



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ

Διδακτορική Διατριβή στο Γνωστικό Αντικείμενο
«Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες»

Προώθηση Εννοιολογικής Αλλαγής στις Φυσικές Επιστήμες
με Πρόκληση Διαταραχής της Γνωστικής Ισορροπίας

Στέλλα Χατζηαχιλλέως - Παπασταύρου

ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ
ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Λευκωσία, 2007

Η παρούσα διδακτορική διατριβή παρουσιάστηκε δημόσια και στη συνέχεια εγκρίθηκε από πενταμελή εξεταστική επιτροπή, στις 14 Μαΐου, 2007. Αποτελεί μέρος των υποχρεώσεων του Τμήματος Επιστημών της Αγωγής για απόκτηση διδακτορικού τίτλου στο μεταπτυχιακό «Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες».

Ερευνητικός Σύμβουλος: Νίκος Βαλανίδης,
Καθηγητής, Τμήμα Επιστημών της Αγωγής,
Πανεπιστήμιο Κύπρου

Συμβουλευτική Επιτροπή: Κωνσταντίνος Παπαναστασίου,
Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Επιστημών της Αγωγής,
Πανεπιστήμιο Κύπρου

Χαρούλα Αγγελή,
Επίκουρη Καθηγήτρια, Τμήμα Επιστημών της Αγωγής,
Πανεπιστήμιο Κύπρου

.....
Νίκος Βαλανίδης

.....
Κωνσταντίνος Παπαναστασίου

.....
Χαρούλα Αγγελή

Εξεταστική Επιτροπή

Κωνσταντίνος Παπαναστασίου (Πρόεδρος),
Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Επιστημών της Αγωγής,
Πανεπιστήμιο Κύπρου

Νίκος Βαλανίδης (Ερευνητικός Σύμβουλος),
Καθηγητής, Τμήμα Επιστημών της Αγωγής,
Πανεπιστήμιο Κύπρου

Χαρούλα Αγγελή (Μέλος),
Επίκουρη Καθηγήτρια, Τμήμα Επιστημών της Αγωγής,
Πανεπιστήμιο Κύπρου

Διομήδης Μαρκουλής (Μέλος),
Καθηγητής, Τμήμα Ψυχολογίας,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Κώστας Ραβάνης (Μέλος),
Καθηγητής, Αντιπρύτανης Πανεπιστημίου Πατρών

©2007, Στέλλα Χατζηαχιλλέως- Παπασταύρου

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των ατόμων σχετικά με φαινόμενα του φυσικού κόσμου δύσκολα αποσταθεροποιούνται, ακόμη και μετά την εφαρμογή στοχευμένων διδακτικών παρεμβάσεων. Η αναγκαιότητα εφαρμογής εκπαιδευτικών μεθοδολογιών που προωθούν την εννοιολογική αλλαγή (ΕΑ) δεν έχει οδηγήσει ακόμη σε καταληκτικά συμπεράσματα. Για παράδειγμα, η διαδικασία Διαταραχής της Γνωστικής Ισορροπίας (ΔΓΙ) αποτελεί εσωτερικό ιδιοσυγκρασιακό φαινόμενο και δε διασφαλίζει πάντοτε την οικοδόμηση νέας γνώσης. Έχει ήδη αναπτυχθεί μία νέα ερευνητική τάση η οποία προσανατολίζεται προς τον εντοπισμό και τη διερεύνηση επιπρόσθετων μεταβλητών (γνωστικών και συναισθηματικών), που ενδέχεται να επηρεάζουν τη διαδικασία της γνωστικής αναδιοργάνωσης. Ο στόχος της παρούσας ερευνητικής προσπάθειας ήταν η διερεύνηση της συμβολής γνωστικών και συναισθηματικών παραγόντων, και δημογραφικών χαρακτηριστικών των ατόμων στη γνωστική αναδιοργάνωση. Επιπλέον, η παρούσα ερευνητική προσπάθεια εξέτασε τα μαθησιακά αποτελέσματα που προέκυψαν μέσα από την εφαρμογή δύο διδακτικών προσεγγίσεων, και συγκεκριμένα μεθοδολογιών που ενσωμάτωναν ή δεν ενσωμάτωσαν τη ΔΓΙ, συνυπολογίζοντας τις αρχικές αντιλήψεις των ατόμων και τη Γενική Νοητική τους Ικανότητα (ΓΝΙ). Στα πλαίσια της ποσοτικής φάσης, έλαβαν μέρος 452 μαθητές, που φοιτούσαν στη Δ΄ και Στ΄ Δημοτικού και τη Β΄ Γυμνασίου. Οι μαθητές, ανά τάξη, χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες, την Πειραματική Ομάδα (ΠΟ) και την Ομάδα Ελέγχου (ΟΕ). Αρχικά έγινε συλλογή δημογραφικών δεδομένων και χορηγήθηκε δοκίμιο με στόχο τη διάγνωση των αρχικών αντιλήψεων των συμμετεχόντων σχετικά με το φαινόμενο της πλεύσης-βύθισης. Οι μαθητές απάντησαν επίσης στις Σταθερές Προοδευτικές Μήτρες του Raven και η επίδοσή τους θεωρήθηκε ως ένδειξη της ΓΝΙ τους. Στη συνέχεια εφαρμόστηκε ογδοντάλεπτη διδακτική προσέγγιση, η οποία ήταν διαφοροποιημένη για τις δύο ομάδες συμμετεχόντων. Στην ΠΟ εφαρμόστηκε παρέμβαση οικοδομιστικής μορφής και επιδιώχθηκε η ΕΑ μέσω της ενσωμάτωσης της ΔΓΙ. Στην ΟΕ, η διδακτική προσέγγιση δεν ήταν οικοδομιστική, ούτε αξιοποιήθηκε η ΔΓΙ. Μετά την εφαρμογή των διδακτικών προσεγγίσεων, χορηγήθηκε δοκίμιο με στόχο τη διάγνωση των τελικών αντιλήψεων των συμμετεχόντων σχετικά με το φαινόμενο της βύθισης-πλεύσης. Τέλος, χορηγήθηκε το Εργαλείο Μέτρησης Επιπέδων Διαταραχής της Γνωστικής Ισορροπίας (ΕΜΕΔΓΙ), για τη διάγνωση των εννοιολογικών κατασκευών της ΔΓΙ (Lee, & Kwon, 2001), δηλαδή της αναγνώρισης αντιφατικών δεδομένων, του ενδιαφέροντος, του άγχους/αγωνίας και της γνωστικής επαναξιολόγησης. Διενεργήθηκαν, επίσης, δεκαπέντε ημιδομημένες

ατομικές κλινικές συνεντεύξεις με πέντε παιδιά από κάθε τάξη, που δεν έλαβαν μέρος στην ποσοτική φάση. Το σενάριο των συνεντεύξεων ήταν αντίστοιχο με αυτό που ακολουθήθηκε για την ΠΟ. Συνεπώς, έγινε εμπλοκή των μαθητών σε διερευνητικές διαδικασίες που ενσωμάτωναν τη διαδικασία ΔΓΙ με στόχο την αναδιοργάνωση των αρχικών τους αντιλήψεων σχετικά με το φαινόμενο της βύθισης-πλεύσης. Μέσα από την ανάλυση δεδομένων, προέκυψε πως με την αύξηση της ηλικίας, αυξάνεται η επίδοση στο δοκίμιο διάγνωσης της ΓΝΙ και ότι η πλειοψηφία των συμμετεχόντων μετακινήθηκε προς πιο σύνθετα επεξηγηματικά πλαίσια, που ήταν ορθότερα για τους μαθητές της ΠΟ. Επιβεβαιώθηκε επίσης ότι η ΕΑ αποτελεί μια πολυδιάστατη διαδικασία που επηρεάζεται από γνωστικούς και συναισθηματικούς παράγοντες, καθώς και από ατομικά χαρακτηριστικά. Επιπλέον, διαπιστώθηκε πως τα επεξηγηματικά πλαίσια που οικοδομούνται μέσα από εξατομικευμένες παρεμβάσεις που ενσωματώνουν τη ΔΓΙ παρουσιάζουν μεγαλύτερη συνοχή. Προτείνονται θεωρητικές και εκπαιδευτικές εφαρμογές των ερευνητικών αποτελεσμάτων, καθώς και εισηγήσεις για μελλοντική έρευνα.

Λέξεις- Κλειδιά: *Αυτοκατευθυνόμενη μάθηση, διαταραχή γνωστικής ισορροπίας, εννοιολογική αλλαγή, μεθοδολογική πρακτική*

ABSTRACT

Students' alternative conceptions concerning natural phenomena are resistant to change, even after instruction targeting conceptual change. The need for constructivistic instructional strategies fostering conceptual change did not reach yet conclusive results. For example, the process of Cognitive Conflict (CC) is an internal, idiosyncratic process that does not always guarantee the construction of new knowledge, and a new research trend targets the identification and investigation of additional factors (cognitive and affective) that can have an impact on the process of conceptual reorganization. The purpose of the present study was to investigate the role of cognitive and affective factors, and demographic characteristics of the learners on their cognitive reorganization. The study also attempted to contrast the implications of two different instructional methodologies incorporating or not CC, on students' conceptual reorganization, taking into consideration students' initial conceptions and their General Cognitive Ability (GCA). The sample of the study consisted of 452 fourth-, sixth-, and eighth-grade students, 224 males and 228 females, who were randomly assigned in the experimental and control groups. Initially, students provided demographic information and were then administered a test relating to sinking/floating in order to identify their initial conceptions about the phenomenon. They were consequently administered the Raven's Standard Progressive Matrices and their performance on the test was considered as a measure of their GCA. The students of the experimental and the control groups were then involved in an 80-minute teaching intervention. The intervention implemented with the experimental group integrated CC in order to promote conceptual change in a constructivist framework, whereas the intervention implemented with the control group was not based on a constructivist framework and did not implement CC. After the interventions, all students were administered a post-test relating to sinking/floating for evaluating their revised conceptions about the phenomenon. Students were finally administered the Cognitive Conflict Levels Test (CCLT) that measures the four conceptual constructs of CC (Lee & Kwon, 2001), namely, recognition of anomalous data, interest, anxiety, and cognitive reappraisal. Fifteen, semi-structured individual interviews were also conducted with 5 students from each class who did not participate in the previous phase. The interviews followed a scenario corresponding to the instructional process that was implemented with the experimental group. Thus, interviewees were involved in activities targeting the reorganization of their initial conceptions relating to floating/sinking. The results indicated that older students had better performance on Raven's

Progressive Matrices' Data and that the majority of the students moved towards more complex explanatory frameworks that proved to be more correct for the students of the experimental group. It was also confirmed that conceptual change is a multidimensional process, involving cognitive and affective factors and that it depends on students' characteristics as well. Finally, students' explanatory frameworks constructed during the interview process were more coherent than those of the other students indicating the facilitating effect of individualized constructivistic teaching. Theoretical and educational implications of the study are also put forward and suggestions for future research efforts are indicated.

Key words: *Cognitive conflict, conceptual change, instructional methodology, self-regulated cognition*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον ακαδημαϊκό μου σύμβουλο Δρ Νίκο Βαλανίδη, που για τέσσερα χρόνια παρείχε συνεχή και πολύτιμη υποστήριξη όσον αφορά την παρούσα έρευνα, αλλά και για την ακαδημαϊκή ωριμότητα που με βοήθησε να οικοδομήσω γενικότερα. Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται επίσης προς τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής και ιδιαίτερα προς την Δρ Χαρούλα Αγγελή και τον Δρ Κωνσταντίνο Παπαναστασίου, που συνέβαλαν στον εμπλουτισμό της μεθοδολογίας. Ευχαριστίες εκφράζονται επίσης προς το Δρ Κώστα Ραβάνη και το Δρ Διομήδη Μαρκουλή, για την αξιόλογη και εποικοδομητική ανατροφοδότηση που παρείχαν. Επιπλέον, ευχαριστίες εκφράζονται προς τις Διευθύνσεις Δημοτικής και Μέσης Εκπαίδευσης του Υπουργείου Παιδείας και Πολιτισμού Κύπρου για την παραχώρηση αδειών για συλλογή δεδομένων στα πλαίσια της παρούσας έρευνας. Εκφράζονται επίσης ευχαριστίες προς τους εκπαιδευτικούς και τις διευθύνσεις των σχολείων που παραχώρησαν διδακτικό χρόνο για τη συλλογή των ερευνητικών δεδομένων και ιδιαίτερα προς τους μαθητές που έλαβαν μέρος.

Αφιερώνω τη διδακτορική μου διατριβή στο σύζυγο μου, Σταύρο και στην κόρη μου, Αντρη.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εξεταστική Επιτροπή	ii
Copyright	iii
Περίληψη	iv
Abstract	vi
Ευχαριστίες	viii
Περιεχόμενα	x
Κατάλογος Σχημάτων/ Γραφικών Παραστάσεων	xii
Κατάλογος Πινάκων	xii
ΚΕΦΑΛΑΙΟ I	1
Εισαγωγή	2
Σημασία της Έρευνας	7
Θεωρητικό Υπόβαθρο	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ II	13
Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας	14
Η Φύση των Εναλλακτικών Αντιλήψεων και Μοντέλα Εννοιολογικής Αλλαγής	15
Η Διαδικασία Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας: Θεωρητικά Μοντέλα και Μαθησιακά Αποτελέσματα	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ III: Μεθοδολογία	31
Οι Συμμετέχοντες στην Έρευνα	32
Διαδικασία Συλλογής Δεδομένων	34
Πρώτη Φάση: Ποσοτική Έρευνα	34
Ερευνητικά Εργαλεία	35
Σενάρια Συλλογής Ποσοτικών Δεδομένων	38
Δεύτερη Φάση: Ποιοτική Έρευνα	41
Ερευνητικά Ερωτήματα και Τρόπος Επίλυσης	42
Ποσοτικά Δεδομένα	42
Ποιοτικά Δεδομένα	43
Πιλοτική Έρευνα	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	45

Πιλοτική έρευνα	46
Κύρια Έρευνα	51
Ανάλυση Ποσοτικών Δεδομένων	51
Γενική Νοητική Ικανότητα και Επίδοση στις Φυσικές Επιστήμες	51
Αρχικές Αντιλήψεις Μαθητών	56
Ποσοτικοποίηση Απαντήσεων στο Προπειραματικό Δοκίμιο και Διαφορές Επιδόσεων ανά Τάξη, Φύλο και Ομάδα	64
Αποτελέσματα Αλληλεπίδρασης	65
Κύρια Αποτελέσματα	66
Επιδόσεις των Μαθητών στο Μεταπειραματικό Δοκίμιο και στο ΕΜΕΔΓΙ	67
Εντοπισμός Διαφορών στις Επιδόσεις στο Μεταπειραματικό Δοκίμιο ανά Τάξη, Φύλο και Ομάδα, Αφαιρώντας την Επίδραση της Επίδοσης στις Φυσικές Επιστήμες	73
Η Επίδραση της Συμμεταβλητής	75
Αποτελέσματα Αλληλεπιδράσεων	75
Κύρια Αποτελέσματα	76
Βαθμός Συνέπειας Απαντήσεων του Προπειραματικού και του Μεταπειραματικού Δοκιμίου	79
Μοντέλο Πρόβλεψης της Επίδοσης στο Μεταπειραματικό Δοκίμιο	83
Παραγοντική Ανάλυση του ΕΜΕΔΓΙ	84
Συντελεστές Cronbach α για τις δηλώσεις του ΕΜΕΔΓΙ	91
Ανάλυση Ποιοτικών Δεδομένων	92
Αρχικές και Τελικές Αντιλήψεις Συμμετεχόντων	94
Εννοιολογικές Κατασκευές Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας	115
Ενδιαφέρον	116
Άγχος/ Αγωνία	119
Αναγνώριση Αντιφατικών Δεδομένων	123
Γνωστική Επαναξιολόγηση	126
ΚΕΦΑΛΑΙΟ V: ΣΥΖΗΤΗΣΗ	131
ΑΝΑΦΟΡΕΣ	149
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	158

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ/ ΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ

Σχήμα 1. Το Μοντέλο της Διπλά Εγκατεστημένης Μάθησης (She, 2004)	18
Σχήμα 2. Το Μοντέλο της Διαδικασίας Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας (Lee & Kwon, 2001)	27
Σχήμα 3. Η Πειραματική Διάταξη που Χρησιμοποιήθηκε για το Προπειραματικό Δοκίμιο	36
Σχήμα 4. Η Πειραματική Διάταξη που Χρησιμοποιήθηκε για το Μεταπειραματικό Δοκίμιο	37
Σχήμα 5. Αποτέλεσμα Αλληλεπίδρασης Μεταξύ Φύλου και Ομάδας στην Επιδόσεις στο Προπειραματικό Δοκίμιο	66
Σχήμα 6. Αλληλεπίδραση Τάξης και Ομάδας Όσον Αφορά το Ενδιαφέρον	76

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Κωδικοί Τμημάτων που Συμμετείχαν στην Έρευνα	33
Πίνακας 2: Αναλυτική Παρουσίαση των Τμημάτων που Αποτελούσαν το Δείγμα	34
Πίνακας 3: Επιδόσεις στις Σταθερές Προοδευτικές Μήτρες του Raven	52
Πίνακας 4: Επιδόσεις στο Μάθημα των Φυσικών Επιστημών	53
Πίνακας 5: Ανάλυση Πολλαπλών Διασπορών 2(Ομάδα) X 3 (Τάξη) X 2 (Φύλο) MANOVA, με Εξαρτημένες Μεταβλητές την Επίδοση στις Σταθερές Προοδευτικές Μήτρες (ΣΠΜ) του Raven και στο Μάθημα «Φυσικές Επιστήμες»	54
Πίνακας 6: Συγκρίσεις Scheffe Μεταξύ των Τάξεων Όσον Αφορά την Επίδοση στις Σταθερές Προοδευτικές Μήτρες του Raven και την Επίδοση στο Μάθημα των Φυσικών Επιστημών	55
Πίνακας 7: Αρχικές Αντιλήψεις για την Πλεύση	58
Πίνακας 8: Αρχικές Αντιλήψεις Όσον Αφορά τους Παράγοντες στους Οποίους Οφείλεται η Πλεύση, ανά Φύλο, Τάξη και Ομάδα	62
Πίνακας 9: Επιδόσεις στο Προπειραματικό Δοκίμιο	64
Πίνακας 10: Αποτελέσματα Ανάλυσης Διασποράς 2(Ομάδα) X 3 (Τάξη) X 2 (Φύλο), με Εξαρτημένη Μεταβλητή την Επίδοση στο Προπειραματικό Δοκίμιο	65
Πίνακας 11: Εντοπισμός Διαφορών Μεταξύ των Τάξεων Όσον Αφορά την Επίδοση στο Προπειραματικό Δοκίμιο (Αποτελέσματα Ελέγχου Scheffe)	66
Πίνακας 12: Επιδόσεις στο Μεταπειραματικό Δοκίμιο	69
Πίνακας 13: Επιδόσεις στο ΕΜΕΔΓΙ- Ενδιαφέρον	70
Πίνακας 14: Επιδόσεις στο ΕΜΕΔΓΙ- Αναγνώριση Αντιφατικών Δεδομένων	71
Πίνακας 15: Επιδόσεις στο ΕΜΕΔΓΙ- Άγχος/ Αγωνία	72
Πίνακας 16: Επιδόσεις στο ΕΜΕΔΓΙ- Γνωστική Επαναξιολόγηση	73

Πίνακας 17: Ανάλυση Πολλαπλών Συνδιασπορών 2(Ομάδα) X 3 (Τάξη) X 2 (Φύλο) MANCOVA, με Εξαρτημένες Μεταβλητές τη Βαθμολογία στο Μεταπειραματικό Δοκίμιο και τις Τέσσερις Παραμέτρους του ΕΜΕΔΓΙ	74
Πίνακας 18: Οι Διαφορές Μεταξύ Των Τάξεων Όσον Αφορά την Επίδοση στο Μεταπειραματικό Δοκίμιο (Αποτελέσματα Ελέγχου Scheffe)	77
Πίνακας 19: Οι Διαφορές Μεταξύ Των Τάξεων Όσον Αφορά το Ενδιαφέρον (Αποτελέσματα Ελέγχου Scheffe)	77
Πίνακας 20: Οι Διαφορές Μεταξύ των Τάξεων Όσον Αφορά την Αναγνώριση Αντιφατικών Δεδομένων (Αποτελέσματα Ελέγχου Scheffe)	78
Πίνακας 21: Οι Διαφορές Μεταξύ των Τάξεων Όσον Αφορά το Άγχος/ Αγωνία (Αποτελέσματα Ελέγχου Scheffe)	78
Πίνακας 22: Βαθμός Συνέπειας Απαντήσεων στο Προπειραματικό Δοκίμιο	80
Πίνακας 23: Βαθμός Συνέπειας Απαντήσεων στο Μεταπειραματικό Δοκίμιο	81
Πίνακας 24: Σύγκριση Βαθμών Συνέπειας στο Προπειραματικό και στο Μεταπειραματικό Δοκίμιο (Έλεγχος t για συσχετισμένα δείγματα)	81
Πίνακας 25: Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση για Πρόβλεψη της Επίδοσης της ΠΟ στο Μεταπειραματικό Δοκίμιο	83
Πίνακας 26: Συντελεστές του Μοντέλου της Γραμμικής Ανάλυσης Παλινδρόμησης Όσον Αφορά την Πρόβλεψη της Επίδοσης στο Μεταπειραματικό Δοκίμιο	84
Πίνακας 27: Ανάλυση Παραγόντων Δηλώσεων του ΕΜΕΔΓΙ για Κορεάτες Μαθητές 10 ^{ης} και 11 ^{ης} Τάξης (Lee κ.ά., 2003)	85
Πίνακας 28: Παραγοντικές Φορτίσεις του ΕΜΕΔΓΙ για Ολόκληρη την ΠΟ	86
Πίνακας 29: Παραγοντικές Φορτίσεις του ΕΜΕΔΓΙ για τους Μαθητές της Τάξης 8 (Β΄ Γυμνασίου)	87
Πίνακας 30: Παραγοντικές Φορτίσεις του ΕΜΕΔΓΙ για τα Αγόρια της ΠΟ	88
Πίνακας 31: Παραγοντικές Φορτίσεις του ΕΜΕΔΓΙ για τα Κορίτσια της ΠΟ	90
Πίνακας 32: Συντελεστές Cronbach α για τις Δηλώσεις του ΕΜΕΔΓΙ	91
Πίνακας 33: Υποκείμενα από τα Οποία Λήφθηκαν Συνεντεύξεις	92

Πίνακας 34: Αρχικές και Τελικές Αντιλήψεις Συμμετεχόντων για τη Βύθιση/ Πλεύση	95
Πίνακας 35: Διάγνωση Συστατικών ΔΓΙ Μέσα από τις Συνεντεύξεις: Ενδιαφέρον	116
Πίνακας 36: Διάγνωση Συστατικών ΔΓΙ Μέσα από τις Συνεντεύξεις: Άγχος/ Αγωνία.....	120
Πίνακας 37: Διάγνωση Συστατικών ΔΓΙ Μέσα από τις Συνεντεύξεις: Αναγνώριση Αντιφατικών Δεδομένων	124
Πίνακας 38: Διάγνωση Συστατικών ΔΓΙ Μέσα από τις Συνεντεύξεις: Γνωστική Επαναξιολόγηση	126

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

Στέλλα Χατζηαχιλλέως - Παπασταύρου

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Παρά τις διαφοροποιήσεις ανάμεσα στους υποστηρικτές του οικοδομισμού, όλοι συγκλίνουν στη γενική αρχή ότι η οικοδόμηση της γνώσης αποτελεί μια εσωτερική, ιδιοσυγκρασιακή διαδικασία. Δύο από τις βασικότερες αρχές της οικοδομιστικής θεωρίας θεωρούνται η αναγνώριση του ρόλου της προϋπάρχουσας γνώσης για την επίτευξη εννοιολογικής κατανόησης και η σύνδεση της προϋπάρχουσας γνώσης με τη νέα γνώση που οικοδομείται (Limon, 2001). Ο τρόπος με τον οποίο συντελείται η σύνδεση μεταξύ της προϋπάρχουσας και της νέας γνώσης αποτελεί αντικείμενο μελέτης τόσο της Γνωστικής Ψυχολογίας όσο και της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών.

Τα άτομα αρχίζουν να οικοδομούν τις ιδέες τους για τον κόσμο πολύ προτού εισέλθουν στο εκπαιδευτικό σύστημα, αφού είναι έμφυτη η συνεχής προσπάθειά τους να εξηγήσουν τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου που συναντούν. Οι ιδέες αυτές παρουσιάζουν διάσταση με τις επιστημονικά αποδεκτές ερμηνείες των φαινομένων και αποκαλούνται συνήθως «εναλλακτικές» ή «αρχικές» (Driver, Guesne, & Tiberghien, 1995. Carey, 2000. Eryilmaz, 2002. Βοσνιάδου, 1992, Vosniadou, 1994. Pozo, & Gomez- Cresco, 2005). Το γεγονός ότι η πηγή αυτών των εναλλακτικών ιδεών δεν μπορεί εύκολα να εντοπιστεί, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι οι ιδέες αυτές αποτελούν τα πλαίσια ερμηνείας των φαινομένων, καθιστά τον τρόπο αντιμετώπισής τους ιδιαίτερη πρόκληση (Posner, Strike, Hewson, & Gertzog, 1982. Carey, 2000). Επιπρόσθετα, ο τρόπος οικοδόμησης νοητικών σχημάτων καθώς και η εννοιολογική αλλαγή που συντελείται μέσα από την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον εξαρτάται απόλυτα από την ιδιοσυγκρασία του ατόμου, η οποία συμπεριλαμβάνει γνωστικά και συναισθηματικά χαρακτηριστικά, καθώς και τις επιστημολογικές στάσεις του ατόμου απέναντι στη γνώση (Novak, 2002). Η διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής μελετήθηκε από πολλούς ερευνητές, είτε ως προσπάθεια να αναπτυχθούν θεωρητικά μοντέλα που να περιγράφουν την όλη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής (Posner, Strike, Hewson, & Gertzog, 1982. Lee, & Kwon, 2001. Guzzetti, & Glass, 1993. Hashweh, 1986), είτε ως προσπάθεια διερεύνησης των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών σε διάφορα γνωστικά πεδία (Driver, Guesne, & Tiberghien, 1995. Druyan, 1997. Eryilmaz, 2002).

Σύμφωνα με τη θεωρία του Piaget (1969), η γνωστική ανάπτυξη πυροδοτείται μέσω της διαδικασίας της Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας ή γνωστικής ανισορροπίας (Lee, & Kwon, 2001). Μέσα από τις διαδικασίες της αφομοίωσης και της αναπροσαρμογής, το άτομο τροποποιεί τα γνωστικά του σχήματα ή δημιουργεί άλλα, ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασής

του με το περιβάλλον, ενώ μέσα από τη διαδικασία της εξισορρόπησης, επιδιώκει τον προσδιορισμό της τομής μεταξύ των γνωστικών του σχημάτων και των πληροφοριών που προέρχονται από το περιβάλλον. Κατά τον Piaget (1969), όταν ένα γνωστικό σχήμα είναι ανεπαρκές για την επεξήγηση μιας προβληματικής κατάστασης, επέρχεται διαταραχή γνωστικής ισορροπίας, η οποία παρέχει το κίνητρο για επίλυση της προβληματικής κατάστασης και για αναπροσαρμογή της γνωστικής δομής του ατόμου (Woolfolk, 2001).

Κάτι αντίστοιχο συμβαίνει, σύμφωνα με τον Kuhn (1969) και διαμέσου της ιστορίας των Φυσικών Επιστημών, αφού οι επιστημονικές ανακαλύψεις έχουν ως αφετηρία τη διαπίστωση μιας ασυμβατότητας μεταξύ αυτού που αναμένεται, σύμφωνα με τις υφιστάμενες θεωρίες, και αυτού που παρατηρείται στο φυσικό κόσμο. Ως εκ τούτου, η «δυσλειτουργία» (malfunction) που χαρακτηρίζει μια υφιστάμενη θεωρία δεν επιλύεται μέχρις ότου η υφιστάμενη θεωρία αναπροσαρμοστεί στο βαθμό που η ασυμβατότητα να καθίσταται πλέον αναμενόμενη κατάσταση και η «δυσλειτουργία» να επιλύεται. Η γνωστική αναπροσαρμογή όπως παρουσιάζεται διαμέσου της ιστορικής ανάπτυξης της Επιστήμης θεωρήθηκε από τον Kuhn (1969) ως το αποτέλεσμα της σύγκρουσης, ενώ, όπως και στις εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών, παρουσιάζεται συχνά προσκόλληση στις προηγούμενες αντιλήψεις ή θεωρίες. Πρότεινε όμως ότι η ανάπτυξη μιας νέας επιστημονικής θεωρίας μπορεί να γίνει μέσω προκαθορισμένων και γενικώς αποδεκτών μεθοδολογιών διερεύνησης, και χαρακτήρισε αυτή την πορεία ανάπτυξης ως «κανονική επιστήμη» (normal science). Κάτι αντίστοιχο συμβαίνει, σύμφωνα με τον Piaget (1952) και στο γνωστικό σύστημα του ατόμου όπου, με τη διαδικασία της προσαρμογής συνενώνονται οι πληροφορίες του εξωτερικού περιβάλλοντος με τα υπάρχοντα νοητικά σχήματα με αποτέλεσμα να συντονίζονται οι νοητικές δομές και να διευρύνονται οι δυνατότητες του ατόμου για επεξήγηση των παρατηρήσιμων φαινομένων του φυσικού κόσμου.

Ταυτόχρονα, ο Kuhn (1969), πρότεινε πως η ανάπτυξη μιας επιστημονικής θεωρίας μπορεί να γίνει και με εντελώς ριζοσπαστικό τρόπο και με πρωτοποριακή μεθοδολογία, χαρακτηρίζοντας αυτό το είδος της ανάπτυξης μιας επιστημονικής θεωρίας ως «επαναστατική επιστήμη» (revolutionary science). Αντίστοιχα, ο Piaget (1952), θεώρησε ότι τα άτομα, μέσω της διαδικασίας της αφομοίωσης, δομούν νέα νοητικά σχήματα με βάση την εμπειρία εγκαταλείποντας, πολλές φορές, παλαιότερα μοντέλα για την επεξήγηση των φαινομένων που παρατηρούνται στο φυσικό κόσμο.

Τόσο κατά την πορεία ανάπτυξης της Επιστήμης, όσο και κατά τη διαδικασία εννοιολογικής αλλαγής στην οποία εμπλέκεται το μαθητόν άτομο, έχει διαπιστωθεί πως

υπάρχει μια επιμονή στις αρχικές αντιλήψεις και ιδέες. Συγκεκριμένα, έχει διαπιστωθεί πως οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών παραμένουν σταθερές ακόμα και όταν έχει προηγηθεί συστηματική διδασκαλία με στόχο την εννοιολογική αλλαγή. Ακόμη και όταν επισυμβεί εννοιολογική αλλαγή παρατηρείται μία επιστροφή στις αρχικές αντιλήψεις, έστω κι αν αυτές εμφανίζονται ανεπαρκείς για την επεξήγηση φαινομένων του φυσικού κόσμου. Ως εκ τούτου, η βιβλιογραφία (Eryilmaz, 2002. Niaz, 1995. Novak, 2002) στρέφεται συνεχώς σε νέες προσπάθειες για την προώθηση της εννοιολογικής αλλαγής, οι οποίες εμπλέκουν το σχεδιασμό και την εφαρμογή διδακτικών παρεμβάσεων που αξιοποιούν καινοτομικές μεθοδολογίες, όπως είναι οι τεχνικές μοντελοποίησης ή η αναλογική σκέψη (Carey, 2000). Μια από τις μεθοδολογίες που έχουν χρησιμοποιηθεί αποτελεί και η διάγνωση του βαθμού στον οποίο τα άτομα διαπιστώνουν και βιώνουν τη Διαταραχή γνωστικής ισορροπίας (ΔΓΙ) (Lee, & Kwon, 2001), όπως επίσης και του βαθμού στον οποίο η ΔΓΙ πυροδοτεί ή συμβάλλει στην εννοιολογική αλλαγή (Limon, 2001. Niaz, 1995).

Στη βιβλιογραφία αναφέρονται πολλά είδη ΔΓΙ, στα οποία παρατηρείται μια διαλεκτική ανάμεσα σε γνωστικά, μεταγνωστικά, κοινωνικά και συναισθηματικά στοιχεία (Sigel, 1979. Dryuan, 1997. Murray, Ames, & Botvin, 1977. Johnson & Johnson, 1979. Bearison, Magzamen & Filardo, 1986. Damon & Killen, 1982. Hashweh, 1986). Σύμφωνα με την οικοδομιστική προσέγγιση, η διαταραχή γνωστικής ισορροπίας αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για εννοιολογική αλλαγή (Niaz, 1995) και συνεπώς δε θα πρέπει να παρουσιάζεται απλά στους μαθητές ως μια στρατηγική επίλυσης προβλήματος. Αντίθετα, πρέπει να γίνεται προσεκτικός σχεδιασμός πειραματικών έργων, τα οποία να προκαλούν και να επικεντρώνουν την προσοχή του ατόμου στα ασύμβατα δεδομένα, δεδομένα δηλαδή που δεν ερμηνεύονται με βάση τα υπάρχοντα νοητικά σχήματα.

Ωστόσο, ακόμα κι εκεί όπου γίνεται διάγνωση της ΔΓΙ, η αποτελεσματικότητά της όσον αφορά την εννοιολογική αλλαγή είναι αμφισβητήσιμη, διότι η σύγκρουση δε διασφαλίζει πάντοτε την οικοδόμηση της γνώσης στην οποία στοχεύει ο εκπαιδευτικός. Ως εκ τούτου, τίθενται ακόμη ερωτήματα ως προς τις επιδράσεις της Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας στην εννοιολογική αλλαγή (Dreyfus, Jungwirth, & Eliovitch, 1990. Dekkers & Thijs, 1998). Τα ερωτήματα αυτά πηγάζουν κυρίως από το γεγονός ότι η διαταραχή γνωστικής ισορροπίας είναι εσωτερική ιδιοσυγκρασιακή διαδικασία. Είναι επομένως αδύνατο να διαγνωσθεί με ακρίβεια και συνεπώς τα οποιαδήποτε μαθησιακά αποτελέσματα δεν μπορούν να αποδοθούν αποκλειστικά στη ΔΓΙ. Συγκεκριμένα, οι Dreyfus, κ. ά (1990), υποστήριξαν πως, αφού τα άτομα οικοδομούν από μόνα τους τη γνώση, δεν είναι εφικτή η

ακριβής πρόβλεψη και ο έλεγχος της διανοητικής πορείας οικοδόμησης της γνώσης. Επίσης, υποστήριξαν ότι συχνά τα άτομα δεν καταφέρνουν να φτάσουν σε εποικοδομητική διαταραχή γνωστικής ισορροπίας, αφού οι γνωστικές συγκρούσεις που επισυμβαίνουν δεν επιφέρουν πάντοτε την επιθυμητή εννοιολογική αλλαγή. Παρόμοιες απόψεις εξέφρασαν και οι Dekkers και Thijs (1998), που υποστήριξαν ότι, αντί οι μαθητές να υποβοηθούνται να αντιληφθούν τις λανθασμένες τους ιδέες, θα έπρεπε να υποβοηθούνται να αναπτύξουν πτυχές των επιστημονικά αποδεκτών ιδεών, προτού προκύψει διαταραχή γνωστικής ισορροπίας.

