δυσκολεύεται/το φως	αέρας	Έντονος, αόρατος, κινείται (άνεμος), μικρά σωματίδια	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο, όχι το ίδιο καθαρός	Στο ανοιχτό δοχείο υπάρχει ,στο κλειστό όχι,	Κινεί τον αέρα που	Και στα δύο, στο λυγισμένο δέντρο γιατί

					εκεί εξαφανίζεται σιγά σιγά	υπάρχει στον χώρο	φυσάει και στο δεύτερο δέντρο, γιατί αναπτύσσεται
10 αγόρ.	Δεν ξέρει...	αέρας	Σαν τα σύννεφα, αλλά δεν είναι νερό	Έξω έχει λίγο περισσότερο αέρα	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο	Κινεί τον αέρα που υπάρχει στον χώρο	Και στα δύο, απλά στο λυγισμένο δέντρο φυσάει κιόλας
11 κορ.	παιδιά	αέρας	Λευκό πράγμα που κινείται, φυσάει και κάνει βόλτες	Υπάρχει και στα δύο, αλλά περισσότερος έξω λόγω των φυτών	Κλειστό: ναι Ανοιχτό: ναι, αλλά θα μπαίνει και θα ξαναβγαίνει	Κινεί τον αέρα που υπάρχει στον χώρο	Και στα δύο, απλά στο λυγισμένο δέντρο φυσάει κιόλας,στο δεύτερο δέντρο, υπάρχει λόγω του οξυγόνου
12 αγόρ.	αέρας	-	Αόρατος, φυσάει, κινείται στον χώρο, σαν να σε κυνηγάει κάποιος αόρατος	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο, απλά έξω είναι πιο καθαρός με πιο πολύ οξυγόνο	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο, στο ανοιχτό, ο αέρας μπαينوβγαίνει	Κινεί τον αέρα που υπάρχει στον χώρο	Υπάρχει και στις δύο εικόνες το ίδιο, στο λυγισμένο δέντρο είναι πιο δυνατός

Β' Δημοτικού – ερωτηματολόγια

Group 1 - Ύπαρξη αέρα γύρω μας

	Τι υπάρχει γύρω μας εκτός από τα αντικείμενα	αναπνοή	Πώς φαντάζεσαι τον αέρα;	Εξωτερικός χώρος/δωμάτιο	Κλειστό/ανοιχτό δοχείο	ανεμιστήρας	Αέρας/άνεμος
--	--	---------	--------------------------------	-----------------------------	---------------------------	-------------	--------------

1 κορ.	τίποτα	αέρας	Άσπρος, δυσκολία περιγραφής, σαν αόρατο νερό	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο	Υπάρχει και στα δύο το ίδιο	Κινεί ο ανεμιστήρας τον αέρα που έρχεται από έξω	Λυγισμένο δέντρο-περισσότερος αέρας
2 αγόρι	αέρας	-	Λευκός και αόρατος, σαν σύννεφο	Και στα δύο. Μέσα έχει από τα air-condition, αλλιώς δεν θα υπήρχε	Υπάρχει στο ανοιχτό, γιατί αέρας μπορεί να μπει μέσα, αλλά δεν υπάρχει στο κλειστό για τον αντίστοιχο λόγο	Κινεί και παγώνει τον αέρα	Και στους δύο υπάρχει αέρας γιατί είμαστε έξω, πιο πολύς αέρα υπάρχει στο λυγισμένο δέντρο
3 αγορ. Φύλλο?	Οι τοίχοι/τίποτα/εμείς	αέρας	Δυσκολία περιγραφής, γραμμές κυματιστές λίγο αόρατες	Υπάρχει έξω, αλλά όχι στο δωμάτιο γιατί είναι κλειστά τα παράθυρα	Υπάρχει μόνο στο ανοιχτό δοχείο, στο κλειστό δεν υπάρχει γιατί δεν μπορεί να μπει	Κινεί τον αέρα που υπάρχει στον χώρο	Υπάρχει μόνο στο λυγισμένο δέντρο
4 κορ.	Δυσκολεύεται Παιχνίδια που δεν πρέπει να έχουμε στην τάξη	αέρας	Σαν κύμα που κινείται, ανοιχτό και απαλό μπλε, φαίνεται λίγο, όταν βρέχει γίνεται πιο σκούρος	Έξω πιο πολύς αέρας, μπαίνει από το ανοιχτό παράθυρο	Στο κλειστό δεν έχει αέρα, γιατί ο αέρα δεν εγκλωβίζεται, στο ανοιχτό δοχείο, ο αέρας μπαίνει και βγαίνει	Κινεί τον αέρα που υπάρχει στον χώρο	Υπάρχει στο λυγισμένο δέντρο, αλλά στο άλλο δεν υπάρχει γιατί δεν κουνιούνται τα φύλλα
5 κορ.	τίποτα	οξυγόνο	Σαν ουρανός με σύννεφα και κυματάκια	Έξω πιο πολύς αέρας γιατί έχει δέντρα που δίνουν οξυγόνο, στο κλειστό δωμάτιο μπαίνει ο αέρας από τα παράθυρα	Στο ανοιχτό μόνο, στο κλειστό δεν υπάρχει γιατί δεν μπορεί να μπει	Κινεί τον αέρα που υπάρχει στον χώρο	Λυγισμένο δέντρο-περισσότερος αέρας, το άλλο δέντρο μάλλον είναι μέσα, γιατί δεν