Τα αντικρουόμενα αποτελέσματα που προέκυπταν από την εφαρμογή της διαδικασίας ΔΓΙ για προώθηση εννοιολογικής αλλαγής οδήγησαν τους ερευνητές στη διεύρυνση των παραγόντων που εμπλέκονται σε αυτήν πέραν του γνωστικού τομέα, στην ενσωμάτωση συναισθηματικών παραγόντων (Pintrich, Marx, & Boyle, 1993). Η μελέτη της ενσωμάτωσης συναισθηματικών παραγόντων στη μελέτη της διαδικασίας ΔΓΙ έχει απασχολήσει τη βιβλιογραφία για μια μεγάλη χρονική περίοδο, και παρουσιάζει τόσο μεθοδολογικές όσο και θεωρητικές δυσκολίες. Οι συναισθηματικοί παράγοντες που ενσωματώθηκαν στη μελέτη της διαδικασίας ΔΓΙ εστιάστηκαν αρχικά γύρω από τα κίνητρα (Festinger, 1957. Berlyne, 1960. 1963. 1965, Keller, 1987) και στη συνέχεια διευρύνθηκαν στην ενσωμάτωση παραγόντων όπως οι στόχοι (Pintrich, κ. ά, 1993) και το άγχος (Lee, & Kwon, 2001. Limon, 2001). Ο Festinger (1957) εισηγήθηκε πως η αντίληψη της αντίφασης μεταξύ των φαινομένων και των αντιλήψεων του ατόμου, δημιουργεί «ψυχολογική στενοχωρία» (psychological discomfort) η οποία δημιουργεί κίνητρα, ώστε το άτομο να επενδύσει προσπάθεια για την επίλυση της σύγκρουσης, ενώ ο Berlyne (1960. 1963. 1965), υποστήριξε πως η «εννοιολογική»- όπως τη χαρακτήρισε- σύγκρουση, ενεργοποιεί την ετοιμότητα που απαιτείται ώστε το άτομο να επιλύσει την προβληματική κατάσταση, είτε αναζητώντας νέες πληροφορίες, είτε αναδιοργανώνοντας τις υπάρχουσες αντιλήψεις. Ο Keller (1987), πρότεινε ένα μοντέλο στο οποίο η ΔΓΙ συσχετίστηκε με τα κίνητρα. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τον ερευνητή, όταν οι μαθητές βιώνουν μία σύγκρουση, διεγείρεται η προσοχή, η οποία αποτελεί ένα από τα στοιχεία που σχετίζονται με τα κίνητρα.

Ακολούθως, ο Biggs (1990), εισηγήθηκε πως οι διερευνητικές μέθοδοι διδασκαλίας θα πρέπει να ενσωματώνονται στα ενδιαφέροντα των μαθητών ή να παρουσιάζουν στους μαθητές τέτοιες παραδοξότητες, που θα τους παρέχουν το κίνητρο για την εμπλοκή στη διαδικασία επίλυσης της σύγκρουσης. Αν το ενδιαφέρον είναι υψηλό, η μάθηση είναι αποτελεσματικότερη. Προεκτείνοντας, οι Meyer, Turner, και Spencer (1997), υποστήριξαν πως μέσα από τις προβληματικές καταστάσεις προώθησης της ΔΓΙ πρέπει να προωθείται η

δημιουργία ενδιαφέροντος από τους μαθητές, η οποία να δημιουργεί εσωτερικά κίνητρα. Η Limon (2001), μέσα από τη μελέτη εκτενούς βιβλιογραφίας, εντόπισε και όρισε λειτουργικά ποικιλία παραγόντων που εμπλέκονται στη διαδικασία ΔΓΙ, οι οποίοι διευρύνονται και πέραν από το συναισθηματικό τομέα. Τέτοιοι παράγοντες είναι οι προηγούμενες αντιλήψεις, το ενδιαφέρον, τα κίνητρα, οι επιστημολογικές πεποιθήσεις σχετικά με τη μάθηση αλλά και σχετικά με το περιεχόμενο των Φυσικών Επιστημών, οι αξίες και στάσεις απέναντι στη μάθηση, οι συλλογιστικές δεξιότητες, οι στρατηγικές μάθησης και ο βαθμός γνωστικής εμπλοκής στην επίλυση ενός προβλήματος. Ωστόσο, πρώτοι οι Lee, κ. ά (2003), επεχείρησαν τη συστηματική διάγνωση και μέτρηση των γνωστικών και συναισθηματικών παραγόντων που εμπλέκονται στη διαδικασία ΔΓΙ. Το διεθνές ερευνητικό ενδιαφέρον εστιάζεται στις μέρες μας αφενός μεν στον ακριβή εντοπισμό των μη-γνωστικών παραγόντων που εμπλέκονται στη διαδικασία ΔΓΙ (Kang, Scharmann, Noh, & Koh, 2005) και αφετέρου στον εντοπισμό των ομάδων του μαθησιακού πληθυσμού για τις οποίες η ΔΓΙ αποτελεί καταλληλότερη μεθοδολογική διαδικασία προώθησης εννοιολογικής αλλαγής (Zohar, & Aharon- Kravetsky, 2005. Parker, 2006).

Διαπιστώνονται επίσης κενά στη βιβλιογραφία που σχετίζονται με τον τρόπο με τον οποίο η ΔΓΙ μπορεί να χρησιμοποιηθεί εποικοδομητικά για την προώθηση εννοιολογικής αλλαγής και κατανόησης στις Φυσικές Επιστήμες ή στο σχεδιασμό και την υλοποίηση διδακτικών μεθοδολογιών με τις οποίες ο εκπαιδευτικός θα μπορούσε να διασφαλίσει ότι η διαταραχή γνωστικής ισορροπίας ενεργεί καταλυτικά για εννοιολογική αλλαγή. Παράλληλα, η Carey (2000) υποστήριξε ότι τα παιδιά δεν έχουν πάντοτε επίγνωση του γεγονότος ότι εμπλέκονται διαρκώς σε διαδικασίες οικοδόμησης «επιστημονικών» ερμηνειών και υποστήριξε ότι θα πρέπει να πραγματοποιηθούν έρευνες για τη διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο κάποιες μεταγνωστικές ικανότητες των ατόμων επηρεάζουν τη διαδικασία οικοδόμησης επιστημονικών θεωριών.

Με βάση τις διαπιστώσεις αυτές, σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η μελέτη της επίδρασης και συμβολής γνωστικών και συναισθηματικών παραγόντων καθώς και δημογραφικών χαρακτηριστικών των ατόμων (τάξη, ηλικία, φύλο, γνωστική ικανότητα) στη διαδικασία εννοιολογικής αλλαγής. Η έρευνα απέβλεπε επίσης στη σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την εφαρμογή διαφορετικών διδακτικών προσεγγίσεων και συγκεκριμένα προσεγγίσεων που ενσωματώνουν ή δεν ενσωματώνουν τη διαδικασία ΔΓΙ για την επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής, συνυπολογίζοντας τόσο τις αρχικές αντιλήψεις, όσο και τη γνωστική ικανότητα των ατόμων.

Σημασία της έρευνας

Η παρούσα ερευνητική προσπάθεια φιλοδοξεί να συμβάλει στην παγκόσμια ερευνητική προσπάθεια που αφορά τις δεξιότητες αυτοκατευθυνόμενης μάθησης, διότι μέσω της ορθής εφαρμογής της διαδικασίας της ΔΓΠ παρέχεται η δυνατότητα να εξευρεθούν διδακτικές μεθοδολογίες προώθησης της διαρκούς γνωστικής επαναξιολόγησης της υπάρχουσας γνώσης των ατόμων, με στόχο τη διαρκή αντιπαραβολή της με την «επιστημονικά αποδεκτή» γνώση και την προώθηση της εννοιολογικής αλλαγής.

Η σημασία της παρούσας ερευνητικής προσπάθειας και η συμβολή της στον τομέα της ερευνητικής βιβλιογραφίας και της διδακτικής πρακτικής είναι αφενός θεωρητική και αφετέρου εκπαιδευτική. Η θεωρητική σημασία συνίσταται κατ' αρχήν στην ενίσχυση της προσπάθειας για ενδεδειγμένη κατανόηση και αποκωδικοποίηση της διαδικασίας της εννοιολογικής αλλαγής μέσα από μεθοδολογικές πρακτικές που ενσωματώνουν τη ΔΓΠ. Επιπλέον, η θεωρητική σημασία της παρούσας ερευνητικής εργασίας συνίσταται και στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο παράγοντες που εκτείνονται πέραν από το γνωστικό τομέα (συναισθηματικοί, κοινωνικοί) εμπλέκονται στη διαδικασία Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας και κατ' επέκταση στην εννοιολογική αλλαγή.

Η προσπάθεια φιλοδοξεί επίσης να δημιουργήσει καλύτερη ερευνητική σύνδεση μεταξύ των πορισμάτων που προκύπτουν από τον τομέα της Γνωστικής Ψυχολογίας και της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. Συνεπώς, χρησιμοποιήθηκαν μοντέλα και θεωρίες που έχουν αναπτυχθεί στα πλαίσια της Γνωστικής Ψυχολογίας με στόχο τη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων στις Φυσικές Επιστήμες. Γενικεύοντας τα ερευνητικά αποτελέσματα που προέκυψαν όσον αφορά τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, προτείνονται συνδέσεις για την καλύτερη κατανόηση και αποκωδικοποίηση των διαδικασιών της ΔΓΠ και της εννοιολογικής αλλαγής.

Όσον αφορά την εκπαιδευτική σημασία, διαφαίνεται με ποιο τρόπο η ΔΓΠ μπορεί να διαγνωστεί αποτελεσματικότερα και να χρησιμοποιηθεί ορθότερα για την προώθηση της εννοιολογικής αλλαγής. Ως εκ τούτου, η παρούσα ερευνητική εργασία έχει τη δυνατότητα να αποτελέσει σημείο αναφοράς όσον αφορά την κατάρτιση μελλοντικών εκπαιδευτικών προς την κατεύθυνση της ανάπτυξης μεθοδολογιών ενσωμάτωσης της Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας ως εργαλείου προώθησης της εννοιολογικής αλλαγής. Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες όντως προωθήθηκε η εννοιολογική αλλαγή, εντοπίστηκαν οι συγκεκριμένες ομάδες του μαθητικού πληθυσμού για τις οποίες ήταν αποτελεσματικότερη η χρήση διδακτικών στρατηγικών που ενσωμάτωσαν τη διαταραχή γνωστικής ισορροπίας.

Θεωρητικό Υπόβαθρο

Η οικοδόμηση των εννοιών που σχετίζονται με τη λειτουργία του φυσικού κόσμου γίνεται σταδιακά και πολύ πριν την ένταξη του παιδιού στο σχολείο. Τα παιδιά προσέρχονται επομένως στην τάξη διαθέτοντας πλούσια αποθέματα γνώσεων σχετικά με το φυσικό, βιολογικό και κοινωνικό τους περιβάλλον και είναι φυσικό, αρκετές από τις εννοιολογικές κατασκευές που οικοδομούν πριν τη διδασκαλία να είναι λανθασμένες ή «εναλλακτικές» (Watson, & Konicek, 1990. Davis, 2001. Limon, 2001. Eryilmaz, 2002). Μέσα από τη βιβλιογραφία (Hewson & Hewson, 1984. Hashweh, 1986. Novak, 2002) διαφαίνεται πως ένας από τους κύριους στόχους της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών αποτελεί η επιδίωξη για καλλιέργεια της ικανότητας του ατόμου να αναδιοργανώνει τα γνωστικά του σχήματα, οποτεδήποτε αντιλαμβάνεται ότι αυτά είναι ανεπαρκή για την επεξήγηση συγκεκριμένων φαινομένων. Σύμφωνα με τη Carey (2000), στη βιβλιογραφία της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών παρουσιάζονται λεπτομερείς αναλύσεις εναλλακτικών εννοιολογικών πλαισίων (conceptual frameworks) με τα οποία οι μαθητές προσέρχονται στις σχολικές τάξεις καθώς και των αλλαγών που θα πρέπει να επιδιώκονται ώστε να επιτυγχάνεται η εννοιολογική κατανόηση στην οποία στοχεύει ο εκπαιδευτικός. Συχνά, τα εναλλακτικά νοητικά πλαίσια των μαθητών αποτελούν για τους ίδιους «ορθά» ερμηνευτικά πλαίσια για τον κόσμο με αποτέλεσμα να δικαιολογείται η «αδράνεια» στη διαφοροποίησή τους.

Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών χαρακτηρίστηκαν από πολλούς ερευνητές ως επίμονες (Niaz, 1995. Chan, Burtis, & Bereiter, 1997. Vosniadou, & Brewer, 1997. Limon, 2001. Laburu, & Niaz, 2002) και η αποσταθεροποίησή τους αποτελεί συχνά μια δύσκολη και χρονοβόρα διαδικασία, η οποία δεν επιτυγχάνεται επαρκώς, έστω και όταν τα άτομα αναγνωρίζουν την αναντιστοιχία ανάμεσα στις υπάρχουσες νοητικές τους δομές και στις παρατηρήσεις για τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου. Η Limon (2001) εισηγήθηκε ότι θα πρέπει να διερευνηθούν οι λόγοι για τους οποίους οι μαθητές αντιστέκονται στην εννοιολογική αλλαγή και όταν ακόμη αναγνωρίζουν την αντίφαση που υφίσταται ανάμεσα στις εννοιολογικές τους δομές και στις πληροφορίες που εισέρχονται στο γνωστικό σύστημα από το περιβάλλον. Εισηγήθηκε επίσης ότι η έρευνα θα πρέπει να διερευνήσει τους λόγους για τους οποίους τα άτομα αλλάζουν μερικώς τις πεποιθήσεις και τις θεωρίες τους, ενώ ταυτόχρονα εμμένουν στη βάση της αρχικής τους θεωρίας.

Η ανάπτυξη των δεξιοτήτων που προωθούν την εννοιολογική αλλαγή που ελέγχεται και καθοδηγείται από το ίδιο το άτομο αποτελεί ιδιαίτερη πρόκληση για τον τομέα της

σύγχρονης διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, αφού σχετίζεται άμεσα με την ανάγκη εφαρμογής αποδοτικότερων προσεγγίσεων (Carey, 2000. Novak, 2002). Οι Hewson και Hewson (1984) υποστήριξαν ότι η «εννοιολογική αλλαγή» για κάθε μαθητή σχετίζεται με την «εννοιολογική οικολογία» του, αφού αυτή αποτελεί το πλαίσιο στο οποίο θα λάβει χώρα η εννοιολογική αλλαγή. Η «εννοιολογική οικολογία» περιλαμβάνει στοιχεία από διάφορα πεδία, όπως επιστημολογικές και μεταφυσικές πεποιθήσεις για τη λειτουργία του κόσμου, αναλογίες και μεταφορές, που επιστρατεύονται για την αναδιοργάνωση των γνωστικών σχημάτων. Η εννοιολογική οικολογία του ατόμου καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο μια έννοια ενσωματώνεται στα νοητικά του σχήματα, αφού παρέχει τα κριτήρια βάσει των οποίων λαμβάνονται αποφάσεις σχετικά με την καταλληλότητα ή συμβατότητα ορισμένων εννοιών για την επεξήγηση ενός φαινομένου.

Η διαδικασία κατά την οποία το άτομο αντιλαμβάνεται τη διάσταση ανάμεσα στα δικά του και τα «επιστημονικά αποδεκτά» μοντέλα ή ιδέες αναφέρεται στη βιβλιογραφία με μία ποικιλία όρων όπως «διαταραχή γνωστικής ισορροπίας» (Lee, & Kwon, 2001. Lee, Kwon, Park, Kim, Kwon, & Park, 2003), «εννοιολογική σύγκρουση» (Johnson, & Johnson, 1979), «κοινωνική διαταραχή γνωστικής ισορροπίας» (Bearison, Magzamen, & Filardo, 1986), ή «διαταραχή της γνωστικής ισορροπίας» (Piaget, 1932). Σύμφωνα με τον Piaget (1952), η διαδικασία κατά την οποία το άτομο αντιλαμβάνεται την ανεπάρκεια των γνωστικών του δομών για την επεξήγηση φαινομένων του φυσικού κόσμου πυροδοτεί τις διαδικασίες της αναδιοργάνωσης και της αναπροσαρμογής, μέσω των οποίων ευθυγραμμίζει τις γνωστικές του δομές με την επιστημονικά αποδεκτή γνώση.

Οι Stavay και Berkovitz (1980) υποστήριξαν επίσης πως η επιτυχία οποιασδήποτε διδακτικής προσέγγισης, που ενσωματώνει το μηχανισμό ΔΓΙ με στόχο την επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής, εξαρτάται άμεσα από την ικανότητα του ατόμου να αναγνωρίζει και να επιλύει τη σύγκρουση, όταν αυτή προκύπτει. Για παράδειγμα, οι διαφορετικές αντιλήψεις των παιδιών, όπως εκφράζονται στο περιβάλλον της τάξης, ή η διαφορά ανάμεσα σε ένα φυσικό φαινόμενο και στις προσδοκίες του ατόμου δεν μπορούν να οδηγήσουν σε σύγκρουση αν το άτομο δεν είναι προετοιμασμένο να κατανοεί τέτοιες ιδέες και να προσπαθεί να εντοπίσει τους συσχετισμούς μεταξύ τους.

Οι Dreyfus, κ. ά (1990) υποστήριξαν πως συχνά παρουσιάζεται δυσκολία στην επίτευξη ουσιαστικής ΔΓΙ που να κατανοείται από το άτομο (meaningful conflict). Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, ο Dreyfus και οι συνεργάτες του υποστήριξαν (Dreyfus κ.ά., 1990) ότι η όλη εκπαιδευτική διαδικασία θα πρέπει να επικεντρωθεί στην παροχή κινήτρων, στην

καλλιέργεια κατάλληλων στρατηγικών μάθησης, καθώς και στην καλλιέργεια στάσεων και των κατάλληλων επιστημολογικών πεποιθήσεων των μαθητών. Επιπρόσθετα, οι προϋπάρχουσες γνώσεις επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο αντιμετωπίζονται ασύμφωνα δεδομένα (Chinn, & Brewer, 1993. Limon, 2001). Αν το άτομο έχει πολύ περιορισμένη γνώση για ένα θέμα, δεν μπορεί κανείς να αναμένει εννοιολογική αλλαγή, διότι το επίπεδο κατανόησης μιας νέας έννοιας μπορεί να είναι τόσο χαμηλό που η διαταραχή γνωστικής ισορροπίας να μην έχει κανένα νόημα.

Σύμφωνα με τη θεωρία της εννοιολογικής αλλαγής των Posner κ.ά. (1982), η διδακτική διαδικασία θα πρέπει να προωθεί τη δημιουργία ΔΠ στους μαθητές, μέσα από την εμπλοκή τους σε ποικίλες δραστηριότητες διαφορετικών τύπων, όπως διαλέξεις, επιδείξεις, επίλυση προβλημάτων και εργαστηριακές ασκήσεις. Επίσης, οι Posner κ.ά. (1982) εισηγήθηκαν ότι οι εκπαιδευτικοί πρέπει να προβληματίζονται για το είδος της κατ' οίκον εργασίας που αναθέτουν στους μαθητές. Η κατ' οίκον εργασία θα πρέπει να προωθεί τη ΔΠ ως προετοιμασία για γνωστική αναπροσαρμογή, ενώ η εκπαιδευτική διαδικασία θα πρέπει να οργανώνεται με τρόπο κατά τον οποίο ένα σημαντικό ποσοστό του διδακτικού χρόνου να αφιερώνεται στη διάγνωση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών και στους τρόπους με τους οποίους οι μαθητές αντιστέκονται στην εννοιολογική αλλαγή. Είναι επομένως απαραίτητο οι εκπαιδευτικοί να καταρτίζονται με τρόπο κατά τον οποίο να αναπτύσσουν στρατηγικές διδασκαλίας για την αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών και να έχουν επίγνωση του τρόπου με τον οποίο αυτές παρεμβαίνουν στη διαδικασία γνωστικής αναπροσαρμογής. Από την άλλη πλευρά, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να αναπαριστούν το περιεχόμενο των φυσικών επιστημών ποικιλότροπα (λεκτικά, εικονικά, με μαθηματικά σύμβολα, κ.ο.κ) και να αξιολογούνται μέσω ποικιλίας μεθόδων. Παράλληλα, ο Trumper (1997) εισηγήθηκε ότι μια αποτελεσματική διδακτική στρατηγική αποτελεί ο τεμαχισμός των αρχικών ιδεών των παιδιών σε μικρότερες και σαφέστερα διατυπωμένες έννοιες, αφού, με τον τρόπο αυτό, θα είναι ευκολότερο για τους μαθητές να αναγνωρίζουν τα ασύμφωνα δεδομένα (discrepant events).

Η Carey (2000) πρότεινε επίσης, πως ένας από τους βασικότερους τομείς στους οποίους θα πρέπει να επικεντρωθεί η έρευνα για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών είναι η *περαιτέρω* μελέτη των μηχανισμών που διαπλέκονται στη διαδικασία εννοιολογικής αλλαγής, ούτως ώστε να γίνει εφικτή η κατανόηση των λόγων για τους οποίους φαινομενικά εξαιρετικά Αναλυτικά Προγράμματα (ΑΠ) έχουν αποτύχει ως προς την επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής. Πολλά από τα υπάρχοντα ΑΠ στηρίζονται στην παρουσίαση

επιστημονικών θεωριών με κάποια λογική σειρά ως προς την εξέταση κάποιων εννοιών, η οποία συνήθως εμπλέκει τους μαθητές στην παρουσίαση κάποιου φαινομένου και στη συνέχεια στην παρουσίαση κάποιας επιστημονικής θεωρίας που το επεξηγεί, γεγονός που δεν επιφέρει πάντοτε τα αναμενόμενα αποτελέσματα όσον αφορά την εννοιολογική αλλαγή. Η Carey (2000) υποστήριξε επίσης πως η εφαρμογή κάποιων καινοτομικών διδακτικών παρεμβάσεων που εμπλέκουν τεχνικές μοντελοποίησης ή αναλογίες φαίνεται να οδηγεί σε περισσότερο ενθαρρυντικά αποτελέσματα.

Στα πλαίσια της όλης προσπάθειας για αποτελεσματικότερη προώθηση της εννοιολογικής κατανόησης και της ανοικοδόμησης της γνώσης από τα μέσα της δεκαετίας του '90 και έκτοτε, ορισμένοι ερευνητές (Niaz, 1995. Lee, & Kwon, 2001. Lee, Kwon, Park, Kim, Kwon, & Park, 2003) αντιμετώπισαν τη Διαταραχή γνωστικής ισορροπίας ως βιωματική εμπειρία του ατόμου παρά ως ένα συστατικό της διδασκαλίας, όπως αντιμετωπιζόταν μέχρι τότε. Η αλλαγή αυτή στη φιλοσοφική βάση της εξέτασης της διαδικασίας Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας είχε σημαντική επίδραση τόσο στη μεθοδολογία της έρευνας που εξετάζει το φαινόμενο, όσο και στην επεξήγηση των αντιφατικών μαθησιακών αποτελεσμάτων που παρουσιάζει η ενσωμάτωση της Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας για την επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής και κατανόησης.

Διαπιστώθηκε στη συνέχεια πως παρόλο που οι εκπαιδευτικοί στοχεύουν στην προώθηση της Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας μέσα από τις διδακτικές στρατηγικές που εφαρμόζουν, εντούτοις οι μαθητές συχνά δε βιώνουν τη διαταραχή γνωστικής ισορροπίας. Οι Zimmerman και Blom (1983) διερεύνησαν κατά πόσον η Διαταραχή γνωστικής ισορροπίας είναι στοιχείο απαραίτητο για την κατανόηση της έννοιας της διατήρησης της μάζας και διαπίστωσαν πως η Διαταραχή γνωστικής ισορροπίας αποτελεί συχνά ένα θεωρητικό κατασκεύασμα των εκπαιδευτικών, για να επεξηγηθεί η διαδικασία της κατανόησης διαφόρων εννοιών, ενώ στην ουσία αυτή δε βιώνεται επαρκώς από τα άτομα.

Επιπρόσθετα, οι Lee και Kwon (2001) εισηγήθηκαν ότι για την επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής θα πρέπει να αναπτυχθούν μεθοδολογίες προώθησης και ακριβούς διάγνωσης της ΔΓΙ, η οποία αποτελεί μια πολύπλοκη διαδικασία στην οποία εμπλέκονται πέραν από τους γνωστικούς και συναισθηματικοί παράγοντες. Η μελέτη της εμπλοκής του συναισθηματικού τομέα στη διαδικασία της Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας απασχόλησε τους ερευνητές και παλαιότερα (Chan, Burtis, & Bereiter, 1997. Harrison, & Treagust, 1999. Harrison, & Treagust, 2001. Harrison, Grayson, & Treagust, 1999). Οι Harrison και Treagust (1999. 2001) υπέδειξαν τη σημασία που διαδραματίζει το κοινωνικό περιβάλλον της τάξης

όσον αφορά την παροχή κινήτρων για εννοιολογική αλλαγή. Επιπρόσθετα, οι Chan κ.ά. (1997) εξέφρασαν προβληματισμό ως προς τον τρόπο με τον οποίο το συναίσθημα της «δυσφορίας» που βιώνουν τα άτομα κατά τη διάρκεια της διαδικασίας Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας γενικεύει ένα αρνητικό τρόπο αντιμετώπισης των αρχικών αντιλήψεων των ατόμων. Ωστόσο, με τις έρευνες των Lee και Kwon (2001) και των Lee κ. ά, (2003) τέθηκαν τα θεμέλια για μια πιο συστηματοποιημένη μεθοδολογία διερεύνησης της εμπλοκής του συναισθηματικού τομέα στη διαδικασία της Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας και κατ' επέκτασιν της εννοιολογικής αλλαγής, αφού κάποιιοι συναισθηματικοί παράγοντες- και συγκεκριμένα το ενδιαφέρον και η αγωνία ή το άγχος για την επίλυση ενός προβλήματος- θεωρήθηκαν ως εννοιολογικές κατασκευές που συναποτελούν τη διαταραχή γνωστικής ισορροπίας, ενώ παράλληλα επιχειρήθηκε η ποσοτικοποίησή τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ

Στέλλα Χατζηαχιλλέως - Παπασταύρου

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Οι οικοδομιστικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις αντιμετωπίζουν το άτομο ως ενεργό συμμετέχοντα στη διαδικασία οικοδόμησης της γνώσης και αναγνωρίζουν το ρόλο της προϋπάρχουσας ή αρχικής γνώσης στη μάθηση, καθώς και την αναγκαιότητα επαρκούς σύνδεσης της γνώσης αυτής με το περιεχόμενο της διδασκαλίας και τις νέες έννοιες. Ο μαθητής δεν αντιμετωπίζεται ως ένας άγραφος χάρτης, αλλά ως άτομο που φέρει τις δικές του αντιλήψεις για τη λειτουργία του κόσμου πολύ προτού κάποια φαινόμενα εξεταστούν στο περιβάλλον της σχολικής τάξης. Οι αρχικές ιδέες των μαθητών σε διάφορα γνωστικά πεδία των Φυσικών Επιστημών έχουν απασχολήσει διάφορους ερευνητές, οι οποίοι επιχείρησαν κατά καιρούς να εντοπίσουν τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και να προωθήσουν μεθοδολογίες με τις οποίες αυτές μπορούν να αποσταθεροποιηθούν (Scott κ.ά., 1992. Borges, & Gilbert, 1999. Ronald, & Mikalsken, 2000. Teixeira, 2000. Tytler, 2000).

Η Limon (2001), σε μια πρόσφατη ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, εντόπισε τρεις ευρείες κατηγορίες στρατηγικών που ενσωματώθηκαν κατά καιρούς στις εμπειρικές έρευνες που αφορούν την προώθηση εννοιολογικής αλλαγής και οι οποίες απορρέουν από διάφορα θεωρητικά μοντέλα που περιγράφουν τη διαδικασία εννοιολογικής αλλαγής: Η πρώτη κατηγορία ερευνών αναφέρεται στην ενσωμάτωση της διαδικασίας Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας μέσω της παρουσίασης κάποιων αντιφατικών γεγονότων. Η δεύτερη κατηγορία ερευνών χρησιμοποιεί τις αναλογίες για να καθοδηγήσει την εννοιολογική αλλαγή, ενώ η τρίτη κατηγορία χρησιμοποιεί το κοινωνικό περιβάλλον προωθώντας τη συνεργατική μάθηση και τις ομαδικές συζητήσεις των ιδεών των μαθητών.

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση έχει αναλύσει τις ερευνητικές προσπάθειες στις οποίες προτείνονται θεωρητικά πλαίσια για την περιγραφή της φύσης των εναλλακτικών ιδεών των παιδιών, καθώς και για την προώθηση εννοιολογικής αλλαγής μέσα από την ενσωμάτωση της διαδικασίας Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας. Έγινε επίσης επισκόπηση ερευνών στις οποίες παρουσιάζονται μαθησιακά αποτελέσματα που προέκυψαν από την ενσωμάτωση της διαδικασίας Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας για την προώθηση εννοιολογικής αλλαγής και παρουσιάστηκαν παράλληλα συγκεκριμένοι προβληματισμοί για την αποτελεσματικότητα των προσεγγίσεων αυτών.

Φύση των Εναλλακτικών Αντιλήψεων: Μοντέλα Εννοιολογικής Αλλαγής

Μια από τις βασικότερες παραδοχές του οικοδομισμού αποτελεί το γεγονός ότι όταν το παιδί προσέρχεται στο εκπαιδευτικό σύστημα δεν αποτελεί άγραφο χάρτη, αφού έχει ήδη κάποιες ιδέες για την επεξήγηση φαινομένων του φυσικού κόσμου. Δεν υπάρχει όμως συμφωνία ως προς την επεξήγηση του τρόπου με τον οποίο είναι οργανωμένη η γνώση του παιδιού. Σύμφωνα με κάποιους ερευνητές (Carey, 1985. Carey, 1986. Carey, 2000. McCloskey, 1983. Vosniadou, & Brewer, 1997. Driver, Guesne, & Thibergghien, 1985), οι αντιλήψεις του παιδιού βρίσκονται οργανωμένες σε μοντέλα, δηλαδή σε οργανωμένα σύνολα ιδεών που παρουσιάζουν εσωτερική συνοχή. Σύμφωνα με την Carey (1985, 1986, 2000) οι θεωρίες αυτές παρουσιάζουν εσωτερική συνέπεια και συστηματικότητα.

Η Βοσνιάδου (1992), διερευνώντας τις ιδέες των παιδιών για την αστρονομία, πρότεινε ότι οι διαισθητικές αντιλήψεις οικοδομούνται με βάση την εμπειρία και παρουσιάζουν δομή ανάλογη με εκείνη των επιστημονικών θεωριών. Ανάλογα με τις προϋπάρχουσες δομές γνώσεων, η εμπειρία μπορεί είτε να εμπλουτίσει τις υπάρχουσες δομές, είτε να δημιουργήσει νέες δομές. Μελετώντας την απόκτηση γνώσης στον τομέα της αστρονομίας, η Βοσνιάδου (1992) εισηγήθηκε ότι η διαισθητική αντίληψη έχει ως αφετηρία την καθημερινή εμπειρία στο φυσικό κόσμο. Ωστόσο, η διαισθητική αντίληψη και ο τρόπος με τον οποίο εντάσσεται σε ένα νοητικό μοντέλο και συνδέεται με άλλες έννοιες επηρεάζεται από ένα πλήθος παραγόντων, όπως είναι οι προϋπάρχουσες νοητικές δομές και οι επιστημολογικές και οντολογικές πεποιθήσεις του ατόμου, διότι αυτές καθορίζουν την «αληθινή», για το άτομο, κατάσταση πραγμάτων στο φυσικό κόσμο. Όσο το παιδί αναπτύσσεται γνωστικά, οι οντολογικές και επιστημολογικές πεποιθήσεις του μεταβάλλονται και οι προϋπάρχουσες διαισθητικές νοητικές δομές εμπλουτίζονται και τροποποιούνται.

Ωστόσο, σύμφωνα με άλλους ερευνητές, με κύριο εκπρόσωπο το DiSessa (1988. 1993), οι διαισθητικές αντιλήψεις των παιδιών είναι κατακερματισμένες σε αποσπασματικές ιδέες που συνδέονται μεταξύ τους χαλαρά. Αυτές οι ιδέες, που χαρακτηρίζονται, ως Φαινομενολογικά Πρωτόγονα (Phenomenological Primitives ή P-Prims) (DiSessa, Gillepsie, & Esterly, 2004), αποτελούν στοιχειώδεις και υπεραπλουστευμένες ιδέες που ενεργοποιούνται ανάλογα με το πλαίσιο ή το περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται το άτομο. Επομένως, σύμφωνα με τη θέση αυτή (DiSessa, 1988. 1993. DiSessa, κ. ά., 2004), τα άτομα δεν αναπτύσσουν ολοκληρωμένα και συστηματικά μοντέλα και θεωρίες αλλά οικοδομούν αποσπασματικά τη γνώση κάνοντας αφαιρέσεις από την καθημερινή εμπειρία.

Η αλληλεπίδραση ανάμεσα στις αρχικές αντιλήψεις του ατόμου και της εμπειρίας του από το φυσικό κόσμο μπορεί να υποβοηθήσει το άτομο να αντιληφθεί την ανεπάρκεια των γνωστικών του δομών και κατ' επέκταση να αποτελέσει το ερέθισμα που θα οδηγήσει σε εννοιολογική αλλαγή. Συνεπώς, η εννοιολογική αλλαγή γίνεται πάντοτε με στόχο να καταστήσει τις υπάρχουσες νοητικές δομές του ατόμου επαρκείς για την καλύτερη επεξήγηση των φαινομένων του φυσικού κόσμου.

Στη βιβλιογραφία, έχει παρουσιαστεί σωρεία θεωρητικών μοντέλων που επιχειρούν να επεξηγήσουν τη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής, με πρώτο αυτό των Posner κ.ά. (1982). Το μοντέλο αυτό έχει ως στόχο αρχικά τη διάγνωση των υπαρχουσών ιδεών του ατόμου και μετά τη δημιουργία Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας, για την επίλυση της οποίας απαιτείται η εγκατάλειψη των αντίστοιχων εναλλακτικών ιδεών και η υιοθέτηση περισσότερο αποδεκτών επιστημονικών αντιλήψεων.

Σύμφωνα με τους Posner κ.ά. (1982), η μάθηση αποτελεί ένα είδος διερεύνησης και, ως εκ τούτου, μπορεί να θεωρηθεί ως μια διαδικασία *συνεχούς* εννοιολογικής αλλαγής. Η διαδικασία οικοδόμησης νοήματος ορίστηκε ως εννοιολογική αφομοίωση και ταυτόχρονα όρισαν ως εννοιολογική αναπροσαρμογή τη διαδικασία κατά την οποία τροποποιούνται ή αντικαθίστανται τα υπάρχοντα γνωστικά σχήματα. Για τους Posner κ.ά. (1982), η διαδικασία της αναπροσαρμογής είναι η πιο ριζοσπαστική μορφή εννοιολογικής αλλαγής, χωρίς να σημαίνει ότι είναι απροσδόκητη. Ιδιαίτερα για τον αρχάριο, η γνωστική αναπροσαρμογή είναι μια σταδιακή τροποποίηση των γνωστικών δομών η οποία πυροδοτεί άλλες τροποποιήσεις. Ωστόσο, το τελικό αποτέλεσμα της γνωστικής αναπροσαρμογής είναι μια ουσιαστικής αναδιοργάνωση ή τροποποίηση της εννοιολογικής οικολογίας του ατόμου.

Οι ίδιοι ερευνητές υποστήριξαν ότι η διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής κατευθύνεται από δύο χαρακτηριστικά της εννοιολογικής οικολογίας: Τα ασύμφωνα δεδομένα και τις επιστημολογικές πεποιθήσεις του ατόμου σχετικά με τη φύση της επιστήμης και της γνώσης. Τα ασύμφωνα δεδομένα πυροδοτούν το είδος Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας που προετοιμάζει την εννοιολογική οικολογία του μαθητή για γνωστική αναπροσαρμογή. Όσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός στον οποίο οι μαθητές αναγνωρίζουν κάποια δεδομένα ως ασύμφωνα, τόσο πιθανότερη είναι η εννοιολογική αλλαγή.

Επεκτείνοντας τη θεωρία εννοιολογικής αλλαγής των Posner κ.ά. (1982), οι Chi, Slotta, και deLeeuw (1994) εισηγήθηκαν ένα θεωρητικό μοντέλο το οποίο επεξηγεί με ποιο τρόπο η εννοιολογική αλλαγή προσδιορίζει το βαθμό δυσκολίας ως προς την οικοδόμηση εννοιών, ειδικά στον τομέα της Επιστήμης. Η θεωρία βασίζεται στην παραδοχή ότι οι

οντότητες που αποτελούν τον φυσικό κόσμο κατηγοριοποιούνται σε δύο οντολογικές κατηγορίες, στην «ύλη» και τις «διαδικασίες». Οι ερευνητές (Chi κ.ά., 1994) θεώρησαν ότι η εννοιολογική αλλαγή συνεπάγεται συχνά αλλαγή στην οντολογική κατηγορία που προσδιορίζει το νόημα μιας έννοιας και όρισαν διαφορετικούς παράγοντες που εμπλέκονται στη διαδικασία αυτή. Τέτοιοι παράγοντες είναι οι επιστημολογικές παραδοχές του ατόμου, οι μεταφυσικές παραδοχές που σχετίζονται με τη φύση των εναλλακτικών ιδεών, καθώς και ψυχολογικοί παράγοντες, όπως τα συναισθήματα και οι επιθυμίες του ατόμου.

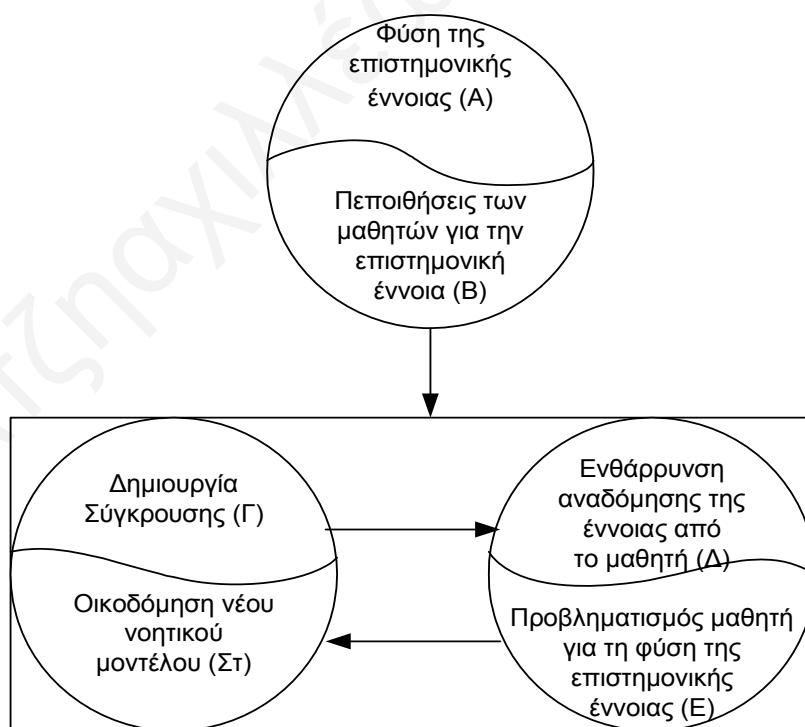
Οι Chi κ.ά. (1994), υποστήριξαν ότι η έννοια της εννοιολογικής αλλαγής αναφέρεται τόσο στις *διαδικασίες* αλλαγής όσο και στο *αποτέλεσμα* των διαδικασιών αυτών. Υποστήριξαν, επίσης, ότι μερικοί από τους λόγους που επεξηγούν γιατί παρουσιάζεται δυσκολία στην κατανόηση κάποιων εννοιών της επιστήμης, είναι η συσχέτισή τους με μαθηματικές έννοιες, το γεγονός ότι συχνά είναι πολύ αφηρημένες για το αναπτυξιακό επίπεδο των παιδιών καθώς και η χρήση τεχνολογικής επιστημονικής ορολογίας, η οποία απέχει από τα καθημερινά βιώματα των παιδιών.

Ωστόσο, οι ίδιοι ερευνητές (Chi κ.ά., 1994) υποστήριξαν ότι αυτά δεν αποτελούν τα βασικά γνωστικά εμπόδια τα οποία αντιμετωπίζουν οι μαθητές στην προσπάθειά τους να κατανοήσουν κάποιες έννοιες και εισηγήθηκαν ότι η βασική δυσκολία στην κατανόηση έγκειται στο ότι υπάρχει ασυμβατότητα μεταξύ της κατηγορικής αναπαράστασης κάποιων εννοιών, όπως γίνεται από τους μαθητές πριν την διδασκαλία, και της οντολογικής κατηγορίας στην οποία μια επιστημονική έννοια στην πραγματικότητα ανήκει. Οι Chi, κ. ά (1994) υποστήριξαν πως υπάρχουν δύο μεγάλες κατηγορίες στις οποίες εντάσσονται οι επιστημονικές έννοιες, η κατηγορία «ύλη» και η κατηγορία «διαδικασίες». Για παράδειγμα, οι ερευνητές εισηγήθηκαν ότι η έννοια του φωτός εντάσσεται- σύμφωνα με την επιστημονικά αποδεκτή άποψη- σε μια υποκατηγορία της οντολογικής κατηγορίας «διαδικασίες». Εάν το άτομο, στα υπάρχοντα νοητικά του σχήματα, έχει κατηγοριοποιήσει το φως στην οντολογική κατηγορία «ύλη», θα αντιμετωπίσει μεγαλύτερο βαθμό δυσκολίας στο να επιτύχει την εννοιολογική αλλαγή από ένα άλλο άτομο που έχει κατηγοριοποιήσει το φως σε μια άλλη υποκατηγορία της οντολογικής κατηγορίας «διαδικασίες».

Στην περίπτωση που παρουσιάζεται τέτοια ασυμβατότητα, απαιτείται η εννοιολογική αλλαγή για να επέλθει η μάθηση. Η προτεινόμενη θεωρία των Chi κ.ά. (1994) προβλέπει ότι η ασυμβατότητα των εννοιών και τα προβλήματα που σχετίζονται με αυτήν, προσδιορίζουν το βαθμό δυσκολίας όσον αφορά την εκμάθηση διαφόρων εννοιών, σε συνδυασμό με διάφορους

άλλους παράγοντες, όπως η συσχέτιση με τα μαθηματικά, η τεχνική ορολογία, τα συναισθήματα του ατόμου, κ.ά.

Οι προσπάθειες θεωρητικής επεξήγησης της διαδικασίας της εννοιολογικής αλλαγής είναι συνεχείς και πρόσφατα η She (2004) έχει προτείνει το μοντέλο της Διπλά Εγκατεστημένης Μάθησης (Dual- Situated Learning Model). Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, η διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής δε στηρίζεται μόνο στη φύση των επιστημονικών ιδεών (A), αλλά και στις πεποιθήσεις των μαθητών για τη φύση των ιδεών αυτών (B). Αφού λοιπόν η διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής στηρίζεται σε αυτά τα δύο στοιχεία (A και B), τα στοιχεία αυτά θα πρέπει να ενσωματώνονται στις δραστηριότητες που στοχεύουν στην οικοδόμηση των επιστημονικά αποδεκτών γνωστικών δομών. Η υιοθέτηση τέτοιων γνωστικών δομών πυροδοτείται μέσα από τη διαδικασία Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας, ενώ η όλη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής στοχεύει και στη δημιουργία κινήτρων και στο να προκαλέσει τη σκέψη του μαθητή σχετικά με τις οντολογικές και επιστημολογικές πεποιθήσεις του όσον αφορά τις επιστημονικές έννοιες. Το μοντέλο της She (2004) φαίνεται στο Σχήμα 1:



Σχήμα 1. Το Μοντέλο της Διπλά Εγκατεστημένης Μάθησης (She, 2004)

Σύμφωνα με το μοντέλο (She, 2004), πρώτα το άτομο θα πρέπει να βιώσει σύγκρουση ανάμεσα στις υπάρχουσες νοητικές του δομές και στις πληροφορίες που δέχεται από το περιβάλλον (Γ), η οποία θα προωθήσει την περιέργεια και το ενδιαφέρον του για αναδόμησή τους (Δ). Με την κατάλληλη ενθάρρυνση, το άτομο είναι σε θέση να προβληματιστεί σε σχέση με τις οντολογικές και επιστημολογικές του πεποιθήσεις που αφορούν τη συγκεκριμένη έννοια (Ε). Έτσι, υπάρχει αυξημένη πιθανότητα οικοδόμησης ενός νέου νοητικού μοντέλου (Στ), αφού το άτομο εμπλέκεται σε μία διαδικασία εποπτικοποίησης και σε προβλέψεις για φαινόμενα στα οποία εμπλέκεται η συγκεκριμένη έννοια. Η She (2004) πρότείνει το σχεδιασμό και εφαρμογή δραστηριοτήτων στις οποίες οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να βιώσουν γνωστικές συγκρούσεις και οι οποίες παράλληλα παρέχουν στους μαθητές κίνητρα για αναδόμηση της γνώσης. Πρότείνει επίσης την εφαρμογή των νέων γνωστικών δομών σε νέες προβληματικές καταστάσεις, με στόχο τη διασφάλιση επιτυχούς εννοιολογικής αλλαγής. Η She (2004) υποστήριξε μάλιστα ότι η διαδικασία εννοιολογικής αλλαγής δεν μπορεί να επιτευχθεί μέσα από ένα διδακτικό επεισόδιο, αλλά μέσα από την εμπλοκή του μαθητή σε ποικιλία διδακτικών επεισοδίων.

Η διαλεκτική που υπάρχει ανάμεσα στις καθημερινές εμπειρίες του ατόμου και στις εμπειρίες που αποκτώνται στα πλαίσια του εκπαιδευτικού συστήματος αποτελεί έναν άλλο, πολύ σημαντικό παράγοντα, που διαπλέκεται στη διαδικασία εννοιολογικής αλλαγής. Σύμφωνα με τους Lee, κ.ά. (2003), οι έννοιες που οικοδομούνται μέσα από καθημερινές εμπειρίες δεν αποτελούν μέρος ενός γνωστικού συστήματος που παρουσιάζει εσωτερική συνοχή, ενώ οι επιστημονικές έννοιες που οικοδομούνται μέσα στο σχολικό περιβάλλον ενσωματώνονται ως μέρος ενός δομημένου συστήματος σχέσεων. Παράλληλα, οι επιστημονικές έννοιες αποτελούν πάντοτε μέρος ενός καλά δομημένου συστήματος το οποίο δημιουργείται σταδιακά.

Κατά συνέπεια, οι μαθητές συχνά αντιστέκονται στην εννοιολογική αλλαγή και εμμένουν στις αρχικές λανθασμένες τους ιδέες, ακόμα κι όταν αντιληφθούν ότι το αποτέλεσμα μιας πειραματικής διαδικασίας διαφέρει από τις προσδοκίες τους (Wichman, Gottdenker, Jonassen, & Milrad, 2003. Watson, & Konicek, 1990). Είναι, λοιπόν, σημαντικό για τα άτομα να εμπλέκονται ενεργά σε μια διαδικασία που να προωθεί τον εντοπισμό και την κατανόηση των ασυνεπειών και των αντιθέσεων μεταξύ των πληροφοριών που προέρχονται από το κοινωνικό και φυσικό περιβάλλον και των υπαρχόντων γνωστικών σχημάτων τους, μέσω της εμπλοκής τους σε αυθεντικές διερευνήσεις. Ο Hashweh (1986) υποστήριξε πώς, για να μπορέσουν να αποκωδικοποιηθούν οι διαδικασίες εννοιολογικής αλλαγής, θα πρέπει να

διερευνηθεί ο βαθμός εμμονής των ατόμων στις αρχικές τους ιδέες, ο τρόπος εσωτερίκευσης νέων εννοιών, καθώς και η διαδικασία της γνωστικής αναπροσαρμογής. Οι διαδικασίες αυτές επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες, οι οποίοι προέρχονται τόσο από το γνωστικό όσο και από το συναισθηματικό τομέα, καθώς και από τις προϋπάρχουσες εμπειρίες του ατόμου.

Παρόμοια ήταν και η προσέγγιση του Νιάζ (1995), όσον αφορά την αποκωδικοποίηση του μηχανισμού εννοιολογικής αλλαγής. Συγκεκριμένα, ο Νιάζ (1995) προχώρησε σε αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας κάποιων διδακτικών προσεγγίσεων, χρησιμοποιώντας ένα οικοδομιστικό- διαλεκτικό πρότυπο και θεωρώντας ότι οι γνωστικές συγκρούσεις που ενσωματώνονται στη διδακτική πρακτική θα πρέπει να πυροδοτούνται από στρατηγικές επίλυσης προβλήματος που οι μαθητές βρίσκουν πειστικές. Αφού οι μαθητές βιώσουν τη διαταραχή γνωστικής ισορροπίας, είναι σημαντικό να τους δοθούν ευκαιρίες για επίλυσή της. Εάν οι στρατηγικές επίλυσης προβλήματος που χρησιμοποιούνται δεν είναι πειστικές για το άτομο, τότε, όπως υποστήριξε ο Νιάζ (1995), είναι πιθανόν να αγνοήσει τα δεδομένα που παρουσιάζονται ως ασύμφωνα και να παραμείνει στις αρχικές του ιδέες. Κάτι ανάλογο συμβαίνει και στην επιστημονική κοινότητα, στην οποία συχνά οι επιστήμονες αρνούνται να τροποποιήσουν κάποιες θεωρίες ακόμα και όταν συναντούν δεδομένα που τις αντικρούουν (Niaz, 1995. Vosniadou & Brewer, 1994. Trumper, 1997. Eryilmaz, 2002).

Η Διαδικασία Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας: Θεωρητικά Μοντέλα και Μαθησιακά Αποτελέσματα.

Η μελέτη της Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας και του ρόλου της στη μαθησιακή διαδικασία αποκαλύπτει μια εξελικτική πορεία ως προς τη διατύπωση ενός γενικά αποδεκτού λειτουργικού ορισμού. Αποκαλύπτει επίσης μια συνεχή ενσωμάτωση παραγόντων στην όλη διαδικασία Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας και φανερώνει ότι αυτή δεν αποτελεί αμιγώς γνωστική διαδικασία. Αφετέρου, ενώ η Διαταραχή γνωστικής ισορροπίας αντιμετωπιζόταν αρχικά ως τμήμα της μεθοδολογίας της διδασκαλίας, εξελικτικά κατέληξε να θεωρείται ως βιωματική εμπειρία του μαθητή, εμπειρία η οποία προωθεί την εννοιολογική αλλαγή και τη μάθηση με κατανόηση. Πολλοί ερευνητές επιχείρησαν να διερευνήσουν τη διαδικασία Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας και τα μαθησιακά της αποτελέσματα κατά τις δεκαετίες του '70 και του '80 (Murray, Ames, & Botvin, 1977. Johnson, & Johnson, 1979. Posner, κ.ά., 1982. Piaget, 1952. Niaz, 1995). Κατά τη δεκαετία του '80, εντοπίστηκε ένας βασικός περιορισμός ως προς τη διερεύνηση αυτού του γνωστικού φαινομένου, που σχετίζεται με το γεγονός ότι η έννοια της Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας δεν είχε καθοριστεί μέχρι τότε με

ακρίβεια (Damon & Killen, 1982. Hashweh, 1986). Έκτοτε, ο σαφής καθορισμός των στοιχείων που θα έπρεπε να ενσωματωθούν στη διαδικασία Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας απασχόλησε τη διεθνή βιβλιογραφία (Harrison, & Treagust, 1999. Lee, & Kwon, 2001. Lee κ.ά., 2003).

Ο προβληματισμός που αφορούσε το σαφή καθορισμό των συστατικών στοιχείων της Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας εστιάστηκε κυρίως γύρω από το κατά πόσον η Διαταραχή γνωστικής ισορροπίας αποτελεί καθαρά γνωστικό φαινόμενο ή κατά πόσον εμπλέκονται σε αυτήν και συναισθηματικοί παράγοντες. Ο ρόλος του συναισθηματικού τομέα στην επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής τονίστηκε αρχικά από τους Harrison και Treagust (1999), οι οποίοι διενήργησαν μια ποιοτική έρευνα με στόχο τη διάγνωση αλλαγών που επισυμβαίνουν στο γνωστικό και συναισθηματικό τομέα κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας της έννοιας της θερμότητας σε παιδιά 11^{ης} τάξης. Οι Harrison και Treagust (1999) διαπίστωσαν πως οι διαισθητικές αντιλήψεις των μαθητών αντιστέκονται στην αλλαγή και παράλληλα εντόπισαν μια αδυναμία των μέχρι τότε μοντέλων που επεξηγούσαν την εννοιολογική αλλαγή (Posner κ.ά., 1982. Hewson, & Hewson, 1992). Η αδυναμία αυτή συνίσταται στην αποτυχία διερεύνησης του ρόλου του κοινωνικού πλαισίου της τάξης στην εννοιολογική αλλαγή. Σύμφωνα με τους Harrison και Treagust (1999), το κοινωνικό πλαίσιο της τάξης έχει τη δυνατότητα να παρέχει κίνητρα καθώς και να υποστηρίζει τους μαθητές στην προσπάθειά τους να αφομοιώνουν νέες και αντιδιαισθητικές γι αυτούς αντιλήψεις.

Διαπιστώθηκε επίσης ότι τα μαθησιακά αποτελέσματα που έχουν προκύψει από την ενσωμάτωση της διαδικασίας Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας στη μαθησιακή διαδικασία είναι αντιφατικά. Το γεγονός αυτό απασχόλησε αρκετούς ερευνητές (Zimmerman, & Blom, 1983. Eylon, & Lynn, 1998. Guzzetti, Snyder, Glass, & Gamar, 1993. Limon, & Carretero, 1997. Linn, 1996. Tsai, 2001. Vosniadou, & Brewer, 1997), μερικοί από τους οποίους (Dreyfus κ.ά., 1990. Eriylmaz, 2002) αμφισβήτησαν την αποτελεσματικότητα της Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας ως διαδικασίας προώθησης της εννοιολογικής αλλαγής.

Τονίστηκε επίσης ότι πολύ συχνά εντοπίζεται μια αδυναμία υποκίνησης γνωστικών συγκρούσεων που προκύπτει από το γεγονός ότι τα άτομα δεν είναι σε θέση να αναγνωρίζουν αντιφατικά ή ανώμαλα δεδομένα (Lee και Kwon, 2001). Αντιφατικό γεγονός, σύμφωνα με τους Kang, Scharmann και Noh (2004), ορίζεται ως μια εμπειρία που παρέχει στο άτομο κάποια νέα στοιχεία που είναι ασύμβατα με τις υπάρχουσες νοητικές του δομές. Το αντιφατικό γεγονός έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει Διαταραχή γνωστικής ισορροπίας, διότι προκαλεί ένα αίσθημα ανισορροπίας, για την εξομάλυνση του οποίου απαιτείται αλλαγή

των υπαρχουσών νοητικών δομών και ευθυγράμμιση με περισσότερο επιστημονικά αποδεκτές αντιλήψεις.

Η Limon (2001), παρουσίασε αντιφατικά δεδομένα σε δύο ομάδες υποκειμένων με αναπτυσσόμενες προϋπάρχουσες γνώσεις όσον αφορά το περιεχόμενο ενός προβλήματος που παρουσιάστηκε σε αυτούς στο γνωστικό αντικείμενο της Ιστορίας. Το δείγμα της έρευνας ήταν 30 καθηγητές Ιστορίας, που ήταν κάτοχοι διδακτορικού διπλώματος με προηγούμενη ερευνητική εμπειρία στο θέμα, και 30 μεταπτυχιακοί φοιτητές που βρίσκονταν στο τελευταίο στάδιο απόκτησης τίτλου Μάστερ στην Ιστορία. Η έρευνα της Limon (1995) έδειξε πως, παρόλο που η παρουσίαση αντιφατικών δεδομένων βοήθησε τους μεταπτυχιακούς φοιτητές να συνειδητοποιήσουν κάποιες αντιφάσεις που υπήρχαν στις απαντήσεις τους, εντούτοις οι περισσότεροι από αυτούς επέδειξαν επιμονή στις αρχικές τους αντιλήψεις. Ωστόσο, οι καθηγητές που συμμετείχαν τροποποίησαν τις απόψεις τους, ώστε να δώσουν πιο ολοκληρωμένες απαντήσεις στο πρόβλημα, συμπεριλαμβάνοντας στις απαντήσεις τους ένα συνδυασμό των αρχικών τους ιδεών και των αντιφατικών δεδομένων. Οι καθηγητές επεξεργάστηκαν τα ασύμφωνα ή αντιφατικά δεδομένα με τρόπο που τροποποιούσε τις αρχικές τους αντιλήψεις. Οι αλλαγές όμως στις αρχικές τους αντιλήψεις ήταν επιφανειακές και κανένας δεν προέβη σε ριζική αναδιοργάνωση των γνωστικών του σχημάτων.

Οι Laburu και Niaz (2002) μελέτησαν τις αντιδράσεις 32 Βραζιλιανών μαθητών ηλικίας 16-18 ετών κατά τη διάρκεια της συμμετοχής τους σε δραστηριότητες κατανόησης των εννοιών της θερμότητας και της θερμοκρασίας. Στόχος της ερευνητικής τους προσπάθειας ήταν να διαπιστωθεί ο βαθμός επιμονής των μαθητών στις διαισθητικές τους ιδέες όσον αφορά την εγκατάλειψη της εναλλακτικής άποψης που συχνά υιοθετούσαν, ότι η θερμότητα αποτελεί υλικό σώμα (καλορική θεωρία). Στόχο της ερευνητικής προσπάθειας των Laburu και Niaz (2002) αποτέλεσε και η διερεύνηση κατά πόσον οι μαθητές διαφοροποιούσαν την έννοια της θερμότητας από την έννοια της θερμοκρασίας.

Οι ερευνητές (Laburu & Niaz, 2002) υιοθέτησαν το θεωρητικό πλαίσιο του Lakatos (1974), σύμφωνα με το οποίο η επιστημονική κοινότητα αντιστέκεται στις αλλαγές που αφορούν το βασικό πυρήνα (hard core) μιας θεωρίας, αγνοώντας δεδομένα που είναι αντίθετα με τη θεωρία ή δημιουργώντας υβριδικές θεωρίες. Οι Laburu και Niaz (2002) διαπίστωσαν επίσης πως οι μαθητές οικοδομούν εναλλακτικά μοντέλα για τη λειτουργία του κόσμου, τα οποία βρίσκονται σε αρμονία με τις γενικότερες οντολογικές και επιστημολογικές τους πεποιθήσεις. Στις περιπτώσεις που επιχειρήθηκε εννοιολογική αλλαγή μέσα από γνωστικές συγκρούσεις, οι μαθητές συχνά προστάτευαν τον πυρήνα ή τις βασικές παραδοχές των

εναλλακτικών τους μοντέλων και δημιουργούσαν κάποια υβριδικά μοντέλα, τα οποία αποτελούσαν ένα συνδυασμό των αρχικών τους αντιλήψεων και των επιστημονικά αποδεκτών ιδεών. Ωστόσο, η μεθοδολογία που χρησιμοποίησαν οι Laburu και Niaz (2002) έδειξε πως όταν οι γνωστικές συγκρούσεις υποκινούνται μέσα από ομαδικές συζητήσεις των ιδεών των μαθητών, στις οποίες προωθείται ένας διαρκής αναστοχασμός επί των εναλλακτικών ιδεών ή των καταστάσεων στις οποίες παρουσιάζονται συγκρούσεις, οι μαθητές οικοδομούν νοητικά μοντέλα τα οποία γίνονται εξελικτικά πιο σύνθετα και ορθότερα και τα οποία επεξηγούν πιο ενδελεχώς τα φυσικά φαινόμενα.

Σε μια προσπάθεια διερεύνησης του ρόλου της Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας ως στρατηγικής επίλυσης προβλήματος στη Χημεία, ο Niaz (1995) εισηγήθηκε πως μετά την εισαγωγή της Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας, το άτομο πρέπει να βιώσει εμπειρίες που να διευκολύνουν την επίλυση της σύγκρουσης. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με μια διαλεκτική οικοδομιστική προσέγγιση. Ο Niaz (1995), χρησιμοποίησε δύο ομάδες φοιτητών από τη Βενεζουέλα, εκ των οποίων η μια θεωρήθηκε ως πειραματική και η άλλη ως ομάδα ελέγχου. Η πειραματική ομάδα επιχείρησε την επίλυση προβλήματος με την εισαγωγή της Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας, ενώ η ομάδα ελέγχου δε χρησιμοποίησε τη διαταραχή γνωστικής ισορροπίας. Οι φοιτητές εξετάστηκαν περιοδικά κατά την διάρκεια ενός εξαμήνου στην επίλυση προβλημάτων μέσω πέντε γραπτών δοκιμών.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι φοιτητές της πειραματικής ομάδας παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά από την ομάδα ελέγχου στα τέσσερα από τα πέντε μεταπειραματικά δοκίμια. Ο Niaz (1995) τόνισε το ρόλο του εκπαιδευτικού στην παρουσίαση των κατάλληλων προβληματικών καταστάσεων στα άτομα. Οι προβληματικές αυτές καταστάσεις συνήθως αποσταθεροποιούν τις υπάρχουσες νοητικές αναπαραστάσεις των ατόμων. Ο ερευνητής εισηγήθηκε πως η πρόκληση της Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας πρέπει να γίνεται με μία σειρά βημάτων ή αντιφατικών καταστάσεων, ούτως ώστε να διασφαλίζεται η προσοχή των μαθητών. Το γεγονός ότι κάποιοι μαθητές δεν εγκαταλείπουν εύκολα τα υπάρχοντα νοητικά τους σχήματα ακόμα και μετά από συστηματική διδασκαλία κατά την οποία βιώνουν τη διαταραχή γνωστικής ισορροπίας παρουσιάζει αναλογίες με την εξέλιξη των επιστημονικών θεωριών. Ως εκ τούτου, ακόμα και όταν οι μαθητές βιώσουν τη διαταραχή γνωστικής ισορροπίας και αντιληφθούν την ανεπάρκεια των διαισθητικών τους αντιλήψεων για την επεξήγηση φαινομένων του φυσικού κόσμου, προτιμούν να δημιουργούν υβριδικά μοντέλα που συνδυάζουν τις διαισθητικές και τις επιστημονικά αποδεκτές αντιλήψεις, αντί να ανασχηματίζουν τις υπάρχουσες νοητικές τους δομές.

Καταλήγοντας, ο Niaz (1995) εισηγήθηκε πως η διαδικασία εννοιολογικής αλλαγής πρέπει να ακολουθεί πάντοτε μία σειρά από τρία στάδια. Αρχικά, οι μαθητές θα πρέπει να αναγνωρίζουν τα αντιφατικά δεδομένα, μέσα από βιωματικές εμπειρίες. Ακολούθως, βασισμένοι στις εμπειρίες αυτές, οι μαθητές θα πρέπει να αποσταθεροποιούν τα υπάρχοντα θεωρητικά τους πλαίσια και πεποιθήσεις και τέλος θα πρέπει να οικοδομούν μια νέα και βελτιωμένη θεωρία η οποία να επεξηγεί τα φαινόμενα. Αυτό αποτελεί μια χρονοβόρα και επίπονη διαδικασία η οποία προϋποθέτει ότι τα άτομα θα έχουν την ευκαιρία να βιώνουν ποικιλία εμπειριών που να υποδεικνύουν την ανεπάρκεια των νοητικών τους δομών.

Οι Chan, Burtis και Bereiter (1997) υποστήριξαν ότι η προσέγγιση οικοδόμησης της γνώσης (Knowledge Building) επεξηγεί κάποια από τα αντιφατικά αποτελέσματα του μηχανισμού Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας. Σύμφωνα με αυτούς, οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών είναι σταθερά παγιωμένες και δύσκολα τροποποιούνται. Υποστήριξαν επίσης πως η εννοιολογική αλλαγή, όπως ορίστηκε μέσα από τη θεωρία των Posner κ.ά. (1982), στηρίζεται στον εντοπισμό των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών και στην εμπλοκή των μαθητών σε πειραματικές διαδικασίες οι οποίες έρχονται σε αντίθεση με τις αρχικές ιδέες τους με στόχο τη σταδιακή τροποποίηση ή αναδόμηση των ιδεών αυτών. Ωστόσο, υποστήριξαν πως, ακόμα και όταν οι μαθητές έρχονται αντιμέτωποι με αντιφατικά δεδομένα και βιώνουν τη διαταραχή γνωστικής ισορροπίας, η σύγκρουση αυτή συχνά δεν έχει νόημα για τους μαθητές ή δεν τους προκαλεί δυσφορία.

Οι ίδιοι ερευνητές (Chan κ.ά., 1997) υποστήριξαν την ύπαρξη δύο αντιφατικών προσεγγίσεων όσον αφορά την κατανόηση νέων εννοιών: Την απ' ευθείας αφομοίωση, η οποία αναφέρεται στην ενσωμάτωση των νέων εννοιών σε υπάρχοντα νοητικά σχήματα, και στην οικοδόμηση της γνώσης (knowledge building) σύμφωνα με την οποία η νέα έννοια αντιμετωπίζεται ως ένα πρόβλημα το οποίο χρήζει επίλυσης. Οι ερευνητές θεώρησαν επομένως ότι ο συνδυασμός των δύο αυτών προσεγγίσεων μπορεί να αποτελέσει ένα επαρκές θεωρητικό υπόβαθρο για την επεξήγηση των παραγόντων που αναφέρονται στην εμμονή κάποιων αρχικών αντιλήψεων και στην προώθηση εννοιολογικής αλλαγής. Υποστήριξαν επίσης ότι αρκετές από τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών δεν αποσταθεροποιούνται εύκολα, διότι αφομοιώνονται απ' ευθείας στις υπάρχουσες γνωστικές δομές που σχετίζονται με τις καθημερινές τους εμπειρίες. Η αποσταθεροποίηση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών, για να είναι αποτελεσματική, πρέπει να γίνεται από τους ίδιους τους μαθητές ούτως ώστε το σύνολο των γνωστικών τους δομών να αποτελεί ένα δίκτυο που να χαρακτηρίζεται από εσωτερική συνοχή. Είναι φυσικά πιθανότερο, οι μαθητές που οικοδομούν από μόνοι τους

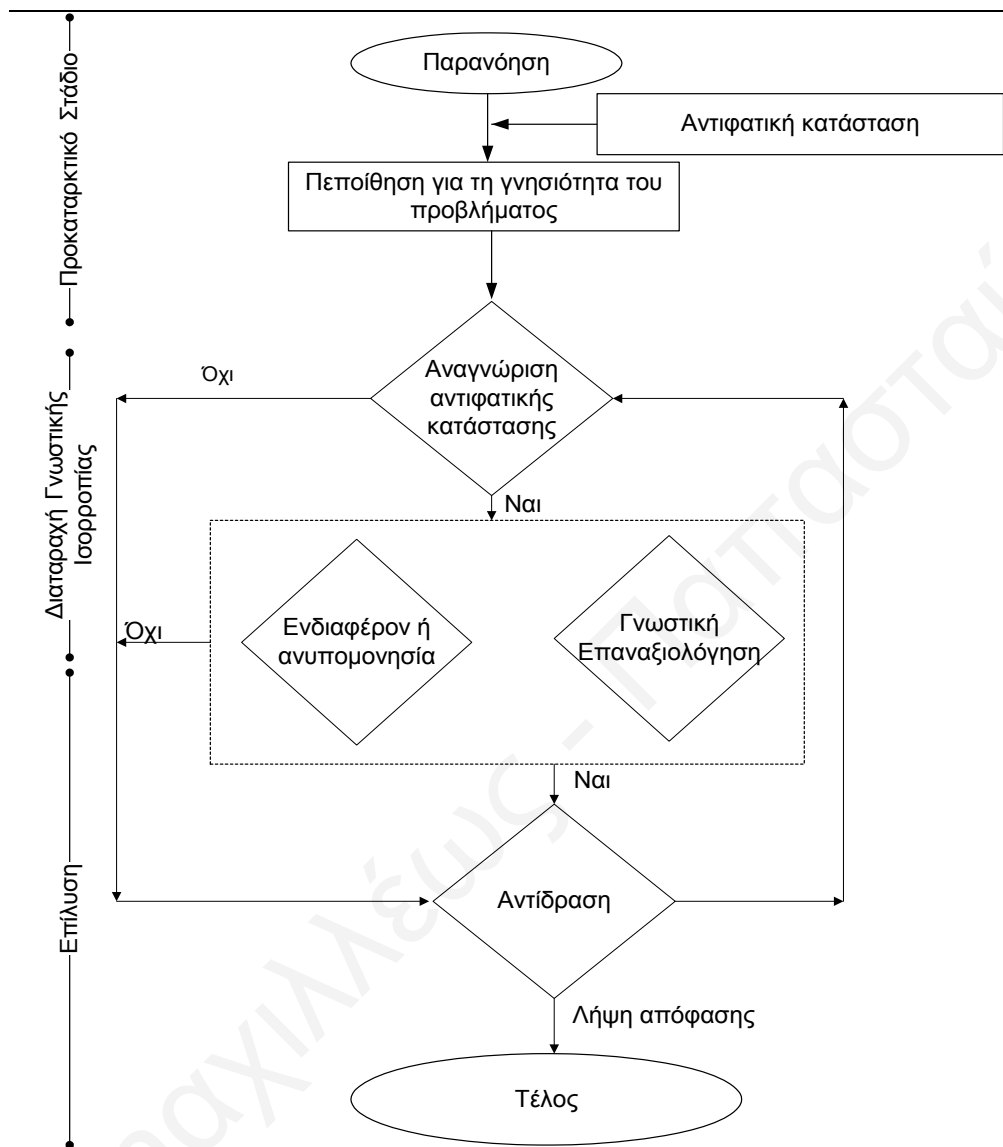
τη γνώση, να παρουσιάζουν καθυστέρηση όσον αφορά την ερμηνεία φαινομένων, να αναγνωρίζουν όμως καλύτερα το βαθμό δυσκολίας στην κατανόηση διαφόρων εννοιών και να αποφεύγουν την εξίσωση κάποιων οντολογικά ασύμβατων εννοιών με τις υπάρχουσες νοητικές τους δομές.