							φυσάει και δεν έχει αέρα.
6 αγορ.	τίποτα	Οξυγόνο από τα δέντρα, το οξυγόνο το αναπνέουμε και ο αέρας μας φυσάει	Απαλό μπλε και μπεζ, γραμμές κυματιστές	Έξω πιο πολύς αέρας, μέσα λίγος, γιατί δεν φυσάει. Αν το παράθυρο είναι κλειστό, δεν υπάρχει αέρας καθόλου	Υπάρχει στο ανοιχτό βάζο. Στο κλειστό αν το αγοράσαμε εξαρχής κλειστό, τότε δεν υπάρχει αέρας μέσα	Κινεί τον αέρα που υπάρχει στον χώρο και τον παγώνει	Υπάρχει μόνο στο λυγισμένο δέντρο, γιατί είναι λυγισμένο
7 κορ.	τίποτα	Δυσκολία απάντησης/δεν το βρήκε	Γραμμές κυματιστές, λίγο ορατές	Υπάρχει και στα δύο. Στο δωμάτιο θα μπει από το παράθυρο. Αλλά δεν φυσάει τη μέρα εκείνη, δεν θα μπει, αρά δεν θα έχει αέρα το δωμάτιο	Στο κλειστό δεν έχει αέρα, γιατί δεν μπορεί να μπει και στο ανοιχτό έχει γιατί ο αέρας μπαίνει και βγαίνει	Το ανεμιστηράκι βγάζει αέρα από μέσα του, παράγει αέρα	Αέρας υπάρχει μόνο στο λυγισμένο δέντρο
8. αγορ.	Το ξελοτέιπ που είναι διάφανο	αέρας	Δυσκολία περιγραφής/ κίτρινος, σαν κύμα θάλασσας	Υπάρχει μόνο έξω αέρας, στο κλειστό δωμάτιο δεν υπάρχει	Υπάρχει μόνο στο ανοιχτό δοχείο, στο κλειστό δεν υπάρχει	Κινεί τον αέρα που υπάρχει στον χώρο	Στο λυγισμένο δέντρο υπάρχει αέρας, ενώ στο άλλο έχει, αλλά λίγο, γιατί δεν κουνιούνται τα φύλλα.
9. αγορ.	τίποτα	αέρας	Σαν αόρατο σύννεφο	Πιο πολύς έξω, λιγότερος μέσα	Υπάρχει στο ανοιχτό δοχείο/ στο κλειστό υπάρχει αν μπήκε πριν το κλείσουμε	Κινεί τον αέρα που υπάρχει στον χώρο	Στο λυγισμένο δέντρο υπάρχει αέρας, ενώ στο άλλο έχει, αλλά λίγο, γιατί δεν

							κουνιούνται τα φύλλα.
10 κορ.	Ο τοίχος/ η πόρτα/ τίποτα	Αέρας, το οξυγόνο	Άσπρος, αόρατος, σαν μουντζούρα	Υπάρχει έξω λόγω των φυτών που μας δίνουν οξυγόνο, στο δωμάτιο υπάρχει (αλλά δεν είναι σίγουρη)μπήκε με το air condition,γιατί αν πας κοντά του, σε φυσάει	Υπάρχει μόνο στο ανοιχτό δοχείο	Κινεί τον αέρα που υπάρχει έξω/ δυσκολεύεται να απαντήσει για το που βρίσκει τον αέρα ο ανεμιστήρας μέσα στο δωμάτιο	Και στα δύο, απλά στο λυγισμένο δέντρο φυσάει κιόλας
11 αγορ.	τίποτα	αέρας	Αόρατος, σαν το σύννεφο	Έξω υπάρχει αέρας, μέσα δεν υπάρχει, γιατί είναι κλειστά τα παράθυρα	Στο ανοιχτό δοχείο μπαينوβγαίνει, ενώ στο κλειστό δεν υπάρχει, εξαφανίζεται	Δημιουργεί αέρα	Αέρας υπάρχει μόνο στο λυγισμένο δέντρο
12 αγορ.	τίποτα	αέρας	Άσπρος σαν το σύννεφο, λίγο ορατός, κινείται	Έξω υπάρχει περισσότερος, μέσα ο αέρας μπαίνει από έξω	Υπάρχει στο ανοιχτό δοχείο, στο κλειστό όχι γιατί δεν μπορεί να μπει	Κινεί τον αέρα που υπάρχει στον χώρο	Αέρας υπάρχει μόνο στο λυγισμένο δέντρο, στο άλλο δεν υπάρχει γιατί δεν φυσάει.

Στ' Δημοτικού – ερωτηματολόγια

Group 2 - Η μάζα του αέρα

	Νερό με φυσαλίδες αέρα και χωρίς/(επηρεάζει το βάρος ο αέρας;)	Ζυγαριά με φουσκωμένα μπαλόνια/(έχει βάρος ο αέρας;)	Εξάτμιση σταγόνας μέσα στο δοχείο/(αλλαγή φυσικής κατάστασης και διατήρηση του βάρους)
1 αγορ.	Θα μειωθεί το βάρος όταν φύγει ο αέρας	Βαραίνει προς την πλευρά που προσθέτω αέρα	Θα γίνει ελαφρύτερο, γιατί ο αέρας είναι πιο ελαφρύς από το νερό
2 αγορ.	Θα μειωθεί το βάρος όταν φύγει ο αέρας	Βαραίνει προς την πλευρά που προσθέτω αέρα	Θα παραμείνει το ίδιο βάρος
3 κορ.	Θα μειωθεί το βάρος όταν φύγει ο αέρας	Βαραίνει προς την πλευρά που προσθέτω αέρα	Θα γίνει ελαφρύτερο, γιατί ο αέρας είναι πιο ελαφρύς από το νερό
4 κορ.	Δεν θα αλλάξει το βάρος- οι φυσαλίδες δεν έχουν βάρος	Βαραίνει προς την πλευρά που προσθέτω αέρα	Θα γίνει ελαφρύτερο, γιατί ο αέρας είναι πιο ελαφρύς από το νερό
5 κορ.	Δεν θα αλλάξει το βάρος- οι φυσαλίδες δεν έχουν βάρος	Όχι γιατί ο αέρας δεν έχει βάρος και δεν μπορείς να τον πιάσεις	Θα γίνει ελαφρύτερο, γιατί ο αέρας είναι πιο ελαφρύς από το νερό
6 αγορ.	Δεν θα αλλάξει το βάρος- οι φυσαλίδες δεν έχουν βάρος	Δεν μπορώ να αλλάξω την ισορροπία της ζυγαριάς ότι κι αν κάνω	Θα γίνει ελαφρύτερο, γιατί ο αέρας δεν έχει βάρος
7 αγορ.	Δεν θα αλλάξει το βάρος- οι φυσαλίδες δεν έχουν βάρος	Δεν μπορώ να αλλάξω την ισορροπία της ζυγαριάς γιατί ο αέρας δεν ζυγίζει κάτι	Δεν θα αλλάξει το βάρος, απλά το νερό άλλαξε μορφή
8 κορ.	Θα μειωθεί το βάρος όταν φύγει ο αέρας	Η ζυγαριά θα γύρει προς το λιγότερο φουσκωμένο μπαλόνι, γιατί ο αέρας είναι ελαφρύς	Δεν θα αλλάξει κάτι, θα υπάρχει πάλι η σταγόνα σε άλλη μορφή όμως
9 αγόρ.	Το νερό με τις φυσαλίδες θα είναι πιο ελαφρύ	Η ζυγαριά θα γύρει προς το λιγότερο φουσκωμένο μπαλόνι, γιατί ο αέρας είναι ελαφρύς	Το δοχείο με τη σταγόνα θα είναι πιο βαρύ
10 κορ.	Δεν θα αλλάξει το βάρος- οι φυσαλίδες δεν έχουν βάρος	Δεν μπορώ να αλλάξω την ισορροπία της ζυγαριάς γιατί ο αέρας δεν ζυγίζει κάτι	Το δοχείο με τη σταγόνα θα είναι πιο βαρύ
11 κορ.	Δεν θα αλλάξει το βάρος- οι φυσαλίδες δεν έχουν βάρος	Δεν μπορώ να αλλάξω την ισορροπία της ζυγαριάς γιατί ο αέρας δεν ζυγίζει κάτι	Το δοχείο με τη σταγόνα θα είναι πιο βαρύ