Ο δεύτερος στόχος της έρευνας των Chan κ.ά. (1997) ήταν η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της χρήσης αντιφατικών δεδομένων και η εξέταση της συσχέτισής της με οικοδομιστικές προσεγγίσεις στη μάθηση (knowledge building approaches). Τα αποτελέσματα που εντοπίστηκαν ως προς την αποτελεσματικότητα των στρατηγικών που αξιοποιούν τη διαταραχή γνωστικής ισορροπίας ως μέσο για την προώθηση εννοιολογικής αλλαγής είναι αντιφατικά. Οι μαθητές θα πρέπει να βιώνουν το αίσθημα δυσφορίας που πηγάζει από το γεγονός ότι οι υπάρχουσες γνωστικές τους δομές δεν είναι επαρκείς για την επεξήγηση φαινομένων και να αναπροσαρμόζουν τα γνωστικά τους σχήματα, ώστε να επεξεργάζονται κάποιες πληροφορίες. Κατέληξαν λοιπόν στο συμπέρασμα ότι η Διαταραχή γνωστικής ισορροπίας από μόνη της αποτελεί αναγκαία αλλά όχι και ικανή συνθήκη για εννοιολογική αλλαγή, αφού η αντιμετώπιση των αρχικών ιδεών των παιδιών ως κάτι το προβληματικό περιορίζει τη διαδικασία της αναπροσαρμογής. Επίσης, συμπέραναν πως οι μαθητές θα πρέπει να καταστούν ικανοί να οικοδομούν τη γνώση σε άγνωστα γι' αυτούς περιβάλλοντα (contexts).

Βασισμένοι σε μια εκτενή ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, οι Lee και Kwon (2001) όρισαν τη διαταραχή γνωστικής ισορροπίας ως ένα γνωστικό μηχανισμό κατά τον οποίο το άτομο αντιλαμβάνεται την ύπαρξη διάστασης είτε ανάμεσα στα γνωστικά του σχήματα και σε διάφορες πληροφορίες που δέχεται από το περιβάλλον, είτε ανάμεσα σε διάφορα συστατικά των επιμέρους γνωστικών του σχημάτων. Σε μια προσπάθεια αποκωδικοποίησης του μηχανισμού Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας και συγκεκριμενοποίησης του ρόλου της στη μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες, οι Lee και Kwon (2001) ανέπτυξαν το Μοντέλο της Διαδικασίας Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας (Σχήμα 2), το οποίο βασίζεται σε δύο παραδοχές. Πρώτον, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του ατόμου, σε συνδυασμό με το περιβάλλον, επηρεάζουν τη διαδικασία Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας και, δεύτερον, τα συστατικά της Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας επηρεάζουν σημαντικά τη συμπεριφορά του ατόμου. Το μοντέλο τους παρουσιάζεται στο Σχήμα 2 και αποτελεί το προϊόν διαχρονικής μελέτης για τον εντοπισμό των συστατικών της Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας (Lee, 1990. Lee, 1998. Kwon, Park, Kim, Lee & Lee, 2000. Lee & Kwon, 2001). Στην προσπάθειά τους αυτή μελέτησαν κανονικότητες που παρουσιάζονται στις αντιδράσεις των ατόμων μετά

την παρουσίαση αντιφατικών δεδομένων σε αυτά. Συγκεκριμένα, ο Lee (1990, 1998) και οι Lee και Kwon (2001) μελέτησαν λεκτικές και μη λεκτικές αντιδράσεις των ατόμων μετά την αντιμετώπιση προβληματικών καταστάσεων που έρχονταν σε αντίθεση με τις υπάρχουσες νοητικές τους δομές και ομαδοποίησαν τις συμπεριφορές αυτές σε κατηγορίες. Διασταύρωσαν επίσης τις συμπεριφορές αυτές με άλλες συμπεριφορές που περιγράφονται στις έρευνες των Chinn και Brewer (1998) και Chan κ.ά. (1997). Διενήργησαν ακόμα και ατομικές κλινικές συνεντεύξεις κατά τις οποίες τα άτομα καλούνταν να εκφράσουν ελεύθερα τις σκέψεις και τα συναισθήματά τους κατά τη διάρκεια της εμπλοκής τους στη διαδικασία της παρουσίασης των αντιφατικών δεδομένων και της επίλυσης του προβλήματος.

Σύμφωνα με το μοντέλο που προέκυψε μέσα από την εργασία των Lee και Kwon (2001), η διαδικασία ΔΓΙ αποτελείται από τρία στάδια: Το *προκαταρκτικό*, κατά το οποίο το άτομο αναγνωρίζει μια κατάσταση ως ασύμβατη με τα υπάρχοντα γνωστικά του σχήματα, το στάδιο της *σύγκρουσης*, κατά το οποίο το άτομο βιώνει τη διαταραχή γνωστικής ισορροπίας και το στάδιο της *επίλυσης της Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας*, κατά το οποίο το άτομο καταλήγει στην αναδόμηση των αρχικών νοητικών του σχημάτων. Σύμφωνα με τους ερευνητές (Lee & Kwon, 2001), τίθεται επιτακτικά η ανάγκη βελτίωσης των μεθόδων αξιολόγησης της ΔΓΙ καθώς και η εποικοδομητική διαχείριση της ΔΓΙ από τους εκπαιδευτικούς, ούτως ώστε να προωθείται αποτελεσματικότερα η εννοιολογική αλλαγή.



Σχήμα 2. Το Μοντέλο της Διαδικασίας Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας (Lee & Kwon, 2001)

Ως αποτέλεσμα του Μοντέλου της Διαδικασίας Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας, αναπτύχθηκε το Εργαλείο Μέτρησης Επιπέδων Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας (ΕΜΕΔΓΙ), από τους Lee, Kwon, Park, Kim, Kwon και Park (2003). Το εργαλείο βασίζεται στο Μοντέλο Διαδικασίας Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας και αποτελείται από τέσσερα συστατικά. Προηγείται απαραίτητα (α) η αναγνώριση αντιφατικών δεδομένων, που μπορεί να δημιουργήσει (β) ενδιαφέρον ή (γ) αγωνία και έπεται ανάλογα (δ) η γνωστική επαναξιολόγηση. Το ΕΜΕΔΓΙ αποτελείται από 12 δηλώσεις, τρεις για κάθε συστατικό στοιχείο της Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας, στις οποίες το υποκείμενο καλείται να

επιδειξεί το βαθμό συμφωνίας του σε κλίμακα Likert (0-4). Οι τρεις πρώτες δηλώσεις επιδιώκουν τη μέτρηση της ικανότητας αναγνώρισης αντιφατικών δεδομένων. Ακολουθούν τρεις δηλώσεις στις οποίες επιδιώκεται η μέτρηση του ενδιαφέροντος και τρεις δηλώσεις που επιδιώκουν τη μέτρηση του άγχους ή της αγωνίας του υποκειμένου για επίλυση του προβλήματος. Το ΕΜΕΔΓΙ καταλήγει με τρεις δηλώσεις στις οποίες επιδιώκεται η διάγνωση του βαθμού στον οποίο το άτομο προβαίνει σε γνωστική επαναξιολόγηση των αρχικών νοητικών του σχημάτων, όπως το ίδιο αντιλαμβάνεται την επαναξιολόγηση αυτή (self-reported cognitive reappraisal). Η συγκεκριμένη προσέγγιση εφαρμόστηκε σε διδασκαλία στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας των Lee κ.ά. (2003), το ΕΜΕΔΓΙ αποτελεί ένα έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο για τη μέτρηση των επιπέδων Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας (ΔΓΙ). Η παραγοντική ανάλυση που διενεργήθηκε στις δηλώσεις του ΕΜΕΔΓΙ επιβεβαίωσε το Μοντέλο Επιπέδων Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας και συγκεκριμένα ότι η διαδικασία Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας αποτελείται από τέσσερις εννοιολογικές κατασκευές: την αναγνώριση αντιφατικών δεδομένων, το ενδιαφέρον, την αγωνία/ άγχος καθώς και την γνωστική επαναξιολόγηση.

Το σημαντικότερο στοιχείο της θεωρίας των Lee και Kwon (2001), αποτελεί το γεγονός ότι δεν αντιμετωπίζει τη διαταραχή γνωστικής ισορροπίας ως ένα αμιγώς εσωτερικό γνωστικό φαινόμενο, αλλά ενσωματώνει επίσης συναισθηματικούς και κοινωνικούς παράγοντες (ενδιαφέρον και άγχος ή αγωνία για την επίλυση ενός προβλήματος, το κοινωνικό περιβάλλον της τάξης) ενώ παράλληλα προτείνει μια μεθοδολογία μέτρησης των παραγόντων αυτών. Τέτοιοι παράγοντες λήφθηκαν υπόψη και από τη Limon (2001), η οποία υποστήριξε πως, παρόλο που η διαταραχή γνωστικής ισορροπίας είναι μια εσωτερική γνωστική διαδικασία, οι κοινωνικοί παράγοντες μπορούν να προωθήσουν ευκολότερη αναγνώριση μιας αντιφατικής κατάστασης και κατ' επέκταση αποτελεσματικότερη εννοιολογική αλλαγή.

Μετά τη διατύπωση του Μοντέλου Διαδικασίας Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας (ΜΔΔΓΙ) από τους Lee και Kwon (2001) και τη δημιουργία του Εργαλείου Μέτρησης Επιπέδων Διαταραχής της Γνωστικής Ισορροπίας (ΕΜΕΔΓΙ) (Lee κ.ά., 2003), το ερευνητικό ενδιαφέρον εστιάστηκε σε δύο κυρίως τομείς: Πρώτον, την ποσοτικοποίηση του βαθμού Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας που βιώνεται από τα άτομα και δεύτερον τον εντοπισμό των ομάδων του μαθητικού πληθυσμού για τις οποίες οι προσεγγίσεις που ενσωματώνουν τη διαδικασία Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας είναι πιο αποτελεσματικές.

Οι Kang, Scharmann και Noh (2004) όρισαν και ποσοτικοποίησαν το βαθμό Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας που προκύπτει από την παρουσίαση ενός αντιφατικού

δεδομένου, λαμβάνοντας υπόψη μόνο το γνωστικό τομέα. Διερεύνησαν, λοιπόν, τη σχέση ανάμεσα στη Διαταραχή γνωστικής ισορροπίας και την εννοιολογική αλλαγή καθώς και την επίδραση των ατομικών χαρακτηριστικών των υποκειμένων στην όλη εμπειρία. Οι Kang κ.ά. (2004) εφάρμοσαν ένα πειραματικό σχεδιασμό για τη μέτρηση της ικανότητας λογικής σκέψης (logical thinking ability), και την ικανότητα των ατόμων για απόκτηση/ ανάκληση πληροφοριών. Η ικανότητα των ατόμων για εντοπισμό και επεξεργασία πληροφοριών μπορεί να είναι εξαρτημένη ή ανεξάρτητη από το πεδίο στο οποίο ενσωματώνονται (field dependence/ independence). Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι η εννοιολογική κατανόηση ήταν αποτελεσματικότερη όσο η γνώση ήταν περισσότερο ανεξαρτημένη από το περιβάλλον στο οποίο οικοδομούνταν (field independence). Επίσης, η εννοιολογική κατανόηση ήταν αποτελεσματικότερη όσο μεγαλύτερη ήταν η ικανότητα των υποκειμένων να εφαρμόζουν στρατηγικές για την οργάνωση των δεδομένων που συνέλεξαν. Καταλήγοντας, οι Kang κ.ά. (2004) τόνισαν την ύπαρξη συσχέτισης ανάμεσα στη Διαταραχή γνωστικής ισορροπίας και την εννοιολογική κατανόηση και θεώρησαν ότι η εμπειρία που βιώνει το άτομο κατά τη διάρκεια της Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας επηρεάζεται άμεσα από τη γνωστική ικανότητα του ατόμου, καθώς και από την ικανότητά του να αποσυνδέει τη γνώση από το περιβάλλον στο οποίο αρχικά οικοδομείται και να την ενεργοποιεί όποτε χρειάζεται για την επίλυση κάποιου νέου προβλήματος.

Οι Zohar και Aharon- Kravetsky (2005) μελέτησαν τις συνθήκες κάτω από τις οποίες βιώνεται η Διαταραχή γνωστικής ισορροπίας και επιχείρησαν να εντοπίσουν τις επιδράσεις του περιβάλλοντος στο οποίο βιώνεται η Διαταραχή γνωστικής ισορροπίας στη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής. Οι ερευνητές έκαναν σύγκριση της αποτελεσματικότητας της διδασκαλίας του ελέγχου μεταβλητών σε μαθητές δύο διαφορετικών ακαδημαϊκών επιπέδων με τη χρήση δύο διαφορετικών μεθόδων (ενσωμάτωση ή μη της Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας). Οι Zohar και Aharon- Kravetsky (2005) δεν εντόπισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αφορά την επίδραση της μεθόδου διδασκαλίας στην ακαδημαϊκή επίδοση των μαθητών για την πειραματική και την ομάδα ελέγχου. Ωστόσο, εντόπισαν στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση ανάμεσα στη μέθοδο διδασκαλίας και την ακαδημαϊκή επίδοση. Συγκεκριμένα, μαθητές με υψηλή ακαδημαϊκή επίδοση επωφελήθηκαν περισσότερο από τη στρατηγική που ενσωμάτωσε τη Διαταραχή γνωστικής ισορροπίας, ενώ μαθητές με χαμηλή ακαδημαϊκή επίδοση επωφελήθηκαν περισσότερο από την απ' ευθείας διδασκαλία. Καταλήγοντας, οι Zohar και Aharon- Kravetsky (2005), επισήμαναν ότι η εννοιολογική αλλαγή αποτελεί μια σταδιακή πορεία εξέλιξης της γνώσης και άρα ο σχεδιασμός

κατάλληλων περιβαλλόντων μάθησης που να την προωθούν αποτελεί πρόκληση για ανανεωμένες ερευνητικές και εκπαιδευτικές εφαρμογές.

Στέλλα Χατζηαχιλλέως - Παπασταύρου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

Στέλλα Χατζηαχιλλέως - Παπασταύρου

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Οι Συμμετέχοντες στην Έρευνα

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις. Στα πλαίσια της ποσοτικής έρευνας ακολουθήθηκε στρωματοποιημένη δειγματοληψία που λάμβανε υπόψη τόσο την περιοχή στην οποία βρισκόταν κάθε σχολείο όσο και το ηλικιακό επίπεδο των μαθητών. Συγκεκριμένα, επιλέγηκαν εννέα σχολεία, επτά Δημοτικά και δύο Γυμνάσια, των πόλεων και επαρχιών Λευκωσίας και Λάρνακας. Η επιλογή των σχολείων έγινε λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες που διευκόλυναν την έρευνα χωρίς όμως να αναιρούνται βασικές προϋποθέσεις της. Συγκεκριμένα, επιλέγηκαν σχολεία στα οποία φοιτούσαν μαθητές από διάφορα κοινωνικο-οικονομικά στρώματα και στα οποία υπήρχαν εκπαιδευτικοί οι οποίοι ήταν πρόθυμοι να λειτουργήσουν ως σύνδεσμοι και να διαθέσουν διδακτικό χρόνο για τους σκοπούς της παρούσας έρευνας. Ακολούθως, από τα σχολεία που επιλέγηκαν, έγινε τυχαία δειγματοληψία τμημάτων Δ' και Στ' Δημοτικού καθώς και Β' Γυμνασίου, και τοποθέτησή τους στην πειραματική ομάδα και στην ομάδα ελέγχου.

Αναλυτικότερα, επιλέγηκαν συνολικά δεκαεννέα (19) τμήματα (άθικτες τάξεις), Δ' και Στ' Δημοτικού και Β' Γυμνασίου, τα οποία τοποθετήθηκαν σε δύο ομάδες, την Πειραματική Ομάδα (ΠΟ) και την Ομάδα Ελέγχου (ΟΕ). Δόθηκε ιδιαίτερη σημασία ώστε σε σχολεία τα οποία συμμετείχαν με περισσότερα του ενός τμημάτων, αυτά να τοποθετούνται και στις δύο ομάδες, όπως επίσης και στο να υπάρχει ισορροπία μεταξύ των αριθμών συμμετεχόντων στην ΠΟ και στην ΟΕ συνολικά, αλλά και ως προς το φύλο και την καταγωγή (αστική- αγροτική). Λόγω του γεγονότος ότι τα τμήματα στα περισσότερα σχολεία της υπαίθρου αποτελούνται από μικρότερο αριθμό μαθητών σε σχέση με τα σχολεία της πόλης αλλά και γενικότερα της χαμηλότερης αναλογίας πληθυσμού που κατοικεί στις αγροτικές σε σχέση με τις αστικές περιοχές, επιλέγηκε μεγαλύτερο αναλογικά δείγμα συμμετεχόντων από την πόλη. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα τμήματα (άθικτες τάξεις) που συμμετείχαν στην έρευνα ανά σχολείο και περιοχή.

Πίνακας 1

Κωδικοί Τμημάτων που Συμμετείχαν στην Έρευνα

Σχολείο	Τάξη	ΠΟ	ΟΕ
Λευκωσία (Πόλη)			
Α	Δ' Δημοτικού	4ΠΟΠ1	
	Στ' Δημοτικού	6ΠΟΠ2	
Β	Στ' Δημοτικού		6ΟΕΠ3
Γ	Στ' Δημοτικού	6ΠΟΠ4	
	Δ' Δημοτικού		4ΟΕΠ5
Δ	Δ' Δημοτικού	8ΠΟΠ6	
		8ΠΟΠ7	
			8ΟΕΠ8
Λευκωσία (Υπαιθρος)			
Ε	Δ' Δημοτικού	4ΠΟΧ9	
	Στ' Δημοτικού		6ΟΕΧ10
Στ'	Β' Γυμνασίου	8ΠΟΧ11	
	Β' Γυμνασίου		8ΟΕΧ12
	Β' Γυμνασίου		8ΟΕΧ13
Λάρνακα (Πόλη)			
Ζ	Δ' Δημοτικού	4ΠΟΠ14	
	Δ' Δημοτικού		4ΟΕΠ15
	Στ' Δημοτικού		6ΟΕΠ16
Λάρνακα (Υπαιθρος)			
Η	Στ' Δημοτικού	6ΠΟΧ17	
	Δ' Δημοτικού		4ΟΕΧ18
	Δ' Δημοτικού	4ΠΟΧ19	

Σημείωση: ΠΟ= Πειραματική Ομάδα, ΟΕ= Ομάδα Ελέγχου

Συνολικά λήφθηκαν ποσοτικά δεδομένα από τετρακόσια πενήντα δύο (452) υποκείμενα, εκ των οποίων διακόσια τριάντα ένα (231) ανήκαν στην ΠΟ και διακόσια είκοσι ένα (221) στην ΟΕ. Από τα διακόσια τριάντα ένα (231) υποκείμενα της ΠΟ, ογδόντα τέσσερα (84) φοιτούσαν στη Δ' Δημοτικού (σαράντα τέσσερα (44) αγόρια και σαράντα (40) κορίτσια), ογδόντα (80) στη Στ' Δημοτικού (σαράντα ένα (41) αγόρια και τριάντα εννέα (39) κορίτσια) και εξήντα επτά (67) στη Β' Γυμνασίου (τριάντα ένα (31) αγόρια και τριάντα έξι (36) κορίτσια). Από τα διακόσια είκοσι ένα (221) υποκείμενα της ΟΕ, εβδομήντα τρία (73) φοιτούσαν στη Δ' Δημοτικού (τριάντα επτά (37) αγόρια και τριάντα έξι (36) κορίτσια), ογδόντα ένα (81) στη Στ' Δημοτικού (τριάντα οκτώ (38) αγόρια και σαράντα τρία (43) κορίτσια) και εξήντα επτά (67) στη Β' Γυμνασίου (τριάντα πέντε (35) αγόρια και τριάντα δύο (32) κορίτσια). στην Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται αναλυτικά τα τμήματα που συμμετείχαν στην ΠΟ και στην ΟΕ.

Πίνακας 2

Αναλυτική Παρουσίαση των Τμημάτων που Αποτελούσαν το Δείγμα.

Τάξη	Πειραματική Ομάδα									Ομάδα Ελέγχου								
	Δ' Δημ.			Στ' Δημ			Β' Γυμ.			Δ' Δημ			Στ' Δημ			Β' Γυμ.		
	A	K	Σ	A	K	Σ	A	K	Σ	A	K	Σ	A	K	Σ	A	K	Σ
4ΠΟΠ1	11	11	22															
6ΠΟΠ2				13	13	26												
6ΟΕΠ3												13	15	28				
6ΠΟΠ4				13	15	28												
4ΟΕΠ5										14	10	24						
8ΠΟΠ6							11	10	21									
8ΠΟΠ7							11	10	21									
8ΟΕΠ8																11	10	21
4ΠΟΧ9	10	10	20															
6ΟΕΧ10												11	14	25				
8ΠΟΧ11							9	16	25									
8ΟΕΧ12																10	12	22
8ΟΕΧ13																14	10	24
4ΠΟΠ14	13	15	28															
4ΟΕΠ15										12	16	28						
6ΟΕΠ16													14	14	28			
6ΠΟΧ17				13	13	26												
4ΟΕΧ18										11	10	21						
4ΠΟΧ19	10	4	14															
Σύνολα	44	40	84	39	41	80	31	36	67	37	36	73	38	43	81	35	32	67

Σημείωση: Α=Αγόρια, Κ=Κορίτσια, Σ=Σύνολο

Κατά τη δεύτερη φάση της έρευνας, συνελέγησαν ποιοτικά δεδομένα με δεκαπέντε (15) ημιδομημένες κλινικές συνεντεύξεις (5 παιδιά από κάθε τάξη) που δε συμμετείχαν στη φάση της συλλογής των ποσοτικών δεδομένων.

Διαδικασία Συλλογής Δεδομένων

Πρώτη Φάση: Ποσοτική Έρευνα

Τα ποσοτικά δεδομένα συνελέγησαν πριν και μετά την εφαρμογή διδακτικών προσεγγίσεων που αφορούσαν την άνωση. Πριν την εφαρμογή της διδακτικής προσέγγισης, εξετάστηκε (α) η γενική νοητική ικανότητα όλων των μαθητών που έλαβαν μέρος, (β) συλλέχθηκαν δημογραφικά δεδομένα (φύλο και ηλικία) καθώς και η επίδοση στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών και (γ) έγινε διάγνωση των αρχικών αντιλήψεων των συμμετεχόντων για την έννοια της βύθισης/ πλεύσης και των παραγόντων από τους οποίους εξαρτάται. Στη συνέχεια, έγινε παρουσίαση ενός προβλήματος με στόχο την πρόκληση ΔΓΙ και ακολούθησε

εφαρμογή διδακτικής προσέγγισης. Μετά τη διδακτική προσέγγιση (δ) εξετάστηκαν οι τελικές αντιλήψεις των συμμετεχόντων όσον αφορά τις έννοιες της βύθισης/ πλεύσης και τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτώνται μέσω των απαντήσεων που δόθηκαν σε ερωτήματα που αφορούσαν ένα νέο πρόβλημα και τέλος (ε) έγινε διάγνωση του βαθμού ΔΓΙ. Συγκεκριμένα εξετάστηκε κατά πόσον οι συμμετέχοντες ήταν σε θέση να αναγνωρίζουν ανώμαλα δεδομένα, δηλαδή δεδομένα του προβλήματος που βρίσκονταν σε αντίφαση με τις δικές τους «εναλλακτικές αντιλήψεις» και κατά πόσον η αναγνώριση των ανώμαλων δεδομένων προκάλεσε σε αυτούς ενδιαφέρον ή αγωνία/ άγχος για την επίλυση του νέου προβλήματος. Επιπλέον, έχει διαγνωστεί κατά πόσον οι συμμετέχοντες θεωρούσαν ότι αναθεώρησαν τις αρχικές τους ιδέες.

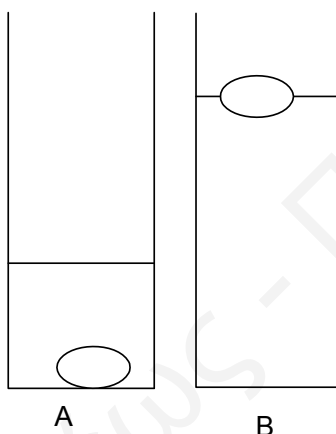
Ερευνητικά Εργαλεία

Τα ερευνητικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή των ποσοτικών δεδομένων στα πλαίσια της παρούσας ερευνητικής προσπάθειας ήταν οι Σταθερές Προοδευτικές Μήτρες του Raven (Raven's Standard Progressive Matrices), το προπειραματικό δοκίμιο, το Εργαλείο Μέτρησης Επιπέδων Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας (ΕΜΕΔΓΙ) και το μεταπειραματικό δοκίμιο.

Σταθερές Προοδευτικές Μήτρες του Raven (Raven's Standard Progressive Matrices): Το δοκίμιο αυτό χορηγήθηκε πριν από τη χορήγηση του προπειραματικού δοκιμίου. Το δοκίμιο είναι σχεδιασμένο να μετρά την ικανότητα του ατόμου να σχηματίζει αντιληπτικές συσχετίσεις (perceptual relations) (Abdel- Khalek, & Raven, 2006. Raven, Raven, & Court, 1998). Το δοκίμιο περιλαμβάνει εξήντα (60) έργα ομαδοποιημένα σε πέντε κατηγορίες, κάθε μια εκ των οποίων περιλαμβάνει δώδεκα (12) έργα. Κάθε έργο αποτελείται από ένα διάγραμμα από το οποίο λείπει ένα τμήμα (Raven, 2000). Κάτω από το διάγραμμα υπάρχουν είτε έξι (στις κατηγορίες Α και Β) είτε οκτώ (στις κατηγορίες Γ μέχρι Στ) εναλλακτικές επιλογές ως προς τα κομμάτια που συμπληρώνουν το διάγραμμα και το υποκείμενο καλείται να επιλέξει το σωστό τμήμα. Τα ερωτήματα βρίσκονται ιεραρχημένα κατά αυξανόμενο επίπεδο δυσκολίας. Το ερευνητικό εργαλείο παρουσιάζει εσωτερική εγκυρότητα της τάξεως του .60 μέχρι .98 με μέσο όρο το .90. Ο μέσος όρος των συσχετίσεων των αποτελεσμάτων σε δύο επαναλαμβανόμενες χορηγήσεις του (test, re-test correlation) είναι .82 με συσχέτιση .46 για διάστημα έντεκα χρόνων και .97 για διάστημα δύο ημερών μεταξύ της πρώτης και της δεύτερης χορήγησης. Οι Σταθερές Προοδευτικές Μήτρες του Raven (Raven's Standard

Progressive Matrices) θεωρούνται ως ο πλέον αξιόπιστος τρόπος μέτρησης της Γενικής Νοητικής Ικανότητας (ΓΝΙ) (Lynn, Allik, Pullman, & Laidra, 2004. Mackintosh, 1996).

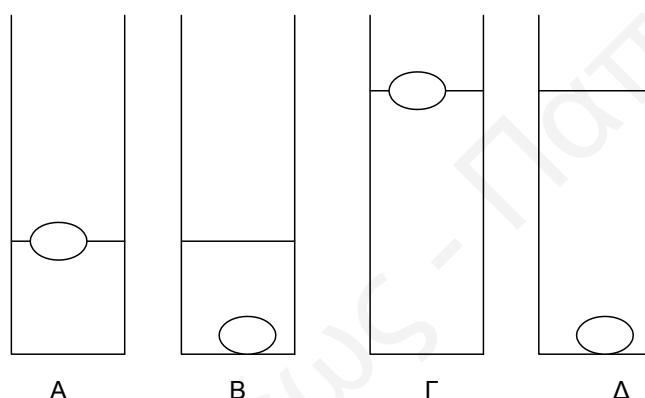
Το προπειραματικό δοκίμιο: Το προπειραματικό δοκίμιο αποτελούνταν από τέσσερα (4) ερωτήματα ανοιχτού τύπου. Τα ερωτήματα αυτά αναφέρονταν σε μια πειραματική διάταξη με δύο πανομοιότυπους διαφανείς κυλινδρικούς σωλήνες, Α και Β, όπως παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.



Σχήμα 3. Η Πειραματική Διάταξη που Χρησιμοποιήθηκε για το Προπειραματικό Δοκίμιο

Οι σωλήνες Α και Β παρουσιάστηκαν στην πραγματικότητα ενώπιον των μαθητών και αναλύθηκαν οι ομοιότητες/ διαφορές τους. Στο σωλήνα Α, υπήρχε μικρή ποσότητα άχρωμου υγρού και ένα αυγό που βυθιζόταν, ενώ στο σωλήνα Β υπήρχε μεγαλύτερη ποσότητα άχρωμου υγρού και ένα αυγό που επέπλεε. Τα δύο αυγά ήταν πανομοιότυπα και οι συμμετέχοντες δεν πληροφορήθηκαν οτιδήποτε για τη φύση των υγρών που βρίσκονταν στους δύο σωλήνες. Η πειραματική διάταξη τοποθετήθηκε μπροστά στους μαθητές και οι ερωτήσεις του προπειραματικού δοκιμίου πήγαζαν από αυτήν. Τα ερωτήματα του προπειραματικού δοκιμίου αφορούσαν τους λόγους για τους οποίους τα αυγά είχαν πάρει τις αντίστοιχες θέσεις στους δύο κυλίνδρους (βύθιση- πλεύση), τι θα συνέβαινε αν γινόταν ανταλλαγή των αυγών στους δύο κυλίνδρους καθώς και τι θα συνέβαινε αν γινόταν προσθήκη νερού στον κύλινδρο Α, ώστε οι ποσότητες των υγρών στους δύο σωλήνες να είναι ίσες. Ο στόχος του προπειραματικού δοκιμίου ήταν η διάγνωση των αρχικών αντιλήψεων των συμμετεχόντων όσον αφορά την έννοια της άνωσης και τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται. Το εργαλείο επισυνάπτεται στο Παράρτημα (Εργαλείο Ι).

Το μεταπειραματικό δοκίμιο: Το μεταπειραματικό δοκίμιο αποτελούνταν από δέκα ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής που σχετίζονταν με άλλη πειραματική διάταξη που τοποθετήθηκε μπροστά από τους μαθητές. Η πειραματική διάταξη αποτελούνταν από τέσσερις (4) πανομοιότυπους, άχρωμους και διαφανείς κυλίνδρους, παρόμοιους με αυτούς που είχαν χρησιμοποιηθεί κατά τη διάγνωση των αρχικών αντιλήψεων των μαθητών. Μέσα στους τέσσερις (4) κυλίνδρους υπήρχαν άχρωμα επίσης υγρά σε διαφορετικές ποσότητες και ένα αυγό στον καθένα που είτε επέπλεε είτε βυθιζόταν, όπως ακριβώς φαίνεται στο Σχήμα 4.



Σχήμα 4. Η Πειραματική Διάταξη που Χρησιμοποιήθηκε στο Μεταπειραματικό Δοκίμιο

Συγκεκριμένα, στους σωλήνες A και B υπήρχε μικρή ποσότητα υγρού. Στον κύλινδρο A το αυγό επέπλεε, ενώ στο B βυθιζόταν. Στους σωλήνες Γ και Δ υπήρχε μεγαλύτερη ποσότητα άχρωμου υγρού. Το αυγό στον Γ επέπλεε, ενώ στον Δ βυθιζόταν. Η διάταξη των κυλίνδρων διαφοροποιούνταν ενώπιον των μαθητών με τρόπο που εμφανιζόταν σε αυτούς με διαφορετική σειρά κάθε φορά (π.χ. ΑΓΒΔ, ή ΑΔΒΓ) ώστε να διευκολύνεται η συστηματική σύγκριση όλων των σωλήνων.

Μέσα από τις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να δικαιολογήσουν, γιατί τα αυγά έπαιρναν τις αντίστοιχες θέσεις στους κυλίνδρους. Επιπρόσθετα, κλήθηκαν να περιγράψουν ποια θέση θα έπαιρνε το αυγό σε κάθε κύλινδρο στην περίπτωση που προστεθεί νερό ή αλάτι. Επιπλέον, υπήρχε χώρος για τη δικαιολόγηση της επιλογής κάθε συγκεκριμένης απάντησης. Το μεταπειραματικό δοκίμιο επισυνάπτεται στο Παράρτημα (Εργαλείο II).

Εργαλείο Μέτρησης Επιπέδων Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας (ΕΜΕΔΓΙ): Το ΕΜΕΔΓΙ δημιουργήθηκε από τους Lee κ.ά. (2003), με στόχο τη μέτρηση των τεσσάρων εννοιολογικών παραμέτρων της ΔΓΙ (αναγνώριση αντιφατικών δεδομένων, πρόκληση ενδιαφέροντος ή αγωνίας/ άγχους για την επίλυση του προβλήματος και γνωστική επαναξιολόγηση) και χρησιμοποιήθηκε αρχικά με παιδιά Β΄ Γυμνασίου στην Κορέα. Συγκεκριμένα, το εργαλείο αποτελείται από τέσσερα μέρη, ένα για κάθε παράμετρο της Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας (αναγνώριση ασύμφωνων δεδομένων, ενδιαφέρον, αγωνία/άγχος για την επίλυση του νέου προβλήματος, γνωστική επαναξιολόγηση). Κάθε τμήμα του ΕΜΕΔΓΙ αποτελείται από τρεις δηλώσεις που αφορούν την εκάστοτε εννοιολογική κατασκευή και το άτομο καλείται να επιδείξει το βαθμό συμφωνίας του με την κάθε δήλωση σε μια κλίμακα Likert (0-4). Το εργαλείο μεταφράστηκε από τα Αγγλικά στα Ελληνικά μέσα από μια εγκυροποιημένη διαδικασία, που έγινε στα πλαίσια της πιλοτικής φάσης, και παρουσιάζεται στο Παράρτημα (Εργαλείο ΙΙΙ).

Σενάρια Συλλογής Ποσοτικών Δεδομένων

Η πορεία συλλογής των ποσοτικών δεδομένων ήταν κοινή για τις δύο ομάδες. Το μοναδικό στοιχείο που διαφοροποιούσε το σενάριο μεταξύ της ΠΟ και της ΟΕ ήταν το περιεχόμενο της διδακτικής προσέγγισης που εφαρμόστηκε σε κάθε μια από τις ομάδες. Η διαδικασία συλλογής ποσοτικών δεδομένων καθώς και το περιεχόμενο των δύο διδακτικών προσεγγίσεων που εφαρμόστηκαν στις ομάδες παρουσιάζονται ακολούθως:

1. Διάγνωση Γενικής Νοητικής Ικανότητας των υποκειμένων και επιδόσεών τους στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών: Η διάγνωση της Γενικής Νοητικής Ικανότητας γινόταν μέσω της χορήγησης των Σταθερών Προοδευτικών Μήτρων του Raven, ενώ οι πληροφορίες που αφορούσαν την επίδοση στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών συλλέγονταν είτε από τις διευθύνσεις των σχολείων είτε από τους εκπαιδευτικούς που είχαν την ευθύνη του συγκεκριμένου μαθήματος.
2. Παρουσίαση πρώτης πειραματικής διάταξης (Σχήμα 3) και διάγνωση των αρχικών αντιλήψεων των υποκειμένων για τη βύθιση- πλεύση: Η διάγνωση των αρχικών αντιλήψεων γινόταν μέσω της χορήγησης του προπειραματικού δοκιμίου.
3. Παρουσίαση δεύτερης πειραματικής διάταξης και εισαγωγή ΔΓΙ: Ο τρόπος εισαγωγής της προβληματικής κατάστασης ήταν διαφορετικός για τις δύο ομάδες. Κατά την παρουσίαση της δεύτερης πειραματικής διάταξης (Σχήμα 4) στην ΠΟ οι κύλινδροι παρουσιάστηκαν

αρχικά συνολικά και στη συνέχεια ανά δύο και συσχετίζονταν με τις διαγνωσμένες αρχικές αντιλήψεις, με στόχο την πρόκληση ΔΓΙ. Για παράδειγμα, αν τα υποκείμενα πίστευαν ότι η ποσότητα του υγρού είναι ο καθοριστικός παράγοντας για την πλεύση τότε καλούνταν να παρατηρήσουν για παράδειγμα, τους κυλίνδρους Α και Β, στους οποίους τα αυγά επέπλεαν. Οι κύλινδροι αυτοί περιείχαν διαφορετικές ποσότητες υγρού. Αν, για παράδειγμα, τα υποκείμενα πίστευαν ότι η πλεύση αποτελεί σταθερή φυσική ιδιότητα του αντικειμένου, τότε καλούνταν να τοποθετήσουν ένα από τα αυγά που αρχικά βυθιζόταν σε κύλινδρο στον οποίο το αυγό επέπλεε.