12 κορ.	Δεν θα αλλάξει το βάρος- οι φυσαλίδες δεν έχουν σημαντικό βάρος	Δεν μπορώ να αλλάξω την ισορροπία της ζυγαριάς γιατί ο αέρας δεν ζυγίζει κάτι	Το δοχείο με τη σταγόνα θα είναι πιο βαρύ
---------	---	---	---

Δ' Δημοτικού – ερωτηματολόγια

Group 2 - Η μάζα του αέρα

	Νερό με φυσαλίδες αέρα και χωρίς/(επηρεάζει το βάρος ο αέρας;)	Ζυγαριά με φουσκωμένα μπαλόνια/(έχει βάρος ο αέρας;)	Εξάτμιση σταγόνας μέσα στο δοχείο/(αλλαγή φυσικής κατάστασης και διατήρηση του βάρους)
1 κορ.	Θα μειωθεί το βάρος όταν φύγει ο αέρας	Αν φουσκώσω το ένα μπαλόνι περισσότερο, θα του δώσει βάρος, αλλά όχι αρκετό ώστε να γύρει η ζυγαριά.	Θα γίνει ελαφρύτερο, γιατί ο αέρας είναι πιο ελαφρύς από το νερό
2 αγορ.	Δεν θα αλλάξει το βάρος- οι φυσαλίδες δεν έχουν βάρος	Βαραίνει προς την πλευρά που προσθέτω αέρα	Θα παραμείνει το ίδιο βάρος, απλά η σταγόνα αλλάζει μορφή
3 κορ.	Θα μειωθεί το βάρος όταν φύγει ο αέρας	Βαραίνει προς την πλευρά που προσθέτω αέρα	Η σταγόνα θα χαθεί/Θα γίνει βαρύτερο, γιατί ο αέρας είναι πιο βαρύς από το νερό. (γιατί είναι πιο δυνατός)
4 κορ.	Δεν θα αλλάξει το βάρος- οι φυσαλίδες δεν έχουν ιδιαίτερο βάρος	Όχι γιατί ο αέρας δεν έχει βάρος	Θα γίνει ελάχιστα ελαφρύτερο, γιατί ο αέρας είναι πιο ελαφρύς από το νερό
5 κορ.	Δεν θα αλλάξει το βάρος-ο αέρας δεν είναι ούτε ελαφρύς ούτε βαρύς	Βαραίνει προς την πλευρά που προσθέτω αέρα	Η σταγόνα θα χαθεί/Θα γίνει ελαφρύτερο, γιατί ο αέρας είναι πιο ελαφρύς από το νερό
6 αγορ.	Θα μειωθεί το βάρος όταν φύγει ο αέρας, ο αέρας δίνει λίγο βάρος	Θα γύρει προς το ξεφούσκωτο, γιατί το πλαστικό του μπαλονιού θα είναι πιο παχύ	Η σταγόνα θα χαθεί/θα είναι πιο βαρύ το δοχείο με την σταγόνα, γιατί ο αέρας δεν έχει βάρος

7 αγορ.	Δεν θα αλλάξει το βάρος- ο αέρας δεν είναι βαρύς	Δεν μπορώ να αλλάξω την ισορροπία της ζυγαριάς γιατί ο αέρας δεν ζυγίζει κάτι	Θα χαθεί η σταγόνα/ Δεν θα αλλάξει το βάρος, απλά το νερό άλλαξε μορφή
8 κορ.	Θα μειωθεί το βάρος όταν φύγει ο αέρας	Η ζυγαριά θα γύρει προς το φουσκωμένο μπαλόνι	Θα γίνει ελάχιστο πιο ελαφρύ, γιατί ο αέρας είναι πιο ελαφρύς από το νερό
9 αγόρ.	Το νερό χωρίς τις φυσαλίδες είναι λίγο ελαφρύτερο	Δεν θα αλλάξει η ζυγαριά, γιατί ο αέρας δεν έχει βάρος.	
10 αγορ.	Θα γίνει πιο ελαφρύ χωρίς τις φυσαλίδες	Δεν μπορώ να αλλάξω την ισορροπία της ζυγαριάς γιατί ο αέρας δεν ζυγίζει κάτι	Η σταγόνα θα εξαφανιστεί. Δεν θα αλλάξει το βάρος, απλά άλλαξε μορφή η σταγόνα
11. κορ.	Θα γίνει πιο ελαφρύ όταν αφαιρέσω τις φυσαλίδες	Θα γύρει στην πλευρά που το μπαλόνι είναι περισσότερο φουσκωμένο	Η σταγόνα θα γίνει υδρατμοί/ δεν θα αλλάξει το βάρος, απλά αλλάζει μορφή
12 αγόρ.	Δεν θα αλλάξει το βάρος- οι φυσαλίδες δεν έχουν σημαντικό βάρος	Δεν μπορώ να αλλάξω την ισορροπία της ζυγαριάς γιατί ο αέρας δεν ζυγίζεται γιατί είναι πολύ ελαφρύς	Θα δείξει το ίδιο, απλά η σταγόνα αλλάζει μορφή

Β' Δημοτικού – ερωτηματολόγια

Group 2 - Η μάζα του αέρα

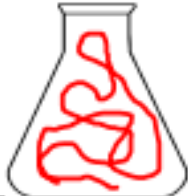
	Νερό με φυσαλίδες αέρα και χωρίς/(επηρεάζει το βάρος ο αέρας;)	Ζυγαριά με φουσκωμένα μπαλόνια/(έχει βάρος ο αέρας;)	Εξάτμιση σταγόνας μέσα στο δοχείο/(αλλαγή φυσικής κατάστασης και διατήρηση του βάρους)
1 κορ.	Θα μειωθεί το βάρος όταν φύγει ο αέρας	Δεν αλλάζει το βάρος του μπαλονιού αν το φουσκώσω περισσότερο	Θα παραμείνει το ίδιο βάρος
2 αγορ.	Δεν θα αλλάξει το βάρος, γιατί ο αέρας δεν έχει βάρος	Δεν αλλάζει το βάρος του μπαλονιού αν το φουσκώσω περισσότερο	Θα είναι πιο βαρύ αυτό με τη σταγόνα, γιατί ο αέρας δεν μετριέται
3 αγόρ.	Θα παραμείνει το ίδιο, γιατί οι φυσαλίδες δεν έχουν βάρος	Βαραίνει προς την πλευρά που προσθέτω αέρα	(δεν μπορεί να φανταστεί πώς το νερό μπορεί να γίνει αέρας) Θα γίνει