4. Διδακτικές παρεμβάσεις για αποσταθεροποίηση αρχικών αντιλήψεων: Οι διδακτικές προσεγγίσεις που ακολουθήθηκαν, παρόλο που εμπειρείχαν εμπλοκή των υποκειμένων στις ίδιες πειραματικές διαδικασίες, ήταν διαφορετικές για τις δύο ομάδες.

Η διδακτική παρέμβαση που ακολουθήθηκε στην ΠΟ είχε ως στόχο την αποσταθεροποίηση των εναλλακτικών αντιλήψεων που είχαν παρουσιάσει οι συγκεκριμένοι μαθητές κατά τη διάγνωση των αρχικών αντιλήψεων και την οικοδόμηση των επιστημονικά αποδεκτών εννοιών σχετικά με το φαινόμενο της βύθισης- πλεύσης μέσω μιας διαδικασίας στην οποία οι μαθητές ενθαρρύνονταν διαρκώς να συσχετίζουν τις αρχικές τους αντιλήψεις με τα φαινόμενα, με στόχο τη διαπίστωση της αντίφασης. Το πλαίσιο που ακολουθήθηκε κατά την παρέμβαση στην ΠΟ ήταν οικοδομιστικό και στόχο, για την ομάδα αυτή, αποτέλεσε η εννοιολογική αλλαγή μέσω της εμπλοκής των παιδιών σε εμπειρίες ΔΓΙ.

Όσον αφορά την ΟΕ, διενεργήθηκαν τα ίδια πειράματα όπως και στην ΠΟ, όμως το πλαίσιο της παρέμβασης δεν ήταν οικοδομιστικό. Αναλυτικότερα, κατά τη διδακτική προσέγγιση που εφαρμόστηκε στην ΟΕ, παρουσιαζόταν αρχικά το ερώτημα «Από ποιους παράγοντες εξαρτάται η θέση που παίρνει ένα αντικείμενο όταν αφήνεται σε ένα υγρό» και ακολουθούσε πειραματική εξέταση των παραγόντων αυτών. Δεν γινόταν καμία αναφορά στις αρχικές αντιλήψεις των παιδιών ούτε και καθοδηγούνταν οι μαθητές σε συσχετισμό των παραγόντων που εξετάζονταν κατά την παρέμβαση, με τις αρχικές τους αντιλήψεις. Ωστόσο, τόσο στην ΠΟ όσο και στην ΟΕ, οι πειραματικές διαδικασίες γίνονταν ομαδικά από τους μαθητές και, μέσω της συζήτησης, εξάγονταν τα τελικά συμπεράσματα όσον αφορά τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η πλεύση. Η πορεία που ακολουθήθηκε κατά τη διάρκεια των διδακτικών προσεγγίσεων που εφαρμόστηκαν στις δύο ομάδες είχε ως ακολούθως:

A. Εισαγωγή στο φαινόμενο της βύθισης- πλεύσης:

Στην ΠΟ γινόταν παρουσίαση των αρχικών αντιλήψεων που είχαν διαγνωστεί κατά την προεξέταση και προετοιμασία των παιδιών για πειραματική εξέτασή τους.

B. Πειραματική εξέταση των παραγόντων από τους οποίους εξαρτάται η πλεύση:

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αυτής οι μαθητές εμπλέκονταν στις ακόλουθες πειραματικές διαδικασίες.

B.α. Εξέταση φυσικών χαρακτηριστικών του αντικειμένου

- Ζύγιση και ογκομέτρηση των αυγών (τα αυγά είχαν πανομοιότυπο όγκο και μάζα).
- Συζήτηση σχετικά με τις εμπειρίες των μαθητών όσον αφορά το φαινόμενο της πλεύσης- βύθισης και εντοπισμός «ανεξήγητων» φαινομένων. Για παράδειγμα, πώς γίνεται μία μικρή πέτρα να βυθίζεται στη θάλασσα ενώ ένα τεράστιο σκάφος να επιπλέει.
- Εμβαπτισμός συμπαγούς κομματιού από κερί σε οινόπνευμα και παρατήρηση του φαινομένου της βύθισης. Αλλαγή σχήματος του κεριού, μέσω θέρμανσης, και μετατροπή του σε «βάρκα». Παρατήρηση της θέσης του στο οινόπνευμα και ερμηνεία του φαινομένου.
- Τοποθέτηση νομίσματος τυλιγμένου σε αλουμινόχαρτο, σε νερό και παρατήρηση της βύθισης. Αλλαγή σχήματος του αλουμινόχαρτου και μετατροπή του σε βάρκα. Παρατήρηση της πλεύσης του στο νερό και τοποθέτηση σε αυτό νομισμάτων για αύξηση της μάζας. Ερμηνεία του ρόλου της μορφής ή πυκνότητας του αντικειμένου στην πλεύση.

B. β. Εξέταση φυσικών χαρακτηριστικών του αυγού.

- Εξέταση του ρόλου της ποσότητας ή στάθμης του υγρού στην πλεύση, μέσω της τοποθέτησης αυγού σε νερό και την παρατήρηση της θέσης του με την αύξηση και μείωση της ποσότητας του νερού.
- Εξέταση του ρόλου της πυκνότητας ή του είδους του υγρού στην πλεύση, μέσω της σταδιακής διάλυσης αλατιού σε νερό και την παρατήρηση της αλλαγής της θέσης του αυγού.

Γ. Εξαγωγή συμπερασμάτων και ανατροφοδότηση.

5. Διάγνωση τελικών αντιλήψεων μέσα από επίλυση της προβληματικής κατάστασης με την οποία είχε γίνει εισαγωγή ΔΓΙ. Χορήγηση του μεταπειραματικού δοκιμίου.
6. Διάγνωση επιπέδων ΔΓΙ, μέσω της χορήγησης του ΕΜΕΔΓΙ

Δεύτερη Φάση: Ποιοτική Έρευνα

Στα πλαίσια της δεύτερης φάσης συλλογής δεδομένων, πραγματοποιήθηκαν δεκαπέντε (15) ημιδομημένες ατομικές κλινικές συνεντεύξεις οι οποίες ήταν διάρκειας περίπου εξήντα (60) ως εβδομήντα (70) λεπτών. Κατά τη διάρκεια των ημιδομημένων συνεντεύξεων που πραγματοποιήθηκαν ακολουθήθηκε πρωτόκολλο το οποίο θα αποτελούνταν από τις ερωτήσεις του προπειραματικού και του μεταπειραματικού δοκιμίου, καθώς και από τις δηλώσεις του ΕΜΕΔΓΙ. Εφόσον η συνέντευξη ήταν ημιδομημένη, ακολουθήθηκε μεν η γραμμή συλλογής δεδομένων που είχε ακολουθηθεί και κατά τη διάρκεια της συλλογής των ποσοτικών δεδομένων, ωστόσο υπήρχε ευελιξία και η συζήτηση προσαρμοζόταν κάθε φορά στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και τις απόψεις του ατόμου.

Οι ημιδομημένες, ατομικές κλινικές συνεντεύξεις απετέλεσαν ισχυρό εργαλείο για την ενδελεχή κατανόηση της σκέψης των μαθητών και λειτούργησαν υποστηρικτικά και συμπληρωματικά προς τα ποσοτικά δεδομένα. Ταυτόχρονα, η επισκόπηση της εμπειρίας της Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας και η διάγνωση των τεσσάρων εννοιολογικών κατασκευών που την αποτελούν (αναγνώριση ανώμαλων δεδομένων, ενδιαφέρον, αγωνία για την επίλυση του προβλήματος και γνωστική επαναξιολόγηση της προβληματικής κατάστασης) έγινε λεπτομερέστερη, αφού οι ερωτήσεις του ΕΜΕΔΓΙ αποτέλεσαν απλά το πλαίσιο ή πρωτόκολλο της συνέντευξης, ενώ η όλη διαδικασία της ΔΓΙ έγινε από τη σκοπιά του συμμετέχοντα (self-reported experience).

Συγκεκριμένα, επιλέγηκαν πέντε (5) μαθητές Δ΄ Δημοτικού, πέντε (5) μαθητές Στ΄ Δημοτικού και πέντε (5) μαθητές Β΄ Γυμνασίου οι οποίοι δεν είχαν συμμετάσχει στη συλλογή των ποσοτικών δεδομένων και παρουσίαζαν υψηλή ακαδημαϊκή επίδοση στις Φυσικές Επιστήμες. Από τους πέντε (5) μαθητές που επιλέγηκαν από κάθε τάξη, είτε οι δύο (2) ήταν αγόρια και οι τρεις (3) ήταν κορίτσια, είτε οι τρεις (3) ήταν αγόρια και οι δύο (2) ήταν κορίτσια. Επειδή ο αριθμός των συνεντεύξεων που πραγματοποιήθηκαν δεν ήταν μεγάλος, το δείγμα δεν ήταν δυνατό να είναι αντιπροσωπευτικό. Ο λόγος για τον οποίο επιλέγηκαν μαθητές με υψηλή ακαδημαϊκή επίδοση είναι ότι ήταν πιθανότερο αυτοί να παρουσίαζαν πλεονεκτήματα όσον αφορά την προφορική έκφραση και εξωτερίκευση των ιδεών τους. Επιπλέον, η σταθεροποίηση της μεταβλητής «ακαδημαϊκή επίδοση» όσον αφορά τις συνεντεύξεις οδήγησε σε περιορισμό της πολυμεταβλητότητας.

Κατά τη διάρκεια των συνεντεύξεων ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία συλλογής δεδομένων με αυτήν που χρησιμοποιήθηκε στην πειραματική ομάδα κατά τη συλλογή των ποσοτικών δεδομένων. Τα πρωτόκολλα για τις ημιδομημένες κλινικές συνεντεύξεις

απετέλεσαν οι ερωτήσεις του προπειραματικού και του μεταπειραματικού δοκιμίου και το ΕΜΕΔΓΙ.

Πιο συγκεκριμένα, η ημιδομημένη συνέντευξη ξεκινούσε με την παρουσίαση της προπειραματικής κατάστασης με τους δύο κυλίνδρους, όπως παρουσιάστηκαν στο Σχήμα 3 και γινόταν διάγνωση των αρχικών αντιλήψεων των παιδιών χρησιμοποιώντας τις ερωτήσεις του προπειραματικού δοκιμίου. Ακολούθως, με βάση τις αρχικές αντιλήψεις του κάθε συμμετέχοντα, γινόταν παρέμβαση παρόμοια με αυτήν που γινόταν στην Πειραματική Ομάδα (ΠΟ) κατά τη συλλογή των ποσοτικών δεδομένων, με στόχο την αποσταθεροποίηση των εναλλακτικών αντιλήψεων και την οικοδόμηση των επιστημονικά αποδεκτών ιδεών όσον αφορά τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η άνωση. Ακολούθως παρουσιαζόταν το νέο πρόβλημα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4, και συζητούνταν με το συμμετέχοντα οι ερωτήσεις του ΕΜΕΔΓΙ. Τέλος, ο κάθε μαθητής καλούνταν να χρησιμοποιήσει τη νέα γνώση για την επίλυση της νέας προβληματικής κατάστασης, απαντώντας στις ερωτήσεις του πρωτοκόλλου που ευθυγραμμίζονταν με το μεταπειραματικό δοκίμιο.

Ερευνητικά Ερωτήματα και Τρόπος Επίλυσης

Ποσοτικά δεδομένα

Τα ερευνητικά δεδομένα που συνελέχθησαν κατά τη διάρκεια της ποσοτικής φάσης της παρούσας ερευνητικής εργασίας, χρησιμοποιήθηκαν για την απάντηση των ακόλουθων ερευνητικών ερωτημάτων. Τα ερευνητικά ερωτήματα παρουσιάζονται ιεραρχικά ως εξής:

1. Υπάρχουν διαφορές μεταξύ των ομάδων συμμετεχόντων (ΠΟ και ΟΕ), μεταξύ των ηλικιακών ομάδων (τάξεων), καθώς και μεταξύ αγοριών και κοριτσιών ως προς τη Γενική Νοητική Ικανότητα (ΓΝΙ) και ως προς τις σχολικές επιδόσεις στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών;
2. Υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στις ομάδες συμμετεχόντων (ΠΟ και ΟΕ), στις τάξεις και στα δύο φύλα ως προς τις αρχικές ιδέες που αφορούν τις έννοιες της Βύθισης- Πλεύσης;
3. Υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων (ΠΟ και ΟΕ) σε σχέση με τις επιδόσεις τους στο μεταπειραματικό δοκίμιο καθώς και στις τέσσερις παραμέτρους του ΕΜΕΔΓΙ;
4. Οι τέσσερις παράμετροι του ΕΜΕΔΓΙ (Αναγνώριση Ασύμφωνων Δεδομένων, Ενδιαφέρον, Αγωνία/ Άγχος, Γνωστική Επαναξιολόγηση), το φύλο, η τάξη και η ΓΝΙ παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική προβλεπτική ικανότητα ως προς την επίδοση των υποκειμένων της ΠΟ στο μεταπειραματικό δοκίμιο;

5. Με ποιο τρόπο οι δηλώσεις (items) που αποτελούν το ΕΜΕΔΓΙ συσχετίζονται μεταξύ τους; Είναι οι παράγοντες (factors) καθώς και οι φορτίσεις που προκύπτουν για το δείγμα της παρούσας ερευνητικής προσπάθειας παρόμοιοι με αυτούς των Lee, κ.α. (2003); (Το ερώτημα αυτό τέθηκε μόνο για την ΠΟ).

Ποιοτικά δεδομένα

Κάθε μία από τις δεκαπέντε (15) συνεντεύξεις μαγνητοφωνήθηκε και απομαγνητοφωνήθηκε με στόχο την ποιοτική ανάλυση των δεδομένων που είχαν συλλεχθεί από το κάθε υποκείμενο. Όπως έχει αναφερθεί, ο ρόλος των ημιδομημένων ατομικών κλινικών συνεντεύξεων που πραγματοποιήθηκαν ήταν υποστηρικτικός προς τα ποιοτικά δεδομένα, αφού με αυτές επιχειρήθηκε η πιο ενδελεχής κατανόηση της διαδικασίας της εννοιολογικής αλλαγής μέσα από διαδικασίες που ενσωματώνουν τη διαταραχή γνωστικής ισορροπίας. Ως εκ τούτου, υπήρχαν αλληλοεπικαλύψεις (overlappings) ανάμεσα στα ερωτήματα που αφορούσαν τα ποσοτικά και σε αυτές που αφορούσαν τα ποιοτικά δεδομένα. Ωστόσο, η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε ώστε να απαντηθούν τα ερωτήματα αυτά ήταν ποιοτική και ως εκ τούτου δημιουργήθηκε η δυνατότητα να τριγωνοποιηθούν τα ερευνητικά αποτελέσματα που προέκυψαν από την ποσοτική ανάλυση.

Μέσα από τις ημιδομημένες ατομικές κλινικές συνεντεύξεις διερευνήθηκε κατά πόσον η διαδικασία της Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας έχει τη δυνατότητα να οδηγήσει αποτελεσματικά σε εννοιολογική αλλαγή. Μελετήθηκε επίσης κατά πόσον υπήρχε γνωστική μετακίνηση στα υποκείμενα που είχαν βιώσει τη διαταραχή γνωστικής ισορροπίας και, στις περιπτώσεις όπου διαπιστώθηκε γνωστική μετακίνηση, διερευνήθηκε κατά πόσον αυτή έγινε προς την κατεύθυνση των επιστημονικά αποδεκτών αντιλήψεων. Επιπλέον, μελετήθηκε κατά πόσον υπήρξαν συναισθηματικοί παράγοντες οι οποίοι διαπλέχθηκαν στη διαδικασία Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας και κατ' επέκταση στη διαδικασία εννοιολογικής αλλαγής. Εντοπίστηκαν οι παράγοντες αυτοί και εκτιμήθηκε η σημασία τους ως προς τον τρόπο που επηρέασαν τα μαθησιακά αποτελέσματα.

Πιλοτική έρευνα

Προηγήθηκε πιλοτική φάση της παρούσας έρευνας, όπου αρχικά το ΕΜΕΔΓΙ (Lee κ.ά., 2003) μεταφράστηκε και προσαρμόστηκε στην ελληνική γλώσσα, διατηρώντας την αρχική του δομή. Η διαδικασία μετάφρασης και προσαρμογής του ΕΜΕΔΓΙ στην ελληνική γλώσσα ακολούθησε μια συγκεκριμένη μεθοδολογία. Αρχικά το ΕΜΕΔΓΙ μεταφράστηκε στα

ελληνικά από δύο ανεξάρτητα άτομα. Ακολούθησε σύγκριση των μεταφράσεων και κατάληξη σε μια τελική ελληνική μετάφραση. Η ελληνική μετάφραση δόθηκε ακολούθως σε δύο άλλα άτομα για να μεταφραστεί στα αγγλικά (back translation to English) ούτως ώστε να διαπιστωθεί αν η αγγλική μετάφραση που έγινε ήταν πανομοιότυπη με την αυθεντική έκδοση του ΕΜΕΔΓΙ. Ακολούθως, οι τέσσερις μεταφραστές συσκέφθηκαν για να καταλήξουν στην τελική μετάφραση του ΕΜΕΔΓΙ στα Ελληνικά. Το ΕΜΕΔΓΙ δόθηκε έπειτα σε ένα φιλόλογο για να διασφαλιστεί ότι αυτό δεν περιείχε γραμματικά και συντακτικά λάθη. Το ΕΜΕΔΓΙ αξιολογήθηκε επίσης από δύο δασκάλους Δημοτικής, ώστε να διαπιστωθεί η καταλληλότητά του για το μαθητικό πληθυσμό που συμμετείχε στην έρευνα. Το εργαλείο επισυνάπτεται στο Παράρτημα.

Η πιλοτική έρευνα πραγματοποιήθηκε συλλογή δεδομένων σε δύο φάσεις, την ποσοτική και την ποιοτική. Κατά την πραγματοποίηση της ποσοτικής φάσης της πιλοτικής έρευνας, τα σενάρια τα οποία σχεδιάστηκαν για τις δύο ομάδες εφαρμόστηκαν σε έξι συνολικά τμήματα, δηλαδή σε δύο τμήματα Δ' και Στ' Δημοτικού και Β' Γυμνασίου, αντίστοιχα. Από τα δύο τμήματα από κάθε ηλικιακό επίπεδο που έλαβαν μέρος, το ένα ακολουθούσε το σενάριο της ΠΟ και το άλλο ακολουθούσε το σενάριο της ΟΕ. Στόχος της πιλοτικής φάσης ήταν η απόκτηση εμπειριών σχετικά με τις διαδικασίες που σχεδιάστηκαν όσον αφορά την ενσωμάτωση ή τη μη ενσωμάτωση της διαδικασίας ΔΓΙ για την προώθηση της εννοιολογικής αλλαγής. Επιπλέον, στόχος της πιλοτικής έρευνας ήταν και η αναθεώρηση και βελτίωση των ερευνητικών εργαλείων στα σημεία όπου αυτό κρινόταν απαραίτητο και η μελέτη των αντιδράσεων των υποκειμένων κατά την εμπλοκή τους στις διάφορες φάσεις του ερευνητικού σχεδιασμού. Στόχο, τέλος, της ποσοτικής φάσης της πιλοτικής έρευνας αποτέλεσε και η δοκιμή των σεναρίων, καθώς και η διάγνωση του κατά πόσον τα παιδιά της ΠΟ υποβοηθούνταν να εμπλακούν στη διαδικασία ΔΓΙ.

Κατά την ποιοτική φάση της πιλοτικής έρευνας πραγματοποιήθηκαν τρεις ημιδομημένες ατομικές κλινικές συνεντεύξεις, με ένα παιδί Δ' και Στ' Δημοτικού και Β' Γυμνασίου, αντίστοιχα, που ακολουθούσαν σενάριο πανομοιότυπο με αυτό που χρησιμοποιούνταν για τη συλλογή δεδομένων από την ΠΟ κατά την ποσοτική φάση, με δυνατότητα επέκτασης της συζήτησης και προσαρμογής της στα ατομικά χαρακτηριστικά των ατόμων από τα οποία λαμβάνονταν οι συνεντεύξεις. Στόχος της ποιοτικής φάσης της πιλοτικής έρευνας ήταν η απόκτηση εμπειριών σχετικά με το συλλογισμό και τις αντιδράσεις των παιδιών κατά την εμπλοκή τους στις ημιδομημένες κλινικές συνεντεύξεις και η πραγματοποίηση αλλαγών στη διαδικασία, στα σημεία όπου αυτό κρινόταν απαραίτητο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

Στέλλα Χατζηαχιλλέως - Παπασταύρου

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Πιλοτική Έρευνα

Κατά την ποσοτική φάση της πιλοτικής έρευνας και την εφαρμογή των δύο σεναρίων της έρευνας, διαπιστώθηκε η ανάγκη επέκτασης του χρόνου που είχε αρχικά υπολογιστεί για τη συλλογή των δεδομένων αυτών. Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε πως η συλλογή ποσοτικών δεδομένων από τις δύο ομάδες συμμετεχόντων θα έπρεπε να γίνει σε δύο φάσεις, εκ των οποίων η κάθε μια θα είχε διάρκεια ογδόντα λεπτών. Κατά τη διάρκεια της πρώτης φάσης συλλογής των ποσοτικών δεδομένων, αποφασίστηκε ότι θα γινόταν η χορήγηση των Σταθερών Προοδευτικών Μήτρων του Raven για τη μέτρηση της Γενικής Νοητικής Ικανότητας (ΓΝΙ) των παιδιών, καθώς και η διάγνωση των αρχικών αντιλήψεων των μαθητών για τους παράγοντες που επηρεάζουν την πλεύση/ βύθιση των σωμάτων σε υγρά, μέσω της προβληματικής κατάστασης που παρουσιάστηκε στο Σχήμα 3 και της χορήγησης του προπειραματικού δοκιμίου. Κατά τη διάρκεια της δεύτερης ογδοντάλεπτης περιόδου αποφασίστηκε ότι θα πραγματοποιούνταν οι διδακτικές προσεγγίσεις και θα γινόταν η χορήγηση του μεταπειραματικού δοκιμίου σχετικά με την επίλυση της προβληματικής κατάστασης που παρουσιάστηκε στο Σχήμα 4, καθώς και η μέτρηση της ΔΓΙ μέσω της χορήγησης του ΕΜΕΔΓΙ. Το χρονικό διάστημα που θα μεσολαβούσε ανάμεσα στις δύο φάσεις της συλλογής των ποσοτικών δεδομένων αποφασίστηκε ότι θα ήταν σταθερό για όλα τα τμήματα που συμμετείχαν στις δύο ομάδες και ορίστηκε μεταξύ επτά (7) και δέκα (10) ημερών.

Μέσα από τη διάγνωση των αρχικών αντιλήψεων των μαθητών για τους παράγοντες που καθορίζουν την πλεύση/ βύθιση στα πλαίσια της πιλοτικής φάσης, έγινε ένας πρώτος σχεδιασμός των δύο διδακτικών προσεγγίσεων που θα εφαρμόζονταν στις δύο ομάδες. Συγκεκριμένα, σχεδιάστηκαν οι πειραματικές διαδικασίες οι οποίες θα ακολουθούσαν και στις δύο ομάδες, κατά τη διδασκαλία. Επιπλέον αποφασίστηκαν οι διαφοροποιήσεις των διδακτικών προσεγγίσεων για τις δύο ομάδες, έτσι ώστε για την ΠΟ να προωθείται η συνεχής εμπλοκή των υποκειμένων σε διαδικασίες ΔΓΙ, ενώ για την ΟΕ η εννοιολογική κατανόηση να επιχειρείται χωρίς συστηματική επιδίωξη ΔΓΙ.

Πειραματικές διαδικασίες που αποφασίστηκε ότι θα ενσωματώνονταν κατά τις διδακτικές προσεγγίσεις που στόχευαν στην αποσταθεροποίηση των αρχικών αντιλήψεων των συμμετεχόντων για την βύθιση ή την πλεύση και στην πρόκληση εννοιολογικής αλλαγής ήταν, για παράδειγμα, η αλλαγή του σχήματος ενός κομματιού από κερί και η τοποθέτησή του

σε οινόπνευμα ούτως ώστε να γινόταν η εισαγωγή της έννοιας της πυκνότητας του αντικειμένου και του ρόλου της στην πλευση, η μελέτη της θέσης συγκεκριμένων αντικειμένων σε διαφορετικά υγρά, η σταδιακή διάλυση άλατος σε νερό και η μελέτη της θέσης του αυγού που χρησιμοποιήθηκε στην προεξεταστική διάταξη, καθώς και η μελέτη της θέσης του αυγού σε διαφορετικές ποσότητες νερού. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι πειραματικές διαδικασίες που προαναφέρθηκαν αποτέλεσαν αρχικές ιδέες ως προς τη διαμόρφωση των διδακτικών προσεγγίσεων που θα ακολουθούσαν κατά τη διάρκεια της κύριας έρευνας. Η τελική μορφή των διδακτικών προσεγγίσεων θα δινόταν μετά τη διάγνωση των αρχικών αντιλήψεων των υποκειμένων της κύριας έρευνας διότι στόχος της διδακτικής παρέμβασης που θα εφαρμοζόταν στην ΠΟ ήταν η αποσταθεροποίηση των αρχικών αντιλήψεων των συγκεκριμένων υποκειμένων μέσα από την εμπλοκή τους σε διαδικασίες ΔΓΙ, σύμφωνα με το οικοδομιστικό πρότυπο, ενώ αντιστοιχία ως προς τις πειραματικές διαδικασίες που θα ακολουθούσαν θα έπρεπε να υπάρχει και για την ΟΕ, μόνο που το πρότυπο της διδασκαλίας που θα πραγματοποιούνταν σε αυτήν δεν θα ήταν οικοδομιστικό.

Κατά την ποσοτική φάση της πιλοτικής έρευνας διαπιστώθηκε επίσης ότι το ΕΜΕΔΓΙ ήταν κατανοητό από τα παιδιά, τα οποία ήταν σε θέση να εκφράσουν το βαθμό συμφωνίας ή διαφωνίας τους με τις δηλώσεις του χωρίς περαιτέρω διευκρινίσεις. Πραγματοποιήθηκαν, επίσης, μικρές αλλαγές ως προς τη διατύπωση μίας ερώτησης στο προπειραματικό δοκίμιο, και συγκεκριμένα της ερώτησης κατά την οποία τα παιδιά καλούνταν να προβλέψουν τις αλλαγές σε περίπτωση που γινόταν ανταλλαγή των δύο αυγών στους κυλίνδρους που παρουσιάζονται στο Σχήμα 3. Επιπλέον, όσον αφορά το μεταπειραματικό δοκίμιο, αποφασίστηκε πως, εκτός από τα ερωτήματα πολλαπλής επιλογής, τα υποκείμενα θα καλούνταν να δικαιολογήσουν τις επιλογές τους. Κατά συνέπεια, στο μεταπειραματικό δοκίμιο, κάτω από κάθε ερώτημα πολλαπλής επιλογής, έγινε εισαγωγή κενού χώρου στον οποίο τα παιδιά καλούνταν να δικαιολογήσουν την απάντησή τους με στόχο την πιο ενδελεχή κατανόηση της πορείας συλλογισμού τους.

Συμπληρωματικά, κατά τη διάρκεια των πιλοτικών συνεντεύξεων διαπιστώθηκε πως τόσο το σενάριο όσο και τα ερωτήματα που υποβάλλονταν ήταν, σε γενικές γραμμές, κατανοητά από τα παιδιά. Έγινε επίσης διάγνωση κάποιων επιπρόσθετων αρχικών αντιλήψεων σχετικά με τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η πλευση και οι οποίοι λήφθηκαν υπόψη στο σχεδιασμό της παρέμβασης. Διαπιστώθηκε πως οι αρχικές αντιλήψεις των υποκειμένων ήταν ριζωμένες κυρίως στα βιώματα των παιδιών μέσα στο φυσικό κόσμο αλλά και στο περιβάλλον της τάξης στο οποίο ακολουθούνται συχνά πειραματικές

διαδικασίες, χωρίς τα παιδιά να κατανοούν πλήρως το σκοπό για τον οποίο γίνονται. Κατά συνέπεια, διαπιστώθηκε πως σε περιπτώσεις κατά τις οποίες δεν είναι ξεκάθαρος για τα παιδιά ο στόχος κάποιων παρεμβάσεων, δημιουργούνται επιπρόσθετες εναλλακτικές αντιλήψεις. Οι εναλλακτικές αντιλήψεις είναι αρκετά επίμονες και σε ορισμένες περιπτώσεις, ακόμη και μετά την παρέμβαση που ενσωματώθηκε στις συνεντεύξεις, τα άτομα χρησιμοποιούσαν τις αρχικές και τις τελικές αντιλήψεις τους εναλλακτικά.

Διαπιστώθηκε λοιπόν η ανάγκη διαρκούς υποστήριξης των μαθητών κατά τη διάρκεια της εμπλοκής τους στη διαδικασία εννοιολογικής αλλαγής μέσω της ενσωμάτωσης της ΔΓΙ, και η ενθάρρυνσή τους να πραγματοποιούν διαρκείς συγκρίσεις μεταξύ αρχικών και τελικών αντιλήψεων, που προέκυπταν μέσα από τη διερευνητική διαδικασία, ούτως ώστε να υποκείμενα να έχουν επίγνωση των αλλαγών που γίνονταν στις αντιλήψεις τους, όπως επίσης και των νοητικών διαδικασιών στις οποίες εμπλέκονταν σε κάθε φάση της διερευνητικής διαδικασίας, ιδιαίτερα όσον αφορά τα συστατικά της ΔΓΙ.

Οι ημιδομημένες ατομικές κλινικές συνεντεύξεις, που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της πιλοτικής έρευνας, φανέρωσαν πτυχές του συλλογισμού των μαθητών κατά τη διάρκεια της εμπλοκής τους στη διαδικασία, όπως προκύπτει από αποσπάσματα που ακολουθούν. Στα αποσπάσματα αυτά, με το γράμμα Σ υποδηλώνονται οι παρεμβάσεις του συνεντευκτή και με το γράμμα Μ, υποδηλώνονται οι απαντήσεις του εκάστοτε μαθητή. Συγκεκριμένα, ο μαθητής Μ₁ φοιτούσε στη Δ' Δημοτικού, ο μαθητής Μ₂ φοιτούσε στη Στ' Δημοτικού και ο μαθητής Μ₃ φοιτούσε στη Β' Γυμνασίου.

Σ. -Υπάρχει κάτι που σου προκαλεί αμφιβολίες σε αυτή την πειραματική διάταξη (Η αναφορά σχετίζεται με τη διάταξη στο Σχήμα 3);

Μ₁ -Νομίζω το Α, διότι φαίνεται ότι έχει αλάτι μέσα, ενώ το αβγό πάει κάτω, ενώ το Β δεν φαίνεται να έχει αλάτι μέσα και το αβγό πάει πάνω. Νομίζω έπρεπε να επιπλέει το Α και το Β να είναι κάτω.

[...]

Σ. -Μάλιστα. Τώρα θέλω να φέρεις στο μυαλό σου ολόκληρη τη συνέντευξη που κάναμε, από την αρχή ως τώρα. Στην αρχή, μας είπες κάποιους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται το κατά πόσον ένα σώμα θα επέπλεε ή θα βυθιζόταν σε ένα υγρό. Άλλαξαν καθόλου αυτές οι ιδέες σου ή απλά επιβεβαιώθηκαν;

Μ₁ -Ναι, επιβεβαιώθηκαν, γιατί είδα τα πειράματα και είδα αυτό που ήξερα.

Σ. -Τα πειράματα που κάναμε είναι αρκετά, για να σε πείσουν ότι αυτοί είναι οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται αν ένα σώμα επιπλέει ή βυθίζεται, ή νομίζεις να εξαρτάται και από κάτι άλλο που δεν εξετάσαμε;

Μ₁ -Νομίζω, πως το αβγό και το αλάτι, άμα προσθέσουμε κι άλλο νερό και αλάτι έχει λίγο, δεν θα μπορεί το αβγό να επιπλέει και θα βυθιστεί.

Σ. -Αυτό είναι κάτι που το ήξερες από την αρχή ή κάτι που σου έμεινε σαν απορία από τα πειράματα;

Μ₁ -Όχι, το έμαθα μέσα από το πείραμα.

Στο προηγούμενο απόσπασμα, το οποίο προήλθε από τη συνέντευξη που έγινε με το μαθητή Μ₁, που φοιτούσε στη Δ' Δημοτικού αποκαλύπτεται σε μεγάλο βαθμό η εμμονή στις αρχικές αντιλήψεις από την οποία προκύπτουν μεροληπτικές παρατηρήσεις όσον αφορά το περιεχόμενο των κυλίνδρων. Συγκεκριμένα, φαίνεται πως το υποκείμενο ανέμενε ότι το αυγό επιπλέει στο νερό και κατά συνέπεια, επιχείρησε να εποπτικοποιήσει το περιεχόμενο του υγρού αναφέροντας ότι στον κύλινδρο στον οποίο βυθιζόταν το αντικείμενο διακρινόταν στερεή ουσία ή φυσαλίδες, ενώ στον κύλινδρο στον οποίο το αντικείμενο επέπλεε δεν διακρινόταν οτιδήποτε στο υγρό, γεγονός που σύμφωνα με το υποκείμενο υποδηλώνει ότι στον κύλινδρο στον οποίο επέπλεε το αυγό υπήρχε νερό.