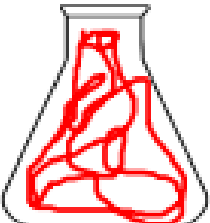
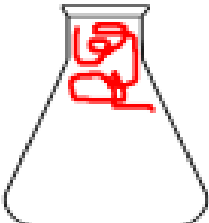
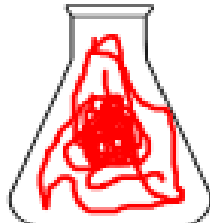
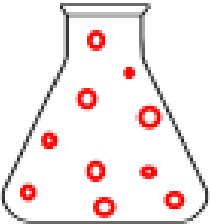
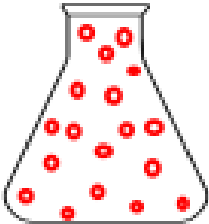
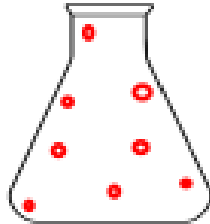
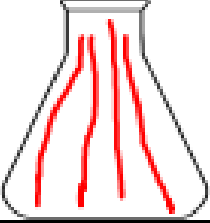
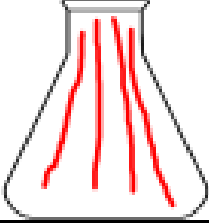
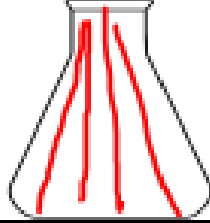
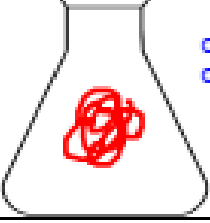
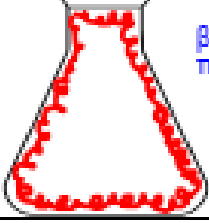
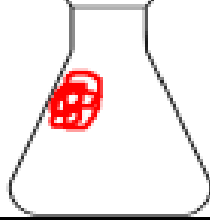
			ελαφρύτερο, η ζυγαριά θα δείξει μόνο το βάρος του δοχείου
4 κορ.	Θα γίνει ελάχιστα πιο ελαφρύ, οι φυσαλίδες προσθέτουν ελάχιστο βάρος	Βαραίνει προς την πλευρά που προσθέτω αέρα	(η σταγόνα θα γίνει φωτιά)/με το νερό θα είναι ελάχιστα πιο βαρύ, γιατί ο αέρας θα φύγει από το κλειστό βάζο, ο αέρας φεύγει
5 κορ.	Δεν θα αλλάξει το βάρος- οι φυσαλίδες δεν έχουν βάρος	Δεν θα αλλάξει η ισορροπία της ζυγαριάς	Θα ανάψει φωτιά / Θα γίνει ελαφρύτερο, γιατί ο αέρας είναι πιο ελαφρύς από το νερό
6 αγορ.	Θα γίνει ελάχιστα πιο ελαφρύ χωρίς τις φυσαλίδες	Θα γύρει προς το μπαλόνι που είναι περισσότερο φουσκωμένο	Θα εξαφανιστεί η σταγόνα/ Θα γίνει ελάχιστα ελαφρύτερο
7 κορ.	Δεν θα αλλάξει το βάρος	Δεν θα αλλάξει η ισορροπία της ζυγαριάς	Θα εξαφανιστεί η σταγόνα/ θα είναι πιο βαρύ αυτό με τη σταγόνα
8 αγόρ.	Λίγο πιο ελαφρύ θα γίνει	Το πολύ φουσκωμένο μπαλόνι θα πάει προς τα πάνω	Θα λιώσει η σταγόνα/ αυτό με τη σταγόνα θα είναι πιο ελαφρύ
9 αγόρ.	Δεν θα αλλάξει το βάρος γιατί οι φυσαλίδες δεν έχουν βάρος	Δεν θα αλλάξει η ζυγαριά	Αυτό με την σταγόνα θα είναι λίγο πιο βαρύ
10 κορ.	Θα γίνει λίγο πιο ελαφρύ	Θα γύρει η ζυγαριά προς το φουσκωμένο μπαλόνι	Το βάζο με τη σταγόνα θα είναι λίγο πιο βαρύ
11 αγόρ.	Δεν θα αλλάξει το βάρος	Δεν θα αλλάξει η ζυγαριά	Το βάζο με τη σταγόνα θα είναι λίγο πιο βαρύ
12 αγόρ.	Δεν θα αλλάξει το βάρος	Δεν θα αλλάξει η ζυγαριά γιατί ο αέρας δεν έχει βάρος	Το βάζο με τη σταγόνα θα είναι λίγο πιο βαρύ

Στ' Δημοτικού – ερωτηματολόγια

Group 3 - Απεικόνιση του αέρα- ο αέρας καταλαμβάνει χώρο

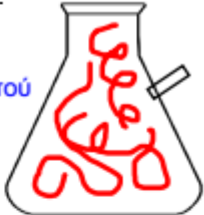
	Αρχικό δοχείο	Δοχείο με θερμό αέρα	Δοχείο με λιγότερο αέρα
1 αγόρι	 πιο βαρύς υπάρχει παντού στο δοχείο	 πιο ελαφρύς εξατμίζεται και αλλάζει μορφή βγαίνει και έξω υπάρχει παντού στο δοχείο	 τα μόρια βρίσκονται πιο αραιά και είναι λιγότερα, αλλά παντού
2 αγόρι		κινούνται τα μόρια γρηγορότερα 	παντού, αλλά πιο αραιά 
3 κορίτσι	 παντού	θα υπάρχουν και υδρατμοί 	δεν θα αλλάξει τίποτα 

4 κορίτσι		παντού αόρατη ομίχλη		το ίδιο αλλά θα πηγαίνει προς τα πάνω		παντού, αλλά λιγότερος
5 κορίτσι		πηγαίνει προς τα πάνω		θα είναι πιο ίσιος και περισσότερος λόγω της θερμότητας		θα μείνει κενό γύρω απ' στο στόμιο
6 αγόρι				παντού και προς τα πάνω		παντού, αλλά μικρότερη ποσότητα
7 αγόρι		παντού		θα μετατραπεί σε αέριο ένα μέρος του θα εξαφανιστεί θα συγκεντρωθεί στο πάνω μέρος του δοχείου		δεν πιστεύει ότι γίνεται να πάρεις αέρα από μέσα αν γινότανε, ο υπόλοιπος αέρας θα ήταν παντού.
8 κορίτσι		βρίσκεται παντού έχει κατεύθυνση προς τα πάνω		δεν αλλάζει τίποτα απολύτως		αφήνει κενό στο δοχείο

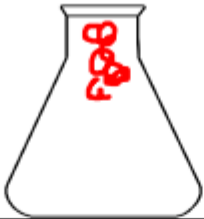
9	 θα υπάρχει παντού	 θα πάει ψηλά θα κινείται γρηγορότερα	 δεν πιστεύει ότι γίνεται να βγάλουμε αέρα αν γίνει, τότε θα είναι πιο πυκνός στο κέντρο του δοχείου και πιο αραιός στα τοιχώματα.
10		 θα βρίσκονται πιο κοντά τα μόρια μεταξύ τους και θα κινούνται γρηγορότερα	 παντού, αλλά λιγότερα μόρια
11	 βρίσκεται παντού	 δεν θα αλλάξει τίποτα	 δεν θα αλλάξει τίποτα
12	 ο αέρας είναι συγκεντρωμένος στο κέντρο	 βρίσκεται στα πλάγια γιατί προσπαθεί να βγει έξω	

Δ' Δημοτικού – ερωτηματολόγια

Group 3: Απεικόνιση του αέρα- ο αέρας καταλαμβάνει χώρο

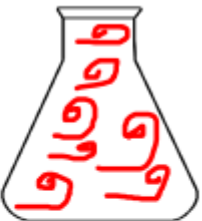
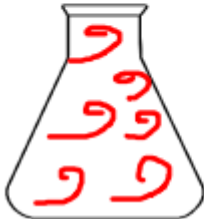
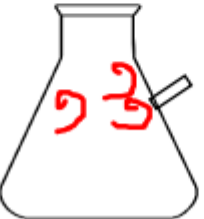
	Αρχικό δοχείο	Δοχείο με θερμό αέρα	Δοχείο με λιγότερο αέρα
1 κορίτσι	 παντού		λιγότερο αλλά παντού 
2 αγόρι	 παντού	 το ίδιο	το ίδιο θα παει παντού θα είναι λιγότερος 
3 κορίτσι	 παντού	 ο αέρας που ζεσταίνεται χάνεται σιγά σιγά	 θα απλωθεί παντού
4 κορίτσι	 παντού	 πηγαίνει προς τα πάνω	

5		παντού		πηγαίνει προς τα πάνω		
6		απαλό χρώμα		πιο έντονος λίγος θα έχει χαθεί λόγω της θέρμανσης		λίγος αέρας όταν δεν ανανεώνεται σιγά σιγά χάνεται
7		παντού		θέλει να βγει έξω		
8		παντού		θα έχει υδατμούς		παντού αλλά λιγότερος
9		ο αέρας είναι παντού				ο αέρας πηγαίνει παντου

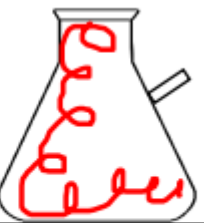
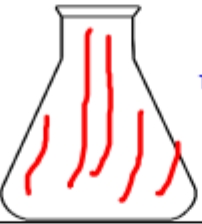
10 αγόρι			
11 κορίτσι			
12 αγόρι			

Β' Δημοτικού – ερωτηματολόγια

Group 3 - Απεικόνιση του αέρα- ο αέρας καταλαμβάνει χώρο

	Αρχικό δοχείο	Δοχείο με θερμό αέρα	Δοχείο με λιγότερο αέρα
1 κορίτσι	 στο κέντρο		
2 αγόρι	 παντού	 θολό το τζάμι	
3 αγόρι	 παντού	 ίδιος απλά πιο ζεστός	
4 κορίτσι		 σαν καπνός πηγαίνει προς τα πάνω γίνεται περισσότερος	 το μισό έξι είναι το τρία