Ο μαθητής όμως, ενώ προέβη σε εννοιολογική αλλαγή μετά από την παρέμβαση, εντούτοις δεν ήταν σε θέση να αναγνωρίσει την αλλαγή αυτή και θεώρησε ότι μέσα από τη διαδικασία απλά επιβεβαίωσε αυτά που ήξερε. Η εμπειρία που προέκυψε μέσα από τη διενέργεια της προηγούμενης συνέντευξης, υπέδειξε την ανάγκη περισσότερης υποστήριξης του υποκειμένου μέσα από τη διαδικασία, ούτως ώστε να είναι σε θέση να εντοπίζει τις αλλαγές μεταξύ αρχικών και τελικών αντιλήψεων, καθώς και την εμπλοκή του στη διαδικασία ΔΠΙ. Αυτό λοιπόν που προέκυψε είναι η ανάγκη πιο συνειδητής αναγνώρισης της διαφοράς ανάμεσα στις υπάρχουσες και τις επιστημονικά αποδεκτές αντιλήψεις από το υποκείμενο, μέσω της υποστήριξης του συνεντευκτή. Η ανάγκη τέτοιας υποστήριξης λήφθηκε υπόψη κατά το σχεδιασμό των διδακτικών προσεγγίσεων που εφαρμόστηκαν στην κύρια έρευνα.

M₂-Έχει 1 αυγό ο κάθε κύλινδρος. Στο σωλήνα Α το αυγό βούλιαξε και στο Β είναι πάνω στην επιφάνεια (Η αναφορά σχετίζεται με τη διάταξη στο Σχήμα 3).

Σ. - Γιατί νομίζεις ότι το αυγό στον κύλινδρο Α βουλιάζει, ενώ στον κύλινδρο Β πάει πάνω;

M₂- Έχει τίποτα μέσα κανένα από τα δοχεία;

Σ.- Αυτό δεν μπορώ να σου το πω. Μπορείς όμως εσύ να εξηγήσεις αν πιστεύεις ότι συμβαίνει κάτι τέτοιο.

M₂-Μπορεί να έχει αλάτι και να το πίεσε το αυγό να κατεβεί κάτω στον κύλινδρο Α. Όπως στη θάλασσα που πάμε και όσο πιο κάτω κατεβαίνουμε νιώθουμε την πίεση όταν πονάμε τα αυτιά μας, έτσι να έπαθε και αυτό το αυγό.

Σ.- Ο σωλήνας Β, τι νομίζεις ότι περιέχει;

M₂- Μπορεί να έχει ζάχαρη.

Σ.- Δηλαδή τι εννοείς;

M₂- Ότι η ζάχαρη μπορεί να σηκώνει πάνω το αυγό. Αλλά μπορεί και να μην έχει και τίποτα.

[...]

Σ. -Πολύ ωραίες οι ιδέες σου. Επίσης, στην αρχή της συνέντευξής ονόμασες είπες κάποιους από τους παράγοντες από τους οποίους πίστευες ότι εξαρτάται αν ένα αντικείμενο επέπλεε ή βυθιζόταν σε ένα υγρό. Άλλαξαν καθόλου αυτές οι ιδέες σου τώρα, μετά από τα πειράματα που κάναμε;

M₂-Ναι, γιατί τα 4 αυγά (η αναφορά σχετίζεται με τη διάταξη στο Σχήμα 4) έχουν την ίδια βάση, το ίδιο σχήμα και το ίδιο βάρος άρα δεν διαφέρουν. Αυτό που άλλαξε είναι ότι δεν είναι μόνο από το αλάτι που μπορεί να πιεστεί ένα αυγό ή ένα οποιοδήποτε άλλο αντικείμενο και να βγει πάνω. Το πού θα πάει ένα αντικείμενο μέσα σε ένα υγρό, μπορεί και να συμβεί και από άλλους παράγοντες.

Σ.- Όπως;

M₂ -Όπως άμα προσθέσουμε νερό μέσα σε ένα κύλινδρο όπου επιπλέει το αβγό, μπορεί το αβγό να μείνει από πάνω ή και να βυθιστεί, γιατί θα αραιωθεί το αλάτι και δε θα είναι πυκνό για να έχει μεγάλη πίεση και η ατμοσφαιρική πίεση θα πιέσει δυνατά το αβγό προς τα κάτω και θα βυθιστεί.

Στο προηγούμενο απόσπασμα συνέντευξης με μαθητή Στ' Δημοτικού (M₂), διαφαίνεται ότι το υποκείμενο, έστω και εναλλακτικά, επιχείρησε να επεξηγήσει το φαινόμενο της βύθισης και πλευσης λαμβάνοντας υπόψη την πυκνότητα του υγρού. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με το συλλογισμό του μαθητή, όσο μεγαλύτερη είναι η πυκνότητα του υγρού, τόσο δυσκολότερα επιπλέει ένα αντικείμενο, διότι το υγρό πιέζει το αντικείμενο προς τα κάτω. Ο μαθητής συσχέτισε την προβληματική κατάσταση με τα προσωπικά του βιώματα στη θάλασσα, όπου αισθάνεται μεγαλύτερη πίεση στα αυτιά του όσο βαθύτερα βρίσκεται. Ωστόσο, στο τέλος το υποκείμενο ήταν σε θέση να αναγνωρίζει τις διαφορές μεταξύ των αρχικών και τελικών του αντιλήψεων και να εφαρμόσει τις τελικές του αντιλήψεις για επίλυση προβληματικής κατάστασης που σχετίζεται με τη διάταξη του Σχήματος 4. Το γεγονός ότι, όπως ανέφερε, η αραιώση του αλατόνευρου μπορεί να επιφέρει βύθιση του αυγού υποδεικνύει πως το υποκείμενο ήταν σε θέση να προβεί σε αντίστροφη σκέψη για επίλυση του προβλήματος που σχετίζεται με τη διάταξη του Σχήματος 4, στοιχείο που φανερώνει πως η εννοιολογική κατανόηση ήταν ουσιαστική. Μέσα από το απόσπασμα αυτό προκύπτει ότι η προβληματική κατάσταση που σχεδιάστηκε για τη διάγνωση των τελικών αντιλήψεων των υποκειμένων παρείχε πολλαπλές ευκαιρίες, αφενός μεν εφαρμογής των αντιλήψεων που είχαν αναπτυχθεί μέσα από τη διαδικασία της παρέμβασης και αφετέρου για την αποδέσμευσή τους από το πεδίο στο οποίο οικοδομήθηκαν, καλώντας τα υποκείμενα να εφαρμόσουν τις αντιλήψεις αυτές, είτε ως είχαν είτε μετά από αντιστροφή σε μια νέα προβληματική κατάσταση.

Σ.- Ας πάρουμε τα πράγματα από την αρχή της συνέντευξής μας ως τώρα. Στην αρχή μας είπες κάποιους λόγους από τους οποίους πιστεύεις ότι εξαρτάται το κατά πόσον ένα σώμα επιπλέει ή βυθίζεται. Έχουν αλλάξει τώρα αυτές οι ιδέες σου;

M₃ - Ναι, πάρα πολύ.

Σ.- Δηλαδή;

M₃ - Τώρα είδαμε πως δεν εξαρτάται από το είδος του σώματος αλλά από την ποσότητα του νερού και από την ποσότητα του αλατιού.

Σ.- Τα πειράματα που κάναμε πιστεύεις ότι ήταν αρκετά για να σε κάνουν να αλλάξεις τις αρχικές σου ιδέες ή θα ήθελες να κάνουμε και άλλα πειράματα, να ερευνήσουμε και κάτι άλλο.

M₃ -Έχω μια απορία. Πώς γίνεται και είναι δυνατόν το αλάτι να σηκώνει κάποιο πράγμα.

Σ.- Δηλαδή τι θα ήθελες να διερευνήσεις;

M₃ -Πώς το αλάτι που είναι τόσο μικρό βοηθά να επιπλέουν πράγματα.

Σ.- Μάλιστα. Μπορείς να μας εισηγηθείς και κανένα τρόπο;

M₃ -Δεν μπορώ.

Στο απόσπασμα που προηγήθηκε, το οποίο προήλθε από συνέντευξη με το μαθητή Μ₃ που φοιτούσε στη Β΄ Γυμνασίου, παρατηρήθηκε επηρεασμός των αντιλήψεών του για το φαινόμενο της βύθισης ή πλευσης από αντιλήψεις που είχε, οι οποίες σχετίζονται με άλλες έννοιες των Φυσικών Επιστημών, όπως η έννοια του διαλύματος. Σύμφωνα με το υποκείμενο, μέσα στον κύλινδρο υπήρχαν ανάμεικτα νερό και αλάτι και κατά συνέπεια δεν ήταν σε θέση να αντιληφθεί, μετά τη διάλυση αλατιού στο νερό, με ποιο τρόπο το αλάτι που είναι μικρότερο σε μέγεθος από το αυγό, μπορεί να «σηκώσει» το αυγό. Διηγήρησε, λοιπόν, το υποκείμενο αυτό, γνωστική επαναξιολόγηση των αρχικών του αντιλήψεων, ωστόσο δεν ήταν σε θέση να κατανοήσει το φαινόμενο, λόγω ελλιπούς κατανόησης άλλων εννοιών των Φυσικών Επιστημών που σχετίζονται με την πλευση. Μέσα από το απόσπασμα αυτό προέκυψε η ανάγκη όσο το δυνατόν αναλυτικότερης παρέμβασης κατά τη διάρκεια των συνεντεύξεων της κύριας έρευνας, με στόχο την ενδελεχή κατανόηση του φαινομένου της πλευσης αλλά και των φυσικών εννοιών με τις οποίες σχετίζεται.

Γενικά, μέσα από την ποσοτική και την ποιοτική φάση της πιλοτικής έρευνας προέκυψε πως τόσο οι διδακτικές προσεγγίσεις όσο και τα ερευνητικά εργαλεία που σχεδιάστηκαν ήταν, σε γενικές γραμμές, κατανοητά και κατάλληλα για το αντιληπτικό επίπεδο των παιδιών και μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τη διάγνωση των αρχικών και τελικών αντιλήψεων των παιδιών καθώς και των επιπέδων ΔΓΙ. Ως εκ τούτου, τα ερευνητικά εργαλεία καθώς και τα σενάρια που είχαν δημιουργηθεί, χρησιμοποιήθηκαν με κάποιες τροποποιήσεις στην κύρια έρευνα.

Κύρια Έρευνα

Για την απάντηση των ερευνητικών ερωτημάτων διενεργήθηκε στατιστική ανάλυση των ποσοτικών δεδομένων, καθώς και ποιοτική ανάλυση των ημιδομημένων ατομικών συνεντεύξεων. Στα πλαίσια της ανάλυσης των ποσοτικών δεδομένων της έρευνας, πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση με τη χρήση του λογισμικού SPSS 13.0.

Ανάλυση Ποσοτικών Δεδομένων

Γενική Νοητική Ικανότητα και Επίδοση στις Φυσικές Επιστήμες

Για τη μέτρηση της Γενικής Νοητικής Ικανότητας (ΓΝΙ) χρησιμοποιήθηκαν οι Σταθερές Προοδευτικές Μήτρες του Raven. Τα αποτελέσματα από τη χορήγηση του δοκιμίου αυτού ανά τάξη, φύλο και πειραματική ομάδα παρουσιάζονται στον Πίνακα 3. Στα πλαίσια

της ποσοτικής ανάλυσης, η Δ' Δημοτικού αναφέρεται ως Τάξη 4, η Στ' Δημοτικού αναφέρεται ως Τάξη 6 και η Β' Γυμνασίου αναφέρεται ως Τάξη 8.

Πίνακας 3

Επιδόσεις στις Σταθερές Προοδευτικές Μήτρες του Raven.

	Αγόρια			Κορίτσια			Σύνολο		
	ΜΟ	ΤΑ	Ν	ΜΟ	ΤΑ	n	ΜΟ	ΤΑ	n
Πειραματική Ομάδα (ΠΟ)									
Τάξη 4	34.675	11.102	40	35.154	11.568	39	34.911	11.264	79
Τάξη 6	41.865	10.781	37	43.889	7.421	36	42.863	9.269	73
Τάξη 8	43.833	7.931	30	44.875	7.280	32	44.371	7.560	62
Σύνολο ΠΟ	39.729	10.864	107	41.000	10.081	107	40.715	10.474	214
Ομάδα Ελέγχου (ΟΕ)									
Τάξη 4	34.323	13.063	34	33.906	10.946	32	34.121	11.993	66
Τάξη 6	41.056	12.368	36	38.595	11.890	42	39.731	12.396	78
Τάξη 8	43.941	7.785	34	47.091	9.616	33	45.492	8.812	67
Σύνολο ΟΕ	39.798	11.924	104	39.813	10.817	107	39.806	11.960	211
Συνολική παρουσίαση ΠΟ και ΟΕ									
Τάξη 4	34.513	11.959	74	34.591	11.229	71	34.552	11.567	145
Τάξη 6	41.466	11.517	73	41.038	10.361	78	41.245	10.901	151
Τάξη 8	43.891	7.791	64	46.000	8.555	65	44.953	8.221	129
Σύνολο (ΠΟ+ΟΕ)	39.763	11.372	211	40.406	11.100	214	40.087	11.227	425

Σημείωση: ΜΟ=Μέσος Όρος, ΤΑ= Τυπική Απόκλιση, n= Αριθμός υποκειμένων

Από τον Πίνακα 3, φαίνεται πως όσο μεγαλώνει η ηλικία των παιδιών, τόσο αυξάνεται και η επίδοσή τους στις Σταθερές Προοδευτικές Μήτρες του Raven. Συγκεκριμένα, οι μέσες επιδόσεις για τις Τάξεις 4, 6 και 8 ήταν 34.552, 41.245 και 44.953, αντίστοιχα. Παρόμοιες αυξήσεις στην επίδοση στις Σταθερές Προοδευτικές Μήτρες του Raven παρατηρήθηκαν σε κάθε μία από τις δύο ομάδες.

Ωστόσο, φαίνεται να υπήρχαν διαφορές όσον αφορά την επίδοση ανάμεσα στα δύο φύλα. Για παράδειγμα, όσον αφορά την ΠΟ, φαίνεται να υπήρχε η τάση τα κορίτσια να έχουν υψηλότερες επιδόσεις από τα αγόρια, ιδιαίτερα όσον αφορά τη Τάξη 6, αφού οι ΜΟ επίδοσης ήταν 41.865 και 43.889 για τα αγόρια και τα κορίτσια, αντίστοιχα. Παρόμοια τάση δεν παρατηρήθηκε και για την ΟΕ, αφού τα κορίτσια της Τάξης 6 είχαν χαμηλότερη επίδοση από τα αγόρια, ενώ όσον αφορά την Τάξη 8 της ΟΕ, τα κορίτσια είχαν πολύ υψηλότερες βαθμολογίες από τα αγόρια.

Στον Πίνακα 4 φαίνονται τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία για τις επιδόσεις των συμμετεχόντων στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών, ανά τάξη, φύλο και ομάδα. Στο επίπεδο του Δημοτικού Σχολείου, οι επιδόσεις που λήφθηκαν αφορούσαν το μάθημα «Επιστήμη» αφού, όσον αφορά αυτή την εκπαιδευτική βαθμίδα, δεν υπάρχει διαχωρισμός των διαφορετικών γνωστικών πεδίων των Φυσικών Επιστημών σε διαφορετικά μαθήματα στο κυπριακό εκπαιδευτικό σύστημα. Όσον αφορά το επίπεδο του Γυμνασίου, οι επιδόσεις που δίδονται για τα γνωστικά αντικείμενα της Φυσικής, της Χημείας και της Βιολογίας είναι διαφορετικές. Για τους σκοπούς της παρούσας έρευνας, έχουν συλλεγθεί οι επιδόσεις των συμμετεχόντων στο μάθημα της Φυσικής, οι οποίες αναφέρονται από το σημείο αυτό και στο εξής ως «Επιδόσεις στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών», αφού το σενάριο που ακολουθήθηκε στη συνέχεια για την πρόκληση ΔΓΙ και την προώθηση εννοιολογικής αλλαγής προερχόταν από αυτό το γνωστικό αντικείμενο.

Από τον Πίνακα 4, φαίνεται πως οι επιδόσεις των συμμετεχόντων στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών αυξάνονται από την Τάξη 4 στην Τάξη 6 και παραμένουν σταθερές από την Τάξη 6 στην Τάξη 8. Αυτό παρατηρήθηκε τόσο στις δύο ομάδες (ΠΟ και ΟΕ), όσο και ανάμεσα στα δύο φύλα.

Πίνακας 4

Επιδόσεις στο Μάθημα των Φυσικών Επιστημών.

	Αγόρια			Κορίτσια			Σύνολο		
	ΜΟ	ΤΑ	N	ΜΟ	ΤΑ	n	ΜΟ	ΤΑ	n
Πειραματική Ομάδα (ΠΟ)									
Τάξη 4	3.550	.985	40	3.718	1.024	39	3.633	1.002	70
Τάξη 6	4.081	.893	37	4.139	.682	36	4.109	.791	73
Τάξη 8	4.200	.761	30	3.969	.782	32	4.080	.774	62
Σύνολο ΠΟ	3.916	.932	107	3.934	.861	107	3.925	.895	214
Ομάδα Ελέγχου (ΟΕ)									
Τάξη 4	3.617	.954	34	3.812	.896	32	3.712	.924	66
Τάξη 6	3.722	1.161	36	3.714	.970	42	3.717	1.055	78
Τάξη 8	3.852	.857	34	3.848	1.004	33	3.850	.925	67
Σύνολο ΟΕ	3.730	.997	104	3.785	.952	107	3.758	.972	211
Συνολική παρουσίαση ΠΟ και ΟΕ									
Τάξη 4	3.581	.965	74	3.760	.963	71	3.669	.965	145
Τάξη 6	3.904	1.043	73	3.910	.870	78	3.907	.954	151
Τάξη 8	4.015	.826	64	3.907	.896	65	3.961	.860	129
Σύνολο (ΠΟ+ΟΕ)	3.824	.967	211	3.860	.908	214	3.842	.937	425

Σημείωση: ΜΟ=Μέσος Όρος, ΤΑ= Τυπική Απόκλιση, n= Αριθμός υποκειμένων

Για να ελεγχθεί κατά πόσον οι διαφορές που εντοπίστηκαν στον Πίνακα 4 ήταν στατιστικά σημαντικές έγινε Ανάλυση Πολλαπλών Διασπορών 2 (ομάδα) X 3 (τάξη) X 2 (φύλο) (MANOVA), με εξαρτημένες μεταβλητές την επίδοση στις Σταθερές Προοδευτικές Μήτρες του Raven και την επίδοση στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών. Τα αποτελέσματα αυτά φαίνονται στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5

Ανάλυση Πολλαπλών Διασπορών 2(Ομάδα) X 3 (Τάξη) X 2 (Φύλο) MANOVA, με Εξαρτημένες Μεταβλητές την Επίδοση στις Σταθερές Προοδευτικές Μήτρες (ΣΠΜ) του Raven και στο Μάθημα «Φυσικές Επιστήμες».

		SS	df	MS	F	p.
Τάξη (Α)	ΣΠΜ του Raven	7729.078	2	3864.539	35.525	.000
	Βαθμολογία στο Μάθημα	6.823	2	3.411	3.959	.020
Ομάδα (Β)	ΣΠΜ του Raven	84.580	1	84.580	.777	.378
	Βαθμολογία στο Μάθημα	3.465	1	3.465	4.022	.046
Φύλο (Γ)	ΣΠΜ του Raven	42.594	1	42.594	.392	.532
	Βαθμολογία στο Μάθημα	9.157 ^E -02	1	9.157 ^E -02	.106	.745
ΑΒ	ΣΠΜ του Raven	310.075	2	155.037	1.425	.242
	Βαθμολογία στο Μάθημα	4.227	2	2.114	2.453	.087
ΑΓ	ΣΠΜ του Raven	108.712	2	54.356	.500	.607
	Βαθμολογία στο Μάθημα	1.526	2	.763	.886	.413
ΒΓ	ΣΠΜ του Raven	31.312	1	31.312	.288	.592
	Βαθμολογία στο Μάθημα	.103	1	.103	.120	.729
ΑΒΓ	ΣΠΜ του Raven	190.170	2	95.085	.874	.418
	Βαθμολογία στο Μάθημα	.382	2	.191	.221	.801
Error	ΣΠΜ του Raven	44928.176	413	108.785		
	Βαθμολογία στο Μάθημα	355.834	413	.862		
Total	ΣΠΜ του Raven	736407.000	425			
	Βαθμολογία στο Μάθημα	6647.000	425			

Σημείωση: SS= Sum of Squares, MS= Mean Square, df= Βαθμοί Ελευθερίας, ΣΠΜ του Raven= Σταθερές Προοδευτικές Μήτρες του Raven

Από τον Πίνακα 5 προέκυψε πως δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα αλληλεπιδράσεων των ανεξάρτητων μεταβλητών (φύλο, τάξη, πειραματική ομάδα) ούτε όσον

αφορά την επίδοση στις Σταθερές Προοδευτικές Μήτρες του Raven, ούτε και όσον αφορά την επίδοση στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών. Όσον αφορά όμως τα κύρια αποτελέσματα, προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο πειραματικών ομάδων όσον αφορά την επίδοση στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών, αφού $F(1, 413) = 4.022, p < .05$. Επιπλέον, προέκυψε πως υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τάξεων τόσο στην επίδοση στις Σταθερές Προοδευτικές Μήτρες του Raven όσον και στην επίδοση στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών. Για να διαπιστωθεί μεταξύ ποιων τάξεων υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, διενεργήθηκε ανάλυση post hoc με τη μέθοδο Scheffe (Pallant, 2004), τα αποτελέσματα της οποίας φαίνονται στον Πίνακα 6.

Πίνακας 6

Συγκρίσεις Scheffe Μεταξύ των Τάξεων Όσον Αφορά την Επίδοση στις Σταθερές Προοδευτικές Μήτρες του Raven και την Επίδοση στο Μάθημα των Φυσικών Επιστημών.

Συγκρινόμενες Τάξεις	Μέση Διαφορά	<i>p</i>
Επίδοση στις Σταθερές Προοδευτικές Μήτρες του Raven		
Τάξη 4 και Τάξη 6	- 6.693	.000*
Τάξη 4 και Τάξη 8	-10.402	.000*
Τάξη 6 και Τάξη 8	- 3.708	.013**
Επίδοση στο Μάθημα «Φυσικές Επιστήμες»		
Τάξη 4 και Τάξη 6	-.238	.089
Τάξη 4 και Τάξη 8	-.292	.035**
Τάξη 6 και Τάξη 8	-.054	.889

Σημείωση: * $p < .01$, ** $p < .05$

Από τον Πίνακα 6 εντοπίζεται πως, όσον αφορά την επίδοση στις Σταθερές Προοδευτικές Μήτρες του Raven, παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των Τάξεων 4 και 6 και μεταξύ των Τάξεων 4 και 8 σε επίπεδο $p < .01$. Παρουσιάστηκαν επίσης στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των Τάξεων 6 και 8 όσον αφορά την επίδοση στις Σταθερές Προοδευτικές Μήτρες του Raven, σε επίπεδο $p < .05$. Συγκεκριμένα, με την αύξηση της ηλικίας (τάξης), και όπως φαίνεται από τους μέσους όρους στον Πίνακα 3, υπήρχε αύξηση της επίδοσης των συμμετεχόντων στο δοκίμιο νοητικής ικανότητας.

Όσον αφορά την επίδοση στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών, δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της Τάξης 6 και της Τάξης 4, ούτε μεταξύ της Τάξης 6 και της Τάξης 8. Ωστόσο, εντοπίστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της Τάξης 4

και της Τάξης 8, σε επίπεδο $p < .05$. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 4, η επίδοση των μαθητών της Τάξης 8 στο μάθημα ήταν υψηλότερη σε σχέση με την επίδοση των μαθητών της Τάξης 4.

Συνοπτικά, διαπιστώθηκε πως όσο μεγαλώνει η ηλικία, αυξάνεται η επίδοση τόσο στο δοκίμιο γνωστικής ικανότητας (Σταθερές Προοδευτικές Μήτρες του Raven), όσο και στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών. Οι επιδόσεις στις Σταθερές Προοδευτικές Μήτρες του Raven και στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών παρουσίασαν μεταξύ τους στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση ($r = .58, p < .01$).

Ωστόσο, στην επεξήγηση της συσχέτισης αυτής θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι οι Φυσικές Επιστήμες που διδάσκονται στα Δημοτικά Σχολεία της Κύπρου ενσωματώνουν διαφορετικά γνωστικά πεδία, όπως η Φυσική, η Χημεία και η Βιολογία, ενώ οι βαθμολογίες που λήφθηκαν από την Τάξη 8 αφορούσαν μόνο τη Φυσική. Επιπλέον, οι μέθοδοι αξιολόγησης που χρησιμοποιούνται στο Δημοτικό είναι διαφορετικές από τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται στο Γυμνάσιο. Συγκεκριμένα, η βαθμολογία στο Γυμνάσιο στηρίζεται κυρίως στην τελική αξιολόγηση, ενώ στη Δημοτικό χρησιμοποιείται ένας συνδυασμός συντρέχουσας και τελικής και λαμβάνονται επίσης υπόψη παράγοντες πέραν του γνωστικού, όπως το ενδιαφέρον του μαθητή και η προσπάθεια που επενδύει σε ένα γνωστικό αντικείμενο.

Η αύξηση της επίδοσης στις Σταθερές Προοδευτικές Μήτρες του Raven που παρατηρήθηκε με την αύξηση του ηλικιακού επιπέδου τεκμηριώνεται και από το Raven (2000), ο οποίος διαπίστωσε πως με την αύξηση της ηλικίας προκύπτει αύξηση της Γενικής Νοητικής Ικανότητας, ανεξάρτητα από το κοινωνικό ή το πολιτιστικό πλαίσιο στο οποίο διαβιών τα άτομα. Σύμφωνα με τους Carter, Sottile και Carter (2001), η επίδοση στις Φυσικές Επιστήμες επηρεάζεται από το επίπεδο ανάπτυξης, όπως επίσης και από την αυτοεικόνα του μαθητή. Σύμφωνα με τους ίδιους ερευνητές, η ανάπτυξη δεξιοτήτων μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τη σχέση μεταξύ της γνωστικής ικανότητας, των μεθοδολογικών πρακτικών που χρησιμοποιούνται στο μάθημα και την αυτοεικόνα του μαθητή.

Αρχικές Αντιλήψεις των Μαθητών

Επιπρόσθετα, διερευνήθηκε κατά πόσον υπήρχαν διαφορές ανάμεσα στις ομάδες συμμετεχόντων (ΠΟ και ΟΕ), στις τάξεις και στα δύο φύλα ως προς τις αρχικές ιδέες που αφορούν τη βύθιση/ πλεύση στερεών σε υγρά. Αρχικά, εντοπίστηκαν οι εναλλακτικές αντιλήψεις των συμμετεχόντων σχετικά με τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η πλεύση. Όλες οι απαντήσεις των υποκειμένων κωδικοποιήθηκαν ποιοτικά σε μια ρήτρα με

είκοσι διαφορετικά επίπεδα απαντήσεων, που παρουσιάζεται στο Παράρτημα (Ρήτρα Ι). Η ανάπτυξη της ρήτηρας έγινε με τη Σταθερή Συγκριτική Μέθοδο (Strauss, & Corbin, 1990. Heiwitt-Taylor, 2001. Lincoln & Guba, 1985). Κύριος στόχος της Σταθερής Συγκριτικής Μεθόδου είναι, σύμφωνα με τον Grove (1988), η δημιουργία διακριτών κατηγοριών, με βάση τις οποίες μπορούν να οργανωθούν και να ερμηνευθούν τα δεδομένα. Σύμφωνα με τον Heiwitt-Taylor (2001) για την ανάλυση δεδομένων με τη Σταθερή Συγκριτική Μέθοδο, ένας μεγάλος αριθμός απαντήσεων κωδικοποιείται. Οι βασικές αντιλήψεις των υποκειμένων εντοπίζονται, ενώ οι κατηγορίες δεν είναι προαποφασισμένες, αλλά προκύπτουν από τα δεδομένα (Lincoln & Guba, 1985. Charmaz, 2000). Σε αυτές, προστίθενται σταδιακά οποιεσδήποτε νέες κατηγορίες προκύπτουν από τη μελέτη των απαντήσεων των υποκειμένων, έτσι ώστε όλες οι δυνατές απαντήσεις να εμπίπτουν στην κατηγοριοποίηση που θα αναπτυχθεί. Οι Dye, Schatz, Rosenberg και Coleman (2000) εντόπισαν ως βασικό χαρακτηριστικό της Σταθερής Συγκριτικής Μεθόδου το γεγονός ότι οι απαντήσεις των υποκειμένων που εμπίπτουν σε κάθε κατηγορία συγκρίνονται διαρκώς μεταξύ τους και ενσωματώνονται σε διακριτές κατηγορίες, με απώτερο στόχο την εξαγωγή μιας θεωρίας. Οι κατηγορίες γίνονται προοδευτικά πιο διακριτές, αφού συγκεκριμενοποιούνται τα χαρακτηριστικά τους, ενώ παράλληλα προκύπτουν νέες κατηγορίες.

Κατά τη διάγνωση των αρχικών αντιλήψεων των υποκειμένων, εντοπίστηκαν είκοσι μία (21) διαφορετικές αρχικές αντιλήψεις οι οποίες ομαδοποιήθηκαν σε τρεις κατηγορίες. Σύμφωνα με την πρώτη κατηγορία απαντήσεων, η πλεύση ή η βύθιση οφείλονται αποκλειστικά σε παράγοντες που σχετίζονται με το υγρό, σύμφωνα με τη δεύτερη κατηγορία η πλεύση ή η βύθιση οφείλονται αποκλειστικά σε παράγοντες που σχετίζονται με το αντικείμενο, ενώ, σύμφωνα με την τρίτη κατηγορία απαντήσεων, το φαινόμενο καθορίζεται από συσχετισμό παραγόντων που αφορούν το υγρό και το αντικείμενο. Οι κατηγορίες, καθώς και οι απαντήσεις που εμπίπτουν σε κάθε κατηγορία, παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 7, στην πρώτη κατηγορία εμπίπτουν όλες οι αντιλήψεις σύμφωνα με τις οποίες η πλεύση ή η βύθιση του αντικειμένου οφείλονται αποκλειστικά στο αντικείμενο και δε σχετίζονται με το είδος του υγρού ή τις ουσίες που διαλύονται σε αυτό. Σε αυτή την κατηγορία, εμπίπτουν αντιλήψεις σύμφωνα με τις οποίες φυσικά χαρακτηριστικά του αντικειμένου, όπως η μάζα, ο όγκος, ή το είδος του διαδραματίζουν καθοριστικό και αποκλειστικό ρόλο στην πλεύση ή τη βύθιση. Παραδείγματα απαντήσεων που εμπίπτουν στην κατηγορία αυτή είναι πως το αυγό που βυθιζόταν είχε μεγαλύτερη μάζα ή ότι το αυγό που βυθιζόταν στη διάταξη της προεξέτασης

θα βυθιζόταν σε οποιοδήποτε άλλο υγρό. Άλλη χαρακτηριστική απάντηση αυτής της κατηγορίας αποδίδει την πλεύση του αυγού στο προηγούμενο βράσιμό του, και επομένως το ψημένο αυγό, είτε θα βυθιζόταν είτε θα επέπλεε πάντοτε, ανεξάρτητα από το είδος του υγρού ή άλλους παράγοντες.

Πίνακας 7

Αρχικές Αντιλήψεις για την Πλεύση

A. Παράγοντες που αναφέρονται στο υγρό	Βαθμολογία
1. Ποσότητα υγρού	0
2. Στάθμη υγρού	0
3. Θερμοκρασία υγρού	1
4. Πυκνότητα/ Είδος υγρού	2
B. Παράγοντες που αναφέρονται στο αντικείμενο	
5. Ωμό- ψημένο (αλλαγή φυσικών ιδιοτήτων λόγω θέρμανσης)	0
6. Ιδιότητα αντικειμένου (σταθερή θέση σε όλα τα υγρά)	0
7. Μάζα αντικειμένου	1
8. Όγκος αντικειμένου	1
9. Πυκνότητα αντικειμένου (συσχέτιση μάζας- όγκου, συμπαγή-μη συμπαγή αντικείμενα)	2
Γ. Συσχετισμοί παραγόντων που αφορούν το υγρό και το αντικείμενο	
10. Συσχέτιση ποσότητας/στάθμης υγρού με μάζα αντικειμένου	4
11. Συσχέτιση ποσότητας/στάθμης υγρού με όγκο αντικειμένου	4
12. Συσχέτιση ποσότητας/στάθμης υγρού με θερμοκρασία αντικειμένου	4
13. Συσχέτιση ποσότητας/στάθμης υγρού με πυκνότητα αντικειμένου	4
14. Συσχέτιση θερμοκρασίας υγρού με όγκο αντικειμένου	4
15. Συσχέτιση θερμοκρασίας υγρού με μάζα αντικειμένου	4
16. Σύγκριση μάζας υγρού- μάζας αντικειμένου	5
17. Σύγκριση θερμοκρασίας υγρού- πυκνότητας αντικειμένου	5
18. Συσχέτιση ποσότητας/στάθμης υγρού με πυκνότητα αντικειμένου	5
19. Συσχέτιση πυκνότητας υγρού με μάζα αντικειμένου	5
20. Συσχέτιση πυκνότητας υγρού με όγκο αντικειμένου	5
21. Σύγκριση πυκνότητας υγρού- πυκνότητας αντικειμένου.	6

Επιπρόσθετα, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 7, στη δεύτερη κατηγορία εμπίπτουν οι αντιλήψεις σύμφωνα με τις οποίες η πλεύση και η βύθιση δεν έχουν σχέση με το αντικείμενο, αλλά καθοριστικός παράγοντας είναι το είδος του υγρού, δηλαδή σε ένα υγρό όλα τα αντικείμενα είτε επιπλέουν είτε βυθίζονται πάντοτε. Τα υποκείμενα που αναφέρθηκαν μόνο στο υγρό για την επεξήγηση του φαινομένου της πλεύσης και της βύθισης παρουσίασαν αντιλήψεις σύμφωνα με τις οποίες η ποσότητα, η στάθμη, η θερμοκρασία ή το είδος του υγρού καθορίζουν αποκλειστικά τη βύθιση ή την πλεύση. Παραδείγματα απαντήσεων που

δόθηκαν οι οποίες εμπίπτουν στην κατηγορία αυτή, και που αναφέρονται στην πειραματική διάταξη που παρουσιάζεται στο Σχήμα 3, είναι πως το αυγό επέπλεε, διότι η ποσότητα του υγρού στον κύλινδρο ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με την ποσότητα υγρού στον κύλινδρο στον οποίο το αυγό βυθιζόταν. Άλλα παραδείγματα απαντήσεων που εμπίπτουν στην κατηγορία αυτή είναι πως αν αυξανόταν η ποσότητα νερού στον κύλινδρο στον οποίο το αυγό αρχικά βυθιζόταν, τότε το αυγό θα επέπλεε ή ότι η πλεύση του αυγού οφειλόταν στο είδος του υγρού, αφού, για παράδειγμα, με τη διάλυση άλατος για την παρασκευή τροφίμων στο σπίτι, οι μαθητές παρατηρούν ότι διάφορα αντικείμενα που εμβαπτίζονται στο αλάτι έχουν την ιδιότητα να επιπλέουν.

Σύμφωνα με την τρίτη κατηγορία απαντήσεων, η θέση που παίρνει ένα αντικείμενο σε ένα υγρό (βύθιση ή πλεύση) εξαρτάται από το συνδυασμό των ιδιοτήτων υγρού και στερεού. Αντιλήψεις που εμπίπτουν σε αυτή την κατηγορία συσχετίζουν φυσικά χαρακτηριστικά και ιδιότητες του αντικειμένου με φυσικά χαρακτηριστικά και ιδιότητες του υγρού για τη δικαιολόγηση της θέσης που παίρνει ένα αντικείμενο που αφήνεται σε ένα υγρό.

Με τη βοήθεια της ρήτρας, έγινε ποσοτικοποίηση των απαντήσεων των συμμετεχόντων. Οι απαντήσεις σύμφωνα με τις οποίες ο καθοριστικός παράγοντας που προκαλούσε τη βύθιση ή την πλεύση ενός αντικειμένου ήταν το υγρό βαθμολογήθηκαν με 0-2. Με βαθμολογία μηδέν (0) βαθμολογήθηκαν οι απαντήσεις που ήταν περισσότερο απλοϊκές. Για παράδειγμα, η πλεύση αποδόθηκε αποκλειστικά σε ένα μόνο χαρακτηριστικό (ιδιότητα) του υγρού που δεν είχε σχέση με την επιστημονικά αποδεκτή άποψη και συγκεκριμένα την ποσότητα ή τη στάθμη του υγρού. Οι απαντήσεις σύμφωνα με τις οποίες η πλεύση αποδόθηκε αποκλειστικά στη θερμοκρασία του υγρού βαθμολογήθηκαν με ένα (1), αφού θεωρήθηκε ότι η αντίληψη αυτή ήταν ενδεικτική του γεγονότος ότι το υποκείμενο είχε λάβει υπόψη το ρόλο της πυκνότητας του υγρού στην πλεύση, έστω κι αν η κατανόηση της έννοιας της πυκνότητας του υγρού γινόταν ακόμη διαισθητικά. Οι απαντήσεις στις οποίες η πλεύση αποδόθηκε ρητά στο είδος ή την πυκνότητα του υγρού βαθμολογήθηκαν με δύο (2) μονάδες, διότι τα υποκείμενα που έδωσαν την απάντηση αυτή, είχαν προβεί σε συσχετισμό δύο παραγόντων που αφορούσαν το υγρό και συγκεκριμένα στην ποσότητα του νερού και στην ποσότητα της διαλυμένης ουσίας. Οι βαθμολογίες των απαντήσεων που απέδιδαν την πλεύση αποκλειστικά στο υγρό κυμάνθηκαν από μηδέν (0) μέχρι δύο (2).

Το σύνολο της βαθμολογίας που μπορούσε να πάρει ένα υποκείμενο αν θεωρούσε ότι η πλεύση καθορίζεται αποκλειστικά από το αντικείμενο κυμάνθηκε επίσης από μηδέν (0) μέχρι δύο (2), ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του αντικειμένου στα οποία αναφερόταν. Η πιο

απλοϊκή αρχική αντίληψη που εντοπίστηκε σχετικά με τα χαρακτηριστικά του αντικειμένου τα οποία καθορίζουν την πλεύση ή τη βύθιση, ήταν πως κάθε αντικείμενο λαμβάνει σταθερή θέση σε οποιοδήποτε υγρό (π.χ., πάντοτε βυθίζεται). Μια άλλη εναλλακτική αρχική αντίληψη ήταν πως το κατά πόσον ένα αυγό βυθίζεται ή επιπλέει σε ένα υγρό σχετίζεται με το αν είναι βρασμένο ή όχι. Οι δύο προηγούμενες αντιλήψεις βαθμολογούνταν με μηδέν (0). Οι αντιλήψεις σύμφωνα με τις οποίες είτε η μάζα, είτε ο όγκος του αντικειμένου ήταν ο παράγοντας από τον οποίο καθοριζόταν η πλεύση βαθμολογούνταν με ένα (1). Οι απαντήσεις σύμφωνα με τις οποίες η βύθιση ή η πλεύση καθορίζονταν αποκλειστικά από την πυκνότητα του υγρού βαθμολογούνταν με δύο (2).

Η κατηγορία απαντήσεων σύμφωνα με την οποία η βύθιση και η πλεύση ήταν αποτέλεσμα του συσχετισμού παραγόντων (ιδιοτήτων) του υγρού και του αντικειμένου, έπαιρνε βαθμολογίες τέσσερα (4) μέχρι έξι (6), ανάλογα με τον αριθμό και το είδος των χαρακτηριστικών του υγρού και του αντικειμένου που συσχετίζονταν. Οι πιο απλοί συσχετισμοί φυσικών χαρακτηριστικών του υγρού και του αντικειμένου βαθμολογήθηκαν με τέσσερα (4) ή πέντε (5). Συγκεκριμένα, οι συσχετισμοί της ποσότητας ή στάθμης του υγρού είτε με τη μάζα, είτε με τον όγκο του αντικειμένου, βαθμολογήθηκαν με τέσσερα (4). Επιπλέον, οι συσχετισμοί μεταξύ της θερμοκρασίας του υγρού με τη μάζα ή τον όγκο του αντικειμένου, αλλά και ο συσχετισμός μεταξύ της μάζας του υγρού με τη μάζα του αντικειμένου βαθμολογήθηκαν επίσης με τέσσερα (4). Με βαθμό πέντε (5) βαθμολογήθηκαν πιο σύνθετοι συσχετισμοί παραγόντων, όπως ο συσχετισμός της θερμοκρασίας του υγρού με την πυκνότητα του αντικειμένου, ο συσχετισμός μεταξύ ποσότητας ή στάθμης του υγρού με τη μάζα του αντικειμένου και ο συσχετισμός μεταξύ της πυκνότητας του υγρού με τη μάζα του αντικειμένου. Με έξι (6) βαθμολογήθηκε η επιστημονικά αποδεκτή άποψη, ότι δηλαδή η πλεύση ή η βύθιση καθορίζονται από τη σχέση μεταξύ της πυκνότητας του υγρού και της συνολικής (μέσης) πυκνότητας του αντικειμένου.

Τέλος, κάθε υποκείμενο βαθμολογήθηκε ως προς το βαθμό συνέπειας με την οποία εκφραζόταν η επικρατούσα αρχική αντίληψή του, με βαθμό ένα (1) μέχρι τέσσερα (4). Για παράδειγμα, αν και στα τέσσερα ερωτήματα του προπειραματικού δοκιμίου, το υποκείμενο απέδιδε την πλεύση στον ίδιο παράγοντα (αποκλειστικά στο υγρό ή αποκλειστικά στο αντικείμενο ή σε συσχετισμό παραγόντων που αφορούν το υγρό και το αντικείμενο) βαθμολογήθηκε με βαθμό συνέπειας τέσσερα (4). Αντίστοιχα, βαθμολογήθηκε με βαθμό συνέπειας τρία (3), αν έδινε την ίδια απάντηση στα τρία από τα τέσσερα ερωτήματα. Αν ένα υποκείμενο απέδιδε την πλεύση σε συγκεκριμένο παράγοντα στα δύο από τα τέσσερα

προβλήματα και στα άλλα δύο απέδιδε την πλεύση σε δύο άλλους, διαφορετικούς παράγοντες, το υποκείμενο βαθμολογήθηκε με βαθμό συνέπειας δύο (2). Για παράδειγμα, αν σε δύο προβλήματα το υποκείμενο απέδιδε την πλεύση αποκλειστικά στο υγρό, σε ένα πρόβλημα απέδιδε την πλεύση αποκλειστικά στο αντικείμενο και σε ένα πρόβλημα απέδιδε την πλεύση σε συσχετισμό παραγόντων, έπαιρνε βαθμολογία δύο (2). Αν όμως ένα υποκείμενο αναφερόταν σε έναν παράγοντα στα δύο από τα τέσσερα προβλήματα (για παράδειγμα στο υγρό) και σε άλλον παράγοντα στα άλλα δύο προβλήματα (για παράδειγμα στο αντικείμενο), για την απόδοση του βαθμού συνέπειας εντοπίστηκε η κυρίαρχη αντίληψη του συμμετέχοντα μέσα από τις απαντήσεις του στα ερωτήματα ανοιχτού τύπου και το υποκείμενο βαθμολογήθηκε για τη συνέπεια της άποψης αυτής με βαθμό δύο (2). Αν το υποκείμενο δεν παρουσίαζε καμία συνέπεια στις απαντήσεις του βαθμολογήθηκε με ένα (1).

Στον Πίνακα 8, παρουσιάζονται οι αρχικές αντιλήψεις των συμμετεχόντων, όπως κατηγοριοποιήθηκαν στις τρεις κατηγορίες που έχουν παρουσιαστεί (Α, Β και Γ), ανά τάξη, φύλο και ομάδα. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 8, η δημοφιλέστερη κατηγορία απαντήσεων, όσον αφορά τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η πλεύση για όλες τις ομάδες του δείγματος, ήταν αυτές που απέδιδαν την πλεύση αποκλειστικά στο υγρό. Η άποψη αυτή υποστηρίχθηκε από το 57.8% του συνολικού δείγματος, σε σχέση με 20% που θεώρησε ότι η βύθιση ή η πλεύση εξαρτώνται αποκλειστικά από το αντικείμενο και με 22.2% που υποστήριξε πως ο συσχετισμός παραγόντων που αφορούν τόσο το υγρό όσο και το αντικείμενο είναι ο καθοριστικός παράγοντας για την βύθιση ή για την πλεύση. Το υγρό ήταν λιγότερο επικρατούσα αντίληψη όσο αυξανόταν το ηλικιακό επίπεδο, αφού τα ποσοστά για τις Τάξεις 4, 6 και 8 ήταν 72.6%, 57.5% και 41.4%, αντίστοιχα. Παρόμοιες τάσεις φαίνεται να επικρατούσαν και για την κάθε ομάδα χωριστά.

Πίνακας 8

Αρχικές Αντιλήψεις Όσον Αφορά τους Παράγοντες στους Οποίους Οφείλεται η Πλεύση, ανά Φύλο, Τάξη και Ομάδα

		Υγρό		Αντικείμενο		Συσχετισμός Υγρού- Αντικειμ.		Σύνολο (100%)
		N	%	n	%	n	%	n
Πειραματική Ομάδα (ΠΟ)								
Αγόρια	Τάξη 4	26	70.3	7	18.9	4	10.8	37
	Τάξη 6	24	61.5	7	17.9	8	20.6	39
	Τάξη 8	14	46.7	7	23.3	9	30.0	30
	Σύνολο	64	60.4	21	19.8	21	19.8	106
Κορίτσια	Τάξη 4	33	82.5	5	12.5	2	5.0	40
	Τάξη 6	21	58.3	7	19.4	8	22.3	36
	Τάξη 8	15	44.1	5	14.7	14	41.2	34
	Σύνολο	69	62.7	17	15.5	24	21.8	110
Σύνολο	Τάξη 4	59	76.6	12	15.6	6	7.8	77
	Τάξη 6	45	60.0	14	18.7	16	21.3	75
	Τάξη 8	29	45.3	12	18.8	23	35.9	64
	Σύνολο ΠΟ	133	61.6	38	17.6	45	20.8	216
Ομάδα Ελέγχου (ΟΕ)								
Αγόρια	Τάξη 4	26	72.2	6	16.7	4	11.1	36
	Τάξη 6	19	52.8	9	25.0	8	22.2	36
	Τάξη 8	13	39.4	12	36.4	8	24.2	33
	Σύνολο	58	55.2	27	25.7	20	19	105
Κορίτσια	Τάξη 4	21	63.6	5	15.2	7	21.2	33
	Τάξη 6	24	57.2	9	21.4	9	21.4	42
	Τάξη 8	11	35.5	6	19.4	14	45.1	31
	Σύνολο	56	52.8	20	18.9	30	28.3	106
Σύνολο	Τάξη 4	47	68.2	11	15.9	11	15.9	69
	Τάξη 6	43	55.1	18	23.1	17	21.8	78
	Τάξη 8	24	37.5	18	28.1	22	34.4	64
	Σύνολο ΟΕ	114	54.0	47	22.3	50	23.7	211
Ολόκληρο το Δείγμα (ΠΟ και ΟΕ)								
Αγόρια	Τάξη 4	52	71.2	13	17.8	8	11.0	73
	Τάξη 6	43	57.3	16	21.3	16	21.3	75
	Τάξη 8	27	42.9	19	30.2	17	27.0	63
	Σύνολο	122	57.8	48	22.7	41	19.4	211
Κορίτσια	Τάξη 4	54	74.0	10	13.7	9	21.3	73
	Τάξη 6	45	57.7	16	20.5	17	21.8	78
	Τάξη 8	26	40.0	11	16.9	28	43.1	65
	Σύνολο	125	57.9	37	17.1	54	25.0	216
Τάξη	Τάξη 4	106	72.6	23	15.8	17	11.6	146
	Τάξη 6	88	57.5	32	20.9	33	21.6	153
	Τάξη 8	53	41.4	30	23.4	45	35.2	128
Ολόκληρο το δείγμα		247	57.8	85	20.0	95	22.2	427

Η δεύτερη δημοφιλέστερη κατηγορία αντιλήψεων, σύμφωνα με τον Πίνακα 8, αποτελείται από απαντήσεις στις οποίες τα υποκείμενα υποστήριξαν ότι για την πλεύση ή τη βύθιση, ο καθοριστικός παράγοντας είναι αποκλειστικά το αντικείμενο, δηλαδή ότι ένα αντικείμενο παίρνει σταθερή θέση σε οποιοδήποτε υγρό κι αν τοποθετηθεί (π.χ., βυθίζεται σε όλα τα υγρά). Φαίνεται πως η αντίληψη αυτή συναντάται συχνότερα όσο αυξάνεται το ηλικιακό επίπεδο των παιδιών. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκαν ποσοστά 11.6%, 21.6% και 35.2% για το σύνολο των παιδιών που φοιτούσαν στις Τάξεις 4, 6 και 8, αντίστοιχα. Ιδιαίτερα αυξημένο φαίνεται να είναι το ποσοστό των κοριτσιών που φοιτούσαν στην Τάξη 8 της ΟΕ, που υποστήριξε την αντίληψη αυτή σε ποσοστό 45.1% σε σχέση με 21.2% και 21.4% για τα κορίτσια των Τάξεων 4 και 6 της ΟΕ, αντίστοιχα.

Επίσης, από τον Πίνακα 8, φαίνεται ότι όσο μεγαλύτερη γίνεται η ηλικία των μαθητών (τάξη), τόσο υψηλότερο είναι και το ποσοστό που προβαίνει σε συσχετισμό χαρακτηριστικών του υγρού με χαρακτηριστικά του αντικειμένου, για να αποφασίσει κατά πόσον ένα αντικείμενο επιπλέει ή βυθίζεται. Αυτό ισχύει και για τις δύο ομάδες συμμετεχόντων, αλλά και για κάθε τάξη και φύλο ξεχωριστά. Για παράδειγμα, τα ποσοστά συμμετεχόντων που θεώρησαν ότι η πλεύση οφείλεται σε συσχετισμό ιδιοτήτων του υγρού και του στερεού ήταν 11.6%, 21.6% και 35.2% για τις Τάξεις 4, 6 και 8, αντίστοιχα.

Όσον αφορά τα δύο φύλα, φαίνεται ότι υπήρχαν παρόμοιες τάσεις ως προς τις αρχικές αντιλήψεις στο σύνολο του δείγματος. Συγκεκριμένα, 57.8% των αγοριών και 57.9% των κοριτσιών απέδωσαν την πλεύση αποκλειστικά στο υγρό, 22.7% των αγοριών και 17.1% των κοριτσιών απέδωσαν την πλεύση αποκλειστικά στο αντικείμενο και 19.4% των αγοριών και 25% των κοριτσιών συσχέτισαν παράγοντες (ιδιότητες του αντικειμένου και του υγρού) για να εξηγήσουν το φαινόμενο της βύθισης/ πλεύσης. Παρόμοιες ήταν και οι τάσεις που παρουσιάζονται ανά τάξη στο σύνολο του δείγματος.

Ωστόσο, φαίνεται ότι υπήρχαν διαφορές ανάμεσα στις αντιλήψεις που παρουσίασαν τα δύο φύλα στις δύο ομάδες. Για παράδειγμα, περισσότερα αγόρια σε σχέση με τα κορίτσια της ΠΟ απέδιδαν την πλεύση σε συσχετισμό παραγόντων, αφού τα ποσοστά που απέδιδαν την πλεύση στην κατηγορία αυτή ήταν 10.8% των αγοριών και 5.0% των κοριτσιών της Τάξης 4, και 30.0% των αγοριών σε σχέση με 41.2% των κοριτσιών Τάξης 8. Για την Τάξη 6, τα ποσοστά αγοριών και κοριτσιών της ΠΟ που απέδιδαν την πλεύση στο συσχετισμό παραγόντων που αφορούν το υγρό και το αντικείμενο, ήταν παρόμοια. Η τάση αυτή δε φαίνεται να ισχύει για την ΟΕ, αφού τα κορίτσια που υποστήριξαν ότι η πλεύση οφείλεται σε συσχετισμό παραγόντων που αφορούν το υγρό και το αντικείμενο ήταν περισσότερα από τα

αγόρια. Συγκεκριμένα, τα αντίστοιχα ποσοστά ήταν 11.1% των αγοριών σε σχέση με 21.2% των κοριτσιών της Τάξης 4 της ΟΕ και 24.2% των αγοριών σε σχέση με 45.1% των κοριτσιών της Τάξης 8 της ΟΕ.

Ποσοτικοποίηση Απαντήσεων στο Προπειραματικό Δοκίμιο και Διαφορές Επιδόσεων ανά Τάξη, Φύλο και Ομάδα

Από τον Πίνακα 9, στον οποίο παρουσιάζεται η Επιδόσεις στην προεξέταση, φαίνεται πως για τις δύο ομάδες υπήρχαν διαφορές μεταξύ των τάξεων όσον αφορά τους μέσους όρους (ΜΟ) επίδοσης. Συγκεκριμένα, υπήρχε η τάση όσο αυξάνεται το ηλικιακό επίπεδο των συμμετεχόντων να αυξάνεται και η επίδοσή τους στην προεξέταση, όπως αυτή ποσοτικοποιήθηκε με βάση τη ρήτρα (Βλ. Παράρτημα, Ρήτρα Ι). Για παράδειγμα, παρατηρήθηκε πως ο ΜΟ επίδοσης μαθητών Τάξης 4 στην προεξέταση ήταν .829, για την Τάξη 6 ήταν 1.387 και για την Τάξη 8 ήταν 2.108. Παρόμοιες διαφορές στις επιδόσεις των τριών τάξεων στο προπειραματικό δοκίμιο φαίνεται να υπήρχαν και σε κάθε ομάδα χωριστά.

Πίνακας 9

Επιδόσεις στο Προπειραματικό Δοκίμιο.

	Αγόρια			Κορίτσια			Σύνολο		
	ΜΟ	ΤΑ	n	ΜΟ	ΤΑ	n	ΜΟ	ΤΑ	n
Πειραματική Ομάδα (ΠΟ)									
Τάξη 4	1.108	1.646	37	.470	1.109	40	.779	1.420	77
Τάξη 6	1.359	2.019	39	.778	1.219	27	1.121	1.749	66
Τάξη 8	2.069	2.069	29	2.375	2.121	32	2.226	2.084	61
Σύνολο	1.466	1.931	105	1.171	1.738	99	1.323	1.841	204
Ομάδα Ελέγχου (ΟΕ)									
Τάξη 4	.805	1.410	36	.969	1.640	33	.884	1.520	69
Τάξη 6	1.529	1.727	34	1.690	1.828	42	1.618	1.773	76
Τάξη 8	1.593	2.123	32	2.444	1.867	27	1.983	2.038	59
Σύνολο	1.294	1.783	102	1.657	1.853	102	1.475	1.823	204
Συνολική παρουσίαση ΠΟ και ΟΕ									
Τάξη 4	.959	1.531	73	.699	1.391	73	.829	1.463	146
Τάξη 6	1.438	1.878	73	1.333	1.668	69	1.387	1.774	142
Τάξη 8	1.820	2.093	61	2.406	1.992	59	2.108	2.057	120
Σύνολο	1.382	1.858	207	1.418	1.809	201	1.399	1.832	408

Σημείωση: ΜΟ=Μέσος Όρος, ΤΑ= Τυπική Απόκλιση, n= αριθμός υποκειμένων

Επιπλέον, από τον Πίνακα 9 φαίνεται ότι οι ΜΟ της επίδοσης των αγοριών των Τάξεων 4 και 6 της ΠΟ, στο προπειραματικό δοκίμιο ήταν υψηλότεροι από τους αντίστοιχους

ΜΟ των κοριτσιών. Όσον αφορά την Τάξη 8 της ΠΟ, τα αγόρια εμφανίστηκαν ισοδύναμα με τα κορίτσια. Μικρότερες ήταν οι διαφορές που φαίνεται ότι υπήρχαν μεταξύ αγοριών και κοριτσιών των τριών τάξεων στην ΟΕ.

Για να ελεγχθεί κατά πόσον οι προηγούμενες διαφορές ήταν στατιστικά σημαντικές έγινε Ανάλυση Διασποράς 2 (ομάδα) X 3 (τάξη) X 2 (φύλο) (ANOVA), με εξαρτημένη μεταβλητή την επίδοση στο προπειραματικό δοκίμιο. Τα αποτελέσματα αυτά φαίνονται στον Πίνακα 10.

Πίνακας 10

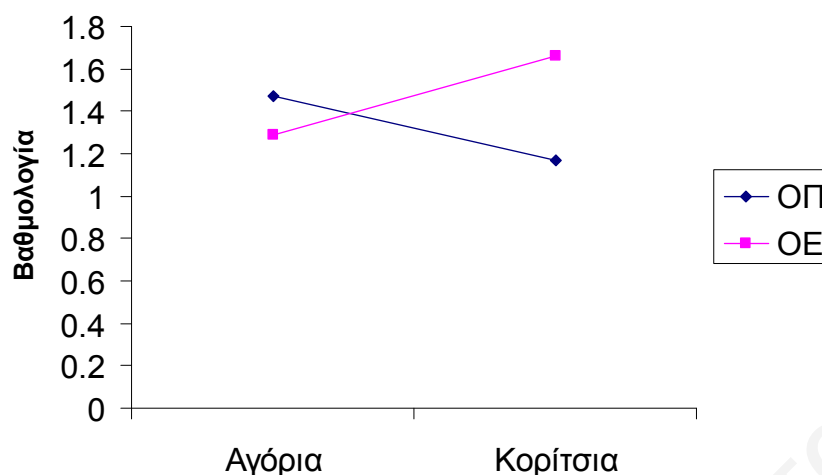
Αποτελέσματα Ανάλυσης Διασποράς 2 (Ομάδα) X 3 (Τάξη) X 2 (Φύλο), με Εξαρτημένη Μεταβλητή την Επίδοση στο Προπειραματικό Δοκίμιο

Μεταβλητή	SS	df	MS	F	<i>p.</i>
Ομάδα (Α)	2.100	1	2.100	.681	.410
Τάξη (Β)	108.094	2	54.047	17.529	.000
Φύλο (Γ)	.199	1	.199	.065	.800
ΑΒ	9.104	2	4.552	1.476	.230
ΑΓ	12.065	1	12.065	3.913	.049
ΒΓ	13.482	2	6.741	2.186	.114
ΑΒΓ	.281	2	.141	.046	.955
Error	1220.986	396	3.083		
Total	2165.000	408			

Σημείωση: SS= Sum of Squares, df= βαθμοί ελευθερίας, MS= Mean Square

Αποτελέσματα Αλληλεπίδρασης

Από την ανάλυση προέκυψε ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης (interaction effects) μεταξύ της ομάδας, της τάξης και του φύλου όσον αφορά την επίδοση στο προπειραματικό δοκίμιο, αφού $F(2, 396) = .046$, $p = .955$. Επίσης, δεν προέκυψαν στατιστικά αποτελέσματα διπλής αλληλεπίδρασης μεταξύ ομάδας και τάξης, αφού $F(2, 396) = 1.476$, $p = .230$, αλλά ούτε και μεταξύ τάξης και φύλου, αφού $F(2, 396) = 2.186$, $p = .114$ όσον αφορά την επίδοση στο προπειραματικό δοκίμιο. Εντοπίστηκε ωστόσο μία στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση στις επιδόσεις των συμμετεχόντων στο προπειραματικό δοκίμιο, που σχετίζεται με τους παράγοντες “ομάδα” και “φύλο”, αφού $F(1, 396) = 3.913$, $p < .001$. Το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης αυτής φαίνεται διαγραμματικά στο Σχήμα 5.



Σχήμα 5. Αποτέλεσμα Αλληλεπίδρασης Μεταξύ Φύλου και Ομάδας στις Επιδόσεις στο Προπειραματικό Δοκίμιο

Σύμφωνα με το Σχήμα 5, τα αγόρια και τα κορίτσια των δύο ομάδων συμπεριφέρθηκαν διαφορετικά στο προπειραματικό δοκίμιο. Συγκεκριμένα, τα αγόρια της ΠΟ είχαν υψηλότερες επιδόσεις από τα αγόρια της ΟΕ, ενώ τα κορίτσια της ΠΟ είχαν χαμηλότερες επιδόσεις από τα κορίτσια της ΟΕ στο προπειραματικό δοκίμιο.

Κύρια Αποτελέσματα

Όσον αφορά τα κύρια αποτελέσματα, υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στις επιδόσεις των μαθητών μεταξύ των διαφόρων ηλικιακών επιπέδων (τάξεων), αφού $F(2, 396) = 17.529, p < .001$. Ακολούθως, διενεργήθηκε έλεγχος post hoc με τη μέθοδο Scheffe, για να εντοπισθεί μεταξύ ποιων ηλικιακών επιπέδων (τάξεων) υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε σχέση με την επίδοση στο προπειραματικό δοκίμιο. Τα αποτελέσματα της σύγκρισης φαίνονται στον Πίνακα 11.

Πίνακας 11

Εντοπισμός Διαφορών Μεταξύ των Τάξεων Όσον Αφορά την Επίδοση στο Προπειραματικό Δοκίμιο (Αποτελέσματα Ελέγχου Scheffe)

Συγκρινόμενες Τάξεις	Mean Difference	<i>p</i> .
Τάξη 4 και Τάξη 6	-.5586	.027 *
Τάξη 4 και Τάξη 8	-1.280	.000**
Τάξη 6 και Τάξη 8	-.721	.004**

Σημείωση: ** $p < .01$, * $p < .05$

Ο έλεγχος Scheffe έδειξε πως υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο $p < .05$ μεταξύ της Τάξης 4 και της Τάξης 6 επίσης, καθώς και στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της Τάξης 4 και της Τάξης 8, όπως επίσης και μεταξύ της Τάξης 6 και της Τάξης 8, σε επίπεδο $p < .01$. Συγκεκριμένα, ο έλεγχος Scheffe επιβεβαίωσε πως όσο μεγαλύτερο είναι το ηλικιακό επίπεδο (τάξη) των μαθητών, τόσο υψηλότερη είναι και η βαθμολογία τους στην προεξέταση, αφού η Τάξη 4 είχε ως ΜΟ επίδοσης στο προπαιραματικό δοκίμιο .829, η Τάξη 6 είχε ως ΜΟ επίδοσης 1.387 και η Τάξη 8 είχε ως ΜΟ επίδοσης στην προεξέταση 2.108. Επιπρόσθετη επιβεβαίωση του αποτελέσματος αυτού φαίνεται ότι προκύπτει και από τη στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ της επίδοσης στις Σταθερές Προοδευτικές Μήτρες του Raven και της επίδοσης στο προπαιραματικό δοκίμιο, αφού $r = .251$, $p < .01$. Συνεπώς, η αύξηση της Γενικής Νοητικής Ικανότητας των παιδιών, όπως διαγνώσκεται από τις Σταθερές Προοδευτικές Μήτρες του Raven, συνοδεύεται από αύξηση της επίδοσης στο προπαιραματικό δοκίμιο.

Όσον αφορά τα κύρια αποτελέσματα της Ανάλυσης Διασποράς 2 (Ομάδα) X 3 (Τάξη) X 2 (Φύλο), με εξαρτημένη μεταβλητή την επίδοση στο προπαιραματικό δοκίμιο, προέκυψε πως δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επιδόσεων των μαθητών των δύο ομάδων και μεταξύ αγοριών και κοριτσιών. Λαμβάνοντας όμως υπόψη τη στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση στις επιδόσεις των μαθητών σε σχέση με τους παράγοντες “ομάδα” και “φύλο”, τα αποτελέσματα αυτά πρέπει να ερμηνεύονται με προσοχή, αφού υπήρχε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο μεταβλητών, όσον αφορά την επίδοση στο προπαιραματικό δοκίμιο.

Επιδόσεις των Μαθητών στο Μεταπαιραματικό Δοκίμιο και στο ΕΜΕΔΓΙ

Διερευνήθηκε στη συνέχεια κατά πόσον υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων (ΠΟ και ΟΕ) σε σχέση με τις επιδόσεις τους στο μεταπαιραματικό δοκίμιο καθώς και στις τέσσερις παραμέτρους του ΕΜΕΔΓΙ. Αρχικά, για την ανάλυση των απαντήσεων των υποκειμένων στο μεταπαιραματικό δοκίμιο δημιουργήθηκε επίσης μια ρήτρα κωδικοποίησης απαντήσεων, που φαίνεται στο Παράρτημα IV. Οι ερωτήσεις 1 και 2, στις οποίες οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να υποδείξουν ποιοι κύλινδροι περιείχαν νερό και ποιοι αλατόνερο βαθμολογούνταν μόνο ως προς την ορθότητά τους, αφού οι συμμετέχοντες δεν κλήθηκαν να δικαιολογήσουν τις απαντήσεις τους. Οι υπόλοιπες οκτώ (8) ερωτήσεις του μεταπαιραματικού δοκιμίου βαθμολογήθηκαν από μηδέν (0) μέχρι τρία (3). Αρχικά βαθμολογήθηκε η ορθότητα της απάντησης που επέλεγε ο μαθητής όσον αφορά την πολλαπλή

επιλογή με μηδέν (0) για τη λανθασμένη ή ένα (1) για την ορθή απάντηση. Ακολούθως, έγινε κωδικοποίηση και αξιολόγηση της δικαιολόγησης που έδινε ο μαθητής σε ερώτηση ανοιχτού τύπου που ακολουθούσε την ερώτηση πολλαπλής επιλογής. Στη συνέχεια γινόταν βαθμολόγηση της δικαιολόγησης με τιμές μηδέν (0) μέχρι δύο (2). Κάθε συμμετέχων βαθμολογήθηκε με μηδέν (0) για κάθε λανθασμένη δικαιολόγηση, με ένα (1) για κάθε ορθή αλλά ελλιπή δικαιολόγηση και με δύο (2) για κάθε ολοκληρωμένη και ορθή δικαιολόγηση. Η τελική βαθμολογία κάθε υποκειμένου σε κάθε ερώτηση γινόταν σύμφωνα με το άθροισμα των βαθμολογιών της απάντησης στην πολλαπλή επιλογή και στη δικαιολόγηση. Κατά συνέπεια, η μέγιστη βαθμολογία για κάθε ερώτηση έπαιρνε τιμές από μηδέν (0) μέχρι τρία (3), δηλαδή μία μονάδα για την ορθή επιλογή απάντησης πολλαπλής επιλογής και δύο μονάδες για την ορθή δικαιολόγηση. Ως εκ τούτου, η συνολική βαθμολογία στο μεταπειραματικό δοκίμιο είχε ως μέγιστη τιμή το είκοσι έξι (26).

Επιπρόσθετα, κάθε μαθητής βαθμολογήθηκε και ως προς τη συνέπεια των δικαιολογήσεων που παρείχε με αριθμητική τιμή από ένα (1) μέχρι τρία (3), για χαμηλό, μέτριο και υψηλό βαθμό συνέπειας, αντίστοιχα. Συγκεκριμένα, αν το υποκείμενο απέδιδε την βύθιση ή την πλευση σε ένα παράγοντα σε όλα τα ερωτήματα, έπαιρνε βαθμολογία «τρία», όσον αφορά τη συνέπεια. Αν απέδιδε την πλευση ή τη βύθιση εναλλακτικά σε δύο ή τρεις παράγοντες έπαιρνε βαθμολογία «δύο» ως προς τη συνέπεια, ενώ αν απέδιδε την πλευση σε περισσότερους από τρεις παράγοντες, ανάλογα με το ερώτημα, βαθμολογούνταν με βαθμό «ένα» όσον αφορά τη συνέπεια.

Προτού απαντηθούν τα ερευνητικά ερωτήματα, δημιουργήθηκαν τέσσερις (4) νέες μεταβλητές, μια για κάθε συστατικό της ΔΓΙ, όπως μετρείται με το ΕΜΕΔΓΙ. Οι μεταβλητές αυτές θα αναφέρονται στη συνέχεια με τα ονόματα ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ (που αντιστοιχεί στην Αναγνώριση Αντιφατικών Δεδομένων), ΑΓΧΟΣ, ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ (που αναφέρονται στις αντίστοιχες εννοιολογικές κατασκευές της ΔΓΙ που μετρούνται από το ΕΜΕΔΓΙ) και ΕΠΑΝΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ (που αναφέρεται στη Γνωστική Επαναξιολόγηση των Αρχικών Αντιλήψεων από το ίδιο το υποκείμενο). Κάθε μία από τις μεταβλητές αυτές αντιπροσωπεύει το μέσο όρο των τιμών των απαντήσεων που έδωσε ο κάθε συμμετέχοντας στις τρεις (3) δηλώσεις (items) του ΕΜΕΔΓΙ που αντιστοιχούσαν σε κάθε μία από τις τέσσερις (4) μεταβλητές. Στον Πίνακα 12, παρουσιάζονται οι επιδόσεις των δύο ομάδων (ΠΟ και ΟΕ) στο μεταπειραματικό δοκίμιο.

Πίνακας 12

Επιδόσεις στο Μεταπειραματικό Δοκίμιο.

	Αγόρια			Κορίτσια			Σύνολο		
	ΜΟ	ΤΑ	N	ΜΟ	ΤΑ	n	ΜΟ	ΤΑ	n
Πειραματική Ομάδα (ΠΟ)									
Τάξη 4	13.946	6.329	37	14.405	5.546	37	14.176	5.914	74
Τάξη 6	15.897	7.633	39	18.000	5.964	38	16.935	6.897	77
Τάξη 8	16.419	5.524	31	18.529	6.369	34	17.523	6.029	65
Σύνολο ΠΟ	15.373	6.653	107	16.945	6.182	109	16.166	6.453	216
Ομάδα Ελέγχου (ΟΕ)									
Τάξη 4	11.757	6.140	35	13.090	6.082	33	12.404	6.106	68
Τάξη 6	12.986	6.972	35	16.012	4.699	41	14.618	6.009	76
Τάξη 8	12.559	6.132	34	17.500	5.757	32	14.954	6.410	66
Σύνολο ΟΕ	12.443	6.389	104	15.552	5.711	106	14.007	6.240	210
Συνολική παρουσίαση ΠΟ και ΟΕ									
Τάξη 4	12.882	6.293	72	13.786	5.800	70	13.327	6.051	142
Τάξη 6	14.520	7.424	74	16.968	5.403	79	15.784	6.554	153
Τάξη 8	14.400	6.121	65	18.030	6.055	66	16.229	6.332	131
Σύνολο	13.924	6.674	211	16.258	5.981	215	15.102	6.433	425

Σημείωση: ΜΟ=Μέσος Όρος, ΤΑ= Τυπική Απόκλιση, n= Αριθμός υποκειμένων

Στον τον Πίνακα 12 φαίνεται πως η ΠΟ παρουσίασε υψηλότερη επίδοση στο μεταπειραματικό δοκίμιο σε σχέση με την ΟΕ. Παρόμοιες διαφορές, όσον αφορά την επίδοση των δύο ομάδων στο μεταπειραματικό δοκίμιο, φαίνεται να υπήρχαν και όσον αφορά τα δύο φύλα, αφού υπήρχε η τάση τα αγόρια να έχουν υψηλότερες επιδόσεις από τα κορίτσια. Υπήρχε, επίσης, εμφανής τάση να αυξάνεται η επίδοση των κοριτσιών με την αύξηση της ηλικίας, ενώ για τα αγόρια, η τάση αυτή δεν ήταν το ίδιο εμφανής.

Στον Πίνακα 13, παρουσιάζονται οι επιδόσεις των μαθητών όσον αφορά τον παράγοντα Ενδιαφέρον, όπως μετρήθηκε από το ΕΜΕΔΓΙ ανά τάξη, φύλο και ομάδα.

Πίνακας 13

Επιδόσεις στο ΕΜΕΔΓΙ- Ενδιαφέρον.

	Αγόρια			Κορίτσια			Σύνολο		
	ΜΟ	ΤΑ	N	ΜΟ	ΤΑ	n	ΜΟ	ΤΑ	n
Πειραματική Ομάδα (ΠΟ)									
Τάξη 4	4.273	.823	39	4.171	.740	37	4.223	.780	76
Τάξη 6	4.197	.920	39	4.167	.826	38	4.181	.869	77
Τάξη 8	3.311	1.002	30	3.755	.749	34	3.547	.987	64
Σύνολο ΠΟ	3.978	.993	108	4.040	.790	109	4.009	.896	217
Ομάδα Ελέγχου (ΟΕ)									
Τάξη 4	3.952	1.045	35	4.293	.617	33	4.118	.875	68
Τάξη 6	3.444	1.118	36	4.238	.740	42	3.872	1.010	78
Τάξη 8	3.905	.861	35	3.828	.874	33	3.868	.862	68
Σύνολο ΟΕ	3.764	1.032	106	4.130	.770	108	3.949	.925	214
Συνολική παρουσίαση ΠΟ και ΟΕ									
Τάξη 4	4.122	.942	74	4.229	.682	70	4.174	.824	144
Τάξη 6	3.836	1.081	75	4.204	.778	80	4.026	.952	155
Τάξη 8	3.631	.968	65	3.791	.808	67	3.712	.891	132
Σύνολο (ΠΟ+ΟΕ)	3.872	1.016	214	4.084	.780	217	3.979	.910	431

Σημείωση: ΜΟ=Μέσος Όρος, ΤΑ= Τυπική Απόκλιση, n= Αριθμός υποκειμένων

Στον Πίνακα 13 φαίνεται πως οι επιδόσεις των δύο ομάδων μαθητών, όσον αφορά το ενδιαφέρον, παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές. Οι ΜΟ των δηλώσεων του ΕΜΕΔΓΙ που αφορούσαν το ενδιαφέρον ήταν παρόμοιοι για τα δύο φύλα, καθώς και για τις δύο ομάδες. Επιπλέον, στις δύο ομάδες φαίνεται πως το ενδιαφέρον για το πρόβλημα είχε πτωτική τάση με την αύξηση της ηλικίας.

Στον Πίνακα 14 παρουσιάζονται οι ΜΟ των επιδόσεων των συμμετεχόντων σε σχέση με τις απαντήσεις τους στις δηλώσεις του ΕΜΕΔΓΙ, που αφορούσαν την Αναγνώριση των Αντιφατικών δεδομένων.

Πίνακας 14

Επιδόσεις στο ΕΜΕΔΓΙ- Αναγνώριση Αντιφατικών Δεδομένων

	Αγόρια			Κορίτσια			Σύνολο		
	ΜΟ	ΤΑ	N	ΜΟ	ΤΑ	n	ΜΟ	ΤΑ	N
Πειραματική Ομάδα (ΠΟ)									
Τάξη 4	3.180	.930	39	3.252	.918	37	3.215	.918	76
Τάξη 6	3.120	.633	39	3.061	.910	38	3.090	.777	77
Τάξη 8	2.462	1.013	31	2.725	.858	34	2.600	.937	65
Σύνολο ΟΠ	2.954	.910	109	3.021	.914	109	2.988	.910	218
Ομάδα Ελέγχου (ΟΕ)									
Τάξη 4	3.162	.849	35	3.525	.886	33	3.338	.880	68
Τάξη 6	2.880	.862	36	1.143	.803	42	3.021	.836	78
Τάξη 8	2.857	.954	35	2.980	1.034	33	2.917	.988	68
Σύνολο ΟΕ	2.965	.892	106	3.210	.922	108	3.088	.913	214
Συνολική παρουσίαση ΠΟ και ΟΕ									
Τάξη 4	3.171	.887	74	3.381	.907	70	3.273	.899	144
Τάξη 6	3.004	.756	75	3.104	.851	80	3.056	.806	155
Τάξη 8	2.672	.995	66	2.851	.950	67	2.762	.973	133
Σύνολο (ΠΟ+ΟΕ)	2.960	.899	215	3.115	.921	217	3.037	.912	432

Σημείωση: ΜΟ=Μέσος Όρος, ΤΑ= Τυπική Απόκλιση, n= Αριθμός υποκειμένων

Από τον Πίνακα 14 φαίνεται πως οι δύο ομάδες είχαν παρόμοιες επιδόσεις όσον αφορά την αναγνώριση αντιφατικών δεδομένων, αφού οι ΜΟ για την ΠΟ και την ΟΕ ήταν 2.988 και 3.088, αντίστοιχα. Επίσης, οι μέσες επιδόσεις ήταν παρόμοιες όσον αφορά τα δύο φύλα, ενώ υπήρχε τάση μείωσης της επίδοσης των συμμετεχόντων, με την αύξηση της ηλικίας, όσον αφορά την αναγνώριση αντιφατικών δεδομένων, αφού για την ΠΟ οι ΜΟ ήταν 3.215, 3.090 και 2.600 για τις Τάξεις 4, 6 και 8, αντίστοιχα, ενώ για την ΟΕ οι ΜΟ ήταν 3.338, 3.021 και 2.917 για τις Τάξεις 4, 6 και 8, αντίστοιχα.

Στον Πίνακα 15, παρουσιάζονται οι ΜΟ των απαντήσεων των μαθητών στις δηλώσεις του ΕΜΕΔΓΙ που αφορούσαν το άγχος ή την αγωνία που είχαν βιώσει κατά τη διάρκεια της εμπλοκής τους στη διαδικασία. Σύμφωνα με τους Lee, κ. ά. (2003), το άγχος/ αγωνία αποτελούν ένα σύμπλεγμα αρνητικών συναισθημάτων που βιώνονται κατά την εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία ΔΓΙ, τα οποία συμβάλλουν αρνητικά στη διαδικασία οικοδόμησης της γνώσης.

Πίνακας 15

Επιδόσεις στο ΕΜΕΔΓΙ- Άγχος/ Αγωνία.

	Αγόρια			Κορίτσια			Σύνολο		
	ΜΟ	ΤΑ	n	ΜΟ	ΤΑ	n	ΜΟ	ΤΑ	n
Πειραματική Ομάδα (ΠΟ)									
Τάξη 4	2.273	.979	39	2.577	1.161	37	2.421	1.075	76
Τάξη 6	1.903	.936	39	1.950	.946	38	1.967	.935	77
Τάξη 8	1.312	1.007	31	1.931	.700	34	2.113	.874	65
Σύνολο ΠΟ	2.180	.974	109	2.159	.998	109	2.170	.984	218
Ομάδα Ελέγχου (ΟΕ)									
Τάξη 4	2.638	.961	35	2.404	1.056	33	2.524	1.008	68
Τάξη 6	2.287	1.048	36	2.262	1.165	42	2.273	1.105	78
Τάξη 8	2.324	1.062	35	2.515	1.152	33	2.416	1.102	68
Σύνολο ΟΕ	2.414	1.027	106	2.383	1.123	108	2.399	1.074	214
Συνολική παρουσίαση ΠΟ και ΟΕ									
Τάξη 4	2.446	.981	74	2.495	1.109	70	2.470	1.041	144
Τάξη 6	2.129	.997	75	2.117	1.071	80	2.122	1.033	155
Τάξη 8	2.318	1.028	66	2.219	.687	67	2.268	1.005	133
Σύνολο (ΠΟ+ΟΕ)	2.296	1.005	215	2.270	1.066	217	2.283	1.035	432

Σημείωση: ΜΟ=Μέσος Όρος, ΤΑ= Τυπική Απόκλιση, n= Αριθμός υποκειμένων

Επιπρόσθετα, από τον Πίνακα 15 φαίνεται πως το άγχος/ αγωνία που βίωσαν οι μαθητές ήταν μεγαλύτερα για την ΟΕ σε σχέση με την ΠΟ, αφού οι ΜΟ επίδοσης για τον παράγοντα αυτό ήταν 2.170 και 2.399 για την ΠΟ και την ΟΕ, αντίστοιχα. Ανάλογες διαφορές ανάμεσα στις ομάδες παρατηρήθηκαν και μεταξύ αγοριών και κοριτσιών. Φαίνεται, επίσης, πως τα παιδιά που φοιτούσαν στην Τάξη 4 είχαν το μεγαλύτερο άγχος/ αγωνία στις δύο ομάδες, ενώ η Τάξη 8 της ΟΕ παρουσίασε υψηλότερα επίπεδα άγχους/ αγωνίας σε σχέση με την Τάξη 6 της ΟΕ.

Ακολουθώς, στον Πίνακα 16 παρουσιάζονται οι ΜΟ των απαντήσεων των συμμετεχόντων στις δηλώσεις του ΕΜΕΔΓΙ, που αφορούσαν τη Γνωστική Επαναξιολόγηση των αρχικών τους αντιλήψεων. Μέσα από τις δηλώσεις αυτές οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αντιπαραβάλουν τις αρχικές και τελικές τους αντιλήψεις σε σχέση με το φαινόμενο της βύθισης/ πλεύσης και να εντοπίσουν κατά πόσον έγιναν αλλαγές, καθώς και το περιεχόμενο των αλλαγών αυτών.

Πίνακας 16

Επιδόσεις στο ΕΜΕΔΓΙ- Γνωστική Επαναξιολόγηση.

	Αγόρια			Κορίτσια			Σύνολο		
	ΜΟ	ΤΑ	n	ΜΟ	ΤΑ	n	ΜΟ	ΤΑ	n
Πειραματική Ομάδα (ΠΟ)									
Τάξη 4	3.239	1.034	39	3.460	.930	37	3.346	.984	76
Τάξη 6	3.290	.875	39	3.596	1.123	38	3.441	1.011	77
Τάξη 8	2.881	1.272	31	3.206	.868	34	3.043	1.083	65
Σύνολο ΠΟ	3.156	1.061	109	3.428	.989	109	3.292	1.032	218
Ομάδα Ελέγχου (ΟΕ)									
Τάξη 4	3.438	1.035	35	3.484	.821	33	3.461	.930	68
Τάξη 6	2.926	.760	36	3.595	1.172	42	3.286	1.052	78
Τάξη 8	3.029	1.200	35	3.505	1.000	33	3.260	1.031	68
Σύνολο ΟΕ	3.129	.962	106	3.534	1.015	108	3.333	1.007	214
Συνολική παρουσίαση ΠΟ και ΟΕ									
Τάξη 4	3.333	1.032	74	3.471	.874	70	3.400	.958	144
Τάξη 6	3.116	.837	75	3.596	1.142	80	3.363	1.031	155
Τάξη 8	2.960	1.139	66	3.353	.941	67	3.158	1.058	133
Σύνολο (ΠΟ+ΟΕ)	3.143	1.011	215	3.481	1.001	217	3.312	1.019	432

Σημείωση: ΜΟ=Μέσος Όρος, ΤΑ= Τυπική Απόκλιση, n= Αριθμός υποκειμένων

Συγκεκριμένα, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 16, φαίνεται πως οι επιδόσεις των υποκειμένων στις δηλώσεις που αφορούσαν τη γνωστική επαναξιολόγηση ανά ομάδα και τάξη ήταν περίπου οι ίδιες, ενώ φαίνεται πως τα κορίτσια και των δύο ομάδων είχαν υψηλότερες επιδόσεις σε σχέση με τα αγόρια.

Εντοπισμός Διαφορών στις Επιδόσεις στο Μεταπειραματικό Δοκίμιο ανά Τάξη, Φύλο και Ομάδα, Συνυπολογίζοντας την Επίδραση της Επίδοσης στις Φυσικές Επιστήμες

Για να διαπιστωθεί κατά πόσον οι προηγούμενες διαφορές ήταν στατιστικά σημαντικές, πραγματοποιήθηκε Ανάλυση Πολλαπλών Συνδιασπορών 2 (ομάδα) X 2 (φύλο) X 3 (τάξη) MANCOVA, με εξαρτημένες μεταβλητές την επίδοση στο μεταπειραματικό δοκίμιο και τις τέσσερις παραμέτρους του ΕΜΕΔΓΙ, δηλαδή τις μεταβλητές ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ, ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ, ΑΓΧΟΣ και ΕΠΑΝΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ και συμμεταβλητή την επίδοση στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών. Τα αποτελέσματα της Ανάλυσης Πολλαπλών Συνδιασπορών παρουσιάζονται στον Πίνακα 17.

Πίνακας 17

Ανάλυση Πολλαπλών Συνδιασπορών 2 (Ομάδα) X 3 (Τάξη) X 2 (Φύλο) MANCOVA, με Εξαρτημένες Μεταβλητές τη Βαθμολογία στο Μεταπειραματικό Δοκίμιο και τις Τέσσερις Παραμέτρους του ΕΜΕΔΓΙ

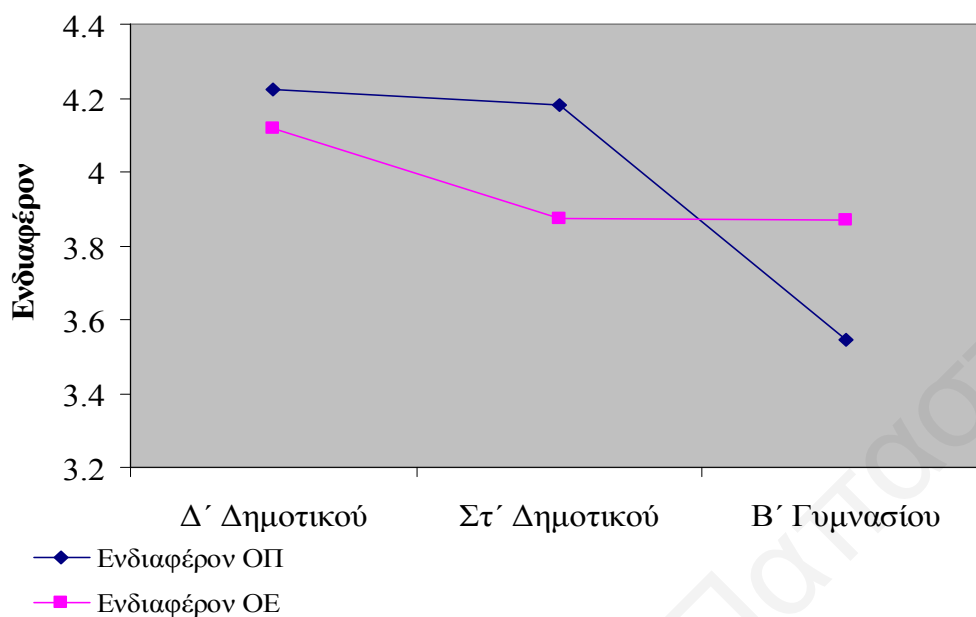
		SS	df	MS	F	p _c
Επίδοση στις ΦΕ (συμμεταβλητή)	Μεταεξέταση	251.766	1	251.766	6.757	.010
	Ενδιαφέρον	7.704 ^E -.02	1	7.704 ^E -.02	.101	.751
	Αναγνώριση	2.634 ^E -.02	1	2.634 ^E -.02	.025	.873
	Άγχος/Αγωνία	1.150	1	1.150	1.103	.294
	Επαναξιολόγηση	2.851 ^E -.02	1	2.851 ^E -.02	.028	.867
Τάξη (Α)	Μεταεξέταση	546.012	2	273.006	7.327	.001
	Ενδιαφέρον	15.098	2	7.549	9.912	.000
	Αναγνώριση	18.214	2	9.107	11.383	.000
	Άγχος/Αγωνία	7.339	2	3.669	3.521	.030
	Επαναξιολόγηση	4.338	2	2.169	2.139	.119
Ομάδα (Β)	Μεταεξέταση	475.219	1	475.219	12.754	.000
	Ενδιαφέρον	.171	1	.171	.225	.636
	Αναγνώριση	1.639	1	1.639	2.048	.153
	Άγχος/Αγωνία	6.233	1	6.233	5.980	.015
	Επαναξιολόγηση	.237	1	.237	.234	.629
Φύλο (Γ)	Μεταεξέταση	562.783	1	562.783	15.104	.000
	Ενδιαφέρον	5.044	1	5.044	6.623	.010
	Αναγνώριση	3.242	1	3.242	4.052	.045
	Άγχος/Αγωνία	3.691 ^E -03	1	3.691 ^E -03	.004	.953
	Επαναξιολόγηση	12.821	1	12.821	12.645	.000
ΑΒ	Μεταεξέταση	2.569	2	1.284	.034	.966
	Ενδιαφέρον	8.199	2	4.100	5.383	.005
	Αναγνώριση	3.162	2	1.581	1.976	.140
	Άγχος/Αγωνία	.475	2	.238	.228	.796
	Επαναξιολόγηση	3.552	2	1.776	1.752	.175
ΑΓ	Μεταεξέταση	131.050	2	65.525	1.759	.104
	Ενδιαφέρον	1.290	2	.645	.847	.430
	Αναγνώριση	.406	2	.203	.254	.776
	Άγχος/Αγωνία	.315	2	.158	.151	.860
	Επαναξιολόγηση	2.156	2	1.078	1.003	.346
ΒΓ	Μεταεξέταση	59.499	1	59.499	1.597	.207
	Ενδιαφέρον	1.520	1	1.520	1.935	.159
	Αναγνώριση	.628	1	.628	.785	.376
	Άγχος/Αγωνία	3.838 ^P -03	1	3.838 ^P -03	.004	.952
	Επαναξιολόγηση	.301	1	.301	.296	.586
ΑΒΓ	Μεταεξέταση	22.062	2	10,031	.269	.747
	Ενδιαφέρον	8.080	2	4.040	5.305	.005
	Αναγνώριση	.973	2	.487	.603	.542
	Άγχος/Αγωνία	6.553	2	3.276	3.144	.043
	Επαναξιολόγηση	1.386	2	.693	.684	.500
Error	Μεταεξέταση	15.351	412			
	Ενδιαφέρον	313.761	412			
	Αναγνώριση	329.642	412			
	Άγχος/Αγωνία	429.398	412			
	Επαναξιολόγηση	417.719	412			
Total	Μεταεξέταση	114524.250	425			
	Ενδιαφέρον	7084.000	425			
	Αναγνώριση	4276.667	425			
	Άγχος/Αγωνία	2648.889	425			
	Επαναξιολόγηση	5089.111	425			

Η Επίδραση της Συμμεταβλητής

Από τον Πίνακα 17, προκύπτει πως η συμμεταβλητή «Επίδοση στις Φυσικές Επιστήμες» επηρέασε μόνο την επίδοση στη μεταεξέταση, αφού $F(1, 412) = 6.757, p < .05$. Καμία από τις εννοιολογικές κατασκευές της ΔΓΙ, δηλαδή το ενδιαφέρον, το άγχος/ αγωνία, η αναγνώριση αντιφατικών δεδομένων και η γνωστική επαναξιολόγηση δεν επηρεάστηκε από τη μεταβλητή αυτή.

Αποτελέσματα Αλληλεπιδράσεων

Από την Ανάλυση Πολλαπλών Συνδιασπορών 2 (ομάδα) X 3 (τάξη) X 2 (φύλο) με εξαρτημένες μεταβλητές τη βαθμολογία στο μεταπειραματικό δοκίμιο και τις τέσσερις παραμέτρους του ΕΜΕΔΓΙ και συμμεταβλητή την επίδοση στις Φυσικές Επιστήμες, προέκυψαν τρία αποτελέσματα αλληλεπιδράσεων, που ήταν στατιστικά σημαντικά, δύο εκ των οποίων ήταν αποτελέσματα τριπλής και ένα διπλής αλληλεπίδρασης. Συγκεκριμένα, προέκυψε στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα τριπλής αλληλεπίδρασης μεταξύ φύλου, τάξης και ομάδας, όσον αφορά το Ενδιαφέρον ($F(2, 412) = 5.305, p < .05$) και όσον αφορά το Άγχος/Αγωνία ($F(2, 412) = 3.144, p < .05$). Από την ανάλυση προέκυψε επίσης ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα διπλής αλληλεπίδρασης όσον αφορά τις απαντήσεις στις δηλώσεις του ΕΜΕΔΓΙ που αφορούσαν το Ενδιαφέρον. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ τάξης και ομάδας, αφού $F(2, 412) = 5.383, p < .05$. Το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης αυτής φαίνεται διαγραμματικά στο Σχήμα 6.



Σχήμα 6. Αλληλεπίδραση Τάξης και Ομάδας Όσον Αφορά το Ενδιαφέρον

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 6, η διαφορά μεταξύ των μαθητών Στ' Δημοτικού (Τάξης 6) των δύο ομάδων ήταν μεγαλύτερη από την αντίστοιχη διαφορά μεταξύ των μαθητών Δ' Δημοτικού (Τάξης 4). Επιπρόσθετα, ενώ στη Στ' Δημοτικού υπήρχε υψηλότερο ενδιαφέρον από τους μαθητές της ΠΟ, εντούτοις στη Β' Γυμνασίου υπήρχε υψηλότερο ενδιαφέρον από τους μαθητές της ΟΕ. Κανένα άλλο από τα αποτελέσματα αλληλεπίδρασης δεν ήταν στατιστικά σημαντικό.

Κύρια Αποτελέσματα

Όσον αφορά τα κύρια αποτελέσματα, υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ **των τάξεων** όσον αφορά την επίδοση στο μεταπειραματικό δοκίμιο, αφού $F(2, 412) = 7.327, p < .01$, το ενδιαφέρον, αφού $F(2, 412) = 9.912, p < .001$, την αναγνώριση αντιφατικών δεδομένων, αφού $F(2, 412) = 11.383, p < .001$ και το άγχος/ αγωνία, αφού $F(2, 412) = 3.521, p < .05$. Δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τάξεων όσον αφορά τη γνωστική επαναξιολόγηση.

Ακολούθως, διενεργήθηκε post hoc test με τη μέθοδο Scheffe, για να διαπιστωθεί μεταξύ ποιων τάξεων υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, όσον αφορά την επίδοση στο μεταπειραματικό δοκίμιο, τα αποτελέσματα του οποίου φαίνονται στον Πίνακα 18.

Πίνακας 18

Οι Διαφορές Μεταξύ των Τάξεων Όσον Αφορά το Μεταπειραματικό Δοκίμιο
(Αποτελέσματα Ελέγχου Scheffe)

Συγκρινόμενες Τάξεις	Mean Difference	<i>p.</i>
Τάξη 4 και Τάξη 6	-2.456	.003
Τάξη 4 και Τάξη 8	-2.911	.001
Τάξη 6 και Τάξη 8	- .454	.826

Από τον Πίνακα 18, διαπιστώνεται πως υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της Τάξης 4 και της Τάξης 6, όπως επίσης και μεταξύ της Τάξης 4 και της Τάξης 8, σε επίπεδο $p < .01$. Δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των Τάξεων 6 και 8. Συγκεκριμένα, οι ΜΟ ήταν 13.327, 15.784 και 16.229 για τις Τάξεις 4, 6 και 8, αντίστοιχα.

Για να διαπιστωθεί, στη συνέχεια, μεταξύ ποιων τάξεων εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αφορά το ενδιαφέρον, διενεργήθηκε και πάλι έλεγχος post hoc με τη μέθοδο Scheffe. Τα αποτελέσματα από τις συγκρίσεις που έγιναν φαίνονται στον Πίνακα 19.

Πίνακας 19

Οι Διαφορές Μεταξύ Των Τάξεων Όσον Αφορά Το Ενδιαφέρον
(Αποτελέσματα Ελέγχου Scheffe)

Συγκρινόμενες Τάξεις	Μέση διαφορά	<i>p.</i>
Τάξη 4 και Τάξη 6	.150	.338
Τάξη 4 και Τάξη 8	.466	.000
Τάξη 6 και Τάξη 8	.316	.010

Σύμφωνα με τον Πίνακα 19, από τον έλεγχο Scheffe, προέκυψε πως υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της Τάξης 4 και της Τάξης 8 και μεταξύ της Τάξης 6 και της Τάξης 8, σε επίπεδο $p < .01$, ενώ δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της Τάξης 4 και της Τάξης 6 σε σχέση με το ενδιαφέρον. Συγκεκριμένα, οι επιδόσεις των μαθητών όσον αφορά το ενδιαφέρον μειώνονταν με την αύξηση του ηλικιακού επιπέδου, αφού οι ΜΟ ήταν 4.174, 4.026 και 3.712 για τις Τάξεις 4, 6 και 8, αντίστοιχα.

Για να εντοπιστεί, επίσης, μεταξύ ποιων τάξεων υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς την Αναγνώριση Αντιφατικών Δεδομένων, διενεργήθηκε και πάλι έλεγχος

post hoc με τη μέθοδο Scheffe. Τα αποτελέσματα των συγκρίσεων που έγιναν παρουσιάζονται στον Πίνακα 20.

Πίνακας 20

Οι Διαφορές Μεταξύ των Τάξεων Όσον Αφορά την Αναγνώριση Αντιφατικών Δεδομένων (Αποτελέσματα Ελέγχου Scheffe)

Συγκρινόμενες Τάξεις	Mean Difference	<i>p</i> .
Τάξη 4 και Τάξη 6	.222	.103
Τάξη 4 και Τάξη 8	.515	.000
Τάξη 6 και Τάξη 8	.293	.023

Από τον Πίνακα 20 προκύπτει πως οι μαθητές της Τάξης 8 παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις που σχετίζονται με την αναγνώριση αντιφατικών δεδομένων, σε σχέση τόσο με τους μαθητές της Τάξης 4 σε επίπεδο $p < .01$. Εντοπίστηκαν επίσης στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των Τάξεων 6 και 8 σε επίπεδο $p < .05$. Δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των Τάξεων 4 και 6. Ειδικότερα, οι μαθητές της Τάξης 8 παρουσίασαν τη χαμηλότερη επίδοση ως προς την αναγνώριση αντιφατικών δεδομένων, αφού οι ΜΟ για τη μεταβλητή αυτή ήταν 3.273, 3.056 και 2.762, για τις Τάξεις 4, 6 και 8, αντίστοιχα.

Ακολούθως, στον Πίνακα 21 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τον έλεγχο post hoc που διενεργήθηκε με τη μέθοδο Scheffe, για να διαπιστωθεί μεταξύ ποιων τάξεων υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αφορά το άγχος/ αγωνία.

Πίνακας 21

Οι Διαφορές Μεταξύ Των Τάξεων Όσον Αφορά Το Άγχος/ Αγωνία (Αποτελέσματα Ελέγχου Scheffe)

Συγκρινόμενες Τάξεις	Mean Difference	<i>p</i> .
Τάξη 4 και Τάξη 6	.335	.020
Τάξη 4 και Τάξη 8	.186	.323
Τάξη 6 και Τάξη 8	.149	.476

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 21, υπήρξε μείωση των επιδόσεων από την Τάξη 4 στην Τάξη 6, η οποία ήταν στατιστικά σημαντική σε επίπεδο $p < .05$. Ειδικότερα, οι ΜΟ των επιδόσεων ήταν 2.470 για την Τάξη 4, και 2.122 για την Τάξη 6. Δεν υπήρξαν στατιστικά

σημαντικές διαφορές μεταξύ των μαθητών των Τάξεων 4 και 8, ούτε μεταξύ των μαθητών των Τάξεων 6 και 8.

Όσον αφορά τα κύρια αποτελέσματα που αφορούν την ομάδα, προέκυψε πως υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ΠΟ και της ΟΕ όσον αφορά την επίδοση στο μεταπειραματικό δοκίμιο, αφού $F(1, 413) = 13.803$, $p < .05$. Συγκεκριμένα, οι ΜΟ ήταν 16.166 και 14.007 για την ΠΟ και την ΟΕ αντίστοιχα. Κατά συνέπεια η διαδικασία ενσωμάτωσης της ΔΓΠ ήταν αποτελεσματικότερη, ως προς τα μαθησιακά αποτελέσματα, σε σχέση με τη διαδικασία μη ενσωμάτωσής της. Ταυτόχρονα, όπως φαίνεται στον Πίνακα 17, υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων όσον αφορά την επίδοση στις δηλώσεις που αφορούν το άγχος/ αγωνία, σε επίπεδο $p < .05$. Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε πως η ΟΕ είχε υψηλότερα επίπεδα άγχους σε σχέση με την ΠΟ, αφού οι ΜΟ ήταν 2.170 και 2.339 για τις ΠΟ και ΟΕ, αντίστοιχα. Δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων ως προς το ενδιαφέρον, την αναγνώριση αντιφατικών δεδομένων και τη γνωστική επαναξιολόγηση.

Επιπρόσθετα, όπως φαίνεται στον Πίνακα 17, εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικά κύρια αποτελέσματα όσον αφορά το φύλο, σε σχέση με την επίδοση στο μεταπειραματικό δοκίμιο, το ενδιαφέρον, την αναγνώριση αντιφατικών δεδομένων και τη γνωστική επαναξιολόγηση. Συγκεκριμένα, όσον αφορά τις στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φύλων σε σχέση με την επίδοση στο μεταπειραματικό δοκίμιο, προέκυψε πως $F(1, 412) = 273.006$, $p < .05$. Αναλυτικότερα, τα κορίτσια παρουσίασαν υψηλότερη επίδοση σε σχέση με τα αγόρια στο μεταπειραματικό δοκίμιο, αφού οι ΜΟ ήταν 16.258 και 13.924 για τα κορίτσια και τα αγόρια, αντίστοιχα. Όσον αφορά το ενδιαφέρον, προέκυψε πως υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών, αφού $F(1, 412) = 5.044$, $p < .05$ και οι ΜΟ ήταν 3.872 και 4.084 για τα αγόρια και τα κορίτσια, αντίστοιχα. Σε σχέση με την αναγνώριση αντιφατικών δεδομένων, προέκυψε πως $F(1, 412) = 4.052$, $p < .05$, με ΜΟ 2.960 και 3.115 για τα αγόρια και τα κορίτσια, αντίστοιχα. Όσον αφορά την επίδραση του φύλου σε σχέση με τη γνωστική επαναξιολόγηση, εντοπίστηκε πως $F(1, 412) = 12.821$, $p < .05$. Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε πως τα κορίτσια είχαν υψηλότερες επιδόσεις από τα αγόρια, με ΜΟ 3.481 και 3.143 για τα κορίτσια και τα αγόρια, αντίστοιχα.

Βαθμός Συνέπειας Απαντήσεων του Προπειραματικού και Μεταπειραματικού Δοκιμίου

Συμπληρωματικά, εξετάστηκαν οι βαθμοί συνέπειας των απαντήσεων των συμμετεχόντων στο προπειραματικό και μεταπειραματικό δοκίμιο. Ο βαθμός συνέπειας στο

προπειραματικό δοκίμιο κυμαινόταν από μηδέν (0) μέχρι τρία (3) ενώ για το μεταπειραματικό δοκίμιο κυμαινόταν από ένα (1) μέχρι τρία (3). Κατά συνέπεια, έγινε επανακωδικοποίηση (recoding) της κλίμακας μέτρησης της συνέπειας στο προπειραματικό δοκίμιο, ώστε να ταυτίζεται με την κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε για το μεταπειραματικό δοκίμιο. Οι ΜΟ που προέκυψαν όσον αφορά τους βαθμούς συνέπειας στο προπειραματικό και στο μεταπειραματικό δοκίμιο παρουσιάζονται στους Πίνακες 22 και 23.

Από τον Πίνακα 22, φαίνεται πως ο βαθμός συνέπειας ήταν υψηλός για όλους τους συμμετέχοντες, αφού οι ΜΟ ανά τάξη, φύλο, ομάδα, παρουσίασαν ελάχιστη τιμή 2.484, για τα κορίτσια Τάξης 8 της ΟΕ. Η μέγιστη πιθανή επίδοση όσον αφορά τη συνέπεια το προπειραματικό δοκίμιο ήταν 3.000.

Πίνακας 22

Βαθμός Συνέπειας Απαντήσεων στο Προπειραματικό Δοκίμιο

	Αγόρια			Κορίτσια			Σύνολο		
	ΜΟ	ΤΑ	n	ΜΟ	ΤΑ	n	ΜΟ	ΤΑ	n
Πειραματική Ομάδα (ΠΟ)									
Τάξη 4	2.702	.463	37	2.800	.405	40	2.753	.434	77
Τάξη 6	2.923	.269	39	2.666	.478	36	2.800	.402	75
Τάξη 8	2.733	.449	30	2.706	.462	34	2.719	.453	64
Σύνολο ΠΟ	2.792	.407	106	2.727	.447	110	2.759	.428	216
Ομάδα Ελέγχου (ΟΕ)									
Τάξη 4	2.833	.377	36	2.848	.364	33	2.841	.368	69
Τάξη 6	2.833	.378	36	2.643	.485	42	2.730	.446	78
Τάξη 8	2.697	.466	33	2.484	.570	31	2.594	.526	64
Σύνολο ΟΕ	2.790	.409	105	2.660	.495	106	2.725	.458	211
Συνολική παρουσίαση ΠΟ και ΟΕ									
Τάξη 4	2.767	.425	73	2.822	.385	73	2.794	.405	146
Τάξη 6	2.880	.327	75	2.654	.479	78	2.764	.425	153
Τάξη 8	2.714	.455	63	2.600	.524	65	2.656	.493	128
Σύνολο (ΠΟ+ΟΕ)	2.791	.407	211	2.694	.471	216	2.742	.443	427

Σημείωση: ΜΟ=Μέσος Όρος, ΤΑ= Τυπική Απόκλιση, n= Αριθμός υποκειμένων

Όσον αφορά το μεταπειραματικό δοκίμιο, οι ΜΟ βαθμού συνέπειας που εμφανίζονταν κυμαίνονταν σε χαμηλότερα επίπεδα σε σχέση με τους αντίστοιχους ΜΟ βαθμού συνέπειας στο προπειραματικό δοκίμιο. Συγκεκριμένα, οι ΜΟ βαθμού συνέπειας στο μεταπειραματικό δοκίμιο, όπως φαίνεται στον Πίνακα 23, είχαν τιμές από .971 για τα αγόρια της Τάξης 6 της

ΟΕ, μέχρι 1.552 για τα κορίτσια Τάξης 6 της ΟΠ. Η μέγιστη πιθανή επίδοση όσον αφορά τη συνέπεια στο μεταπειραματικό δοκίμιο ήταν 3.000.

Πίνακας 23

Βαθμός Συνέπειας Απαντήσεων στο Μεταπειραματικό Δοκίμιο

	Αγόρια			Κορίτσια			Σύνολο		
	ΜΟ