5 κορίτσι	 σαν τα μακαρόνια	 πάει παντού όταν ζεσταίνεται	
6 αγόρι	 παντού πιο αχνός	 πιο μπλε πηγαίνει προς τα πάνω	
7 κορίτσι	 παντού	 δεν θα αλλάξει τίποτα	
8 αγόρι	 πιο ψηλά	 πιο λίγος	
9 αγόρι	 βρίσκεται παντού		 αφήνει κενό πίσω από το στόμιο

10 κορίτσι	 παντού		 δεν γίνεται να βγάλω τον μισό αέρα
11 αγόρι	 παντού	 πηγαίνει προς τα πάνω	 κενό
12 αγόρι			

Βιβλιογραφία

- Vosniadou, S. (1994). Capturing and Modeling the process of conceptual Change. *Learning and Instruction*, 4, σσ. 45-69.
- Χαλκιά, Κ. (2010). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες- θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις* (Τόμ. Α'). Αθήνα: Πατάκη.
- Akbas, Y., & Gencturk, E. (2011). The effect of conceptual Approach to eliminate 9th Grade High School Students' Misconceptions about air pressure. *Educational Sciences: theory and practice*.
- Alexopoulou, E. (1996). Small-Group Discussion in Physics: Peer Interaction Modes in Pairs and Fours. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(10), σσ. 1099-1114.
- Azozoglu, N., & Geban, O. (2004). Students' preconceptions and misconceptions about gases. *BAU Fen Bil. Enst Dergii*.
- Benson, D., Wittrick, M., & Baur, M. (1993). Childrens' Preconceptions of the Nature of Gases. *Journal of research in Science teaching*, 30(6), σσ. 587-597.
- Borghi, L., De Ambrosis, A., Massara, C., Grossi, M., & Zoppi, D. (1988). Knowledge of air: A study of children aged between 6 and 8 years. *International journal of Science Education*, 10(2), σσ. 179-188.
- Hsiao-Ching, S. (2005). Promoting Student's Learning of Air pressure Concepts : The interrelationship of Teaching Approaches and Student Learning Characteristics. 74(1), σσ. 29-52.
- Jauhariyah, M., Suprpto, N., Suliyannah, Admoko, S., Setyarsih, W., Harizah, Z., & Zufla, I. (2019). The students' misconceptions profile on chapter gas kinetic theory. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Mayer, K. (2011). Addressing Students' Misconceptions about Gases, Mass, and Composition. *Journal of Chemical Education*, 88(1).
- Novick, S., & Nussbaum, J. (1981). Pupils' Understanding of the Particulate Nature of Matter: A cross- Age Study. *Science Education*, 65(2), σσ. 187-196.
- Rollnick, M., & Rutherford, M. (1990). African primary school teachers- what ideas do they hold on air and air pressure. *International Journal of science Education*, 12(1), σσ. 101-113.
- Rollnick, M., & Rutherford, M. (1993). The use of conceptual change model and mixed language strategy for remediating misconceptions on air pressure. *International journal of science education*, 15(4), σσ. 363-381.

- Sahin, C., & Cepni, S. (2011, January). Developing of the Concept Cartoon Animation and Diagnostic Branched Tree Supported Conceptual Change Text : "Gass pressure". *Eurasian journal of Physics and Chemistry Education*, σσ. 25-33.
- Sere, M. G. (1982). Astudy of some frameworks used by pupils aged 11 to 13 years in the interpretation of air pressure. *European journal of Science Education*, 4(3), σσ. 299-309.
- Sere, M. G. (1986). Children's conceptions of the gaseous state, prior to teaching. *European journal of Science Education*, 8(4), σσ. 413-425.
- Stavy, R. (1988). Children's conceptions of gas. *International Jurnal of Science Education*, 10(5), σσ. 553-560.
- Stavy, R. (1990). Childrens' conception of changes in the state of matter: from liquid (or solid) to gas. *Journal of research in Science Education*, 27(3), σσ. 247-266.
- Tytler, R. (1993). Developmental Aspects of Primary School Childrens' construction of explanations of air pressure: the nature of conceptual change. *Research in Science Education*, 23, σσ. 308-316.
- Tytler, R. (1998). Children's conceptions of air pressure : exploring the nature of conceptual change. *International journal of Science Education*, 20(8), σσ. 929-958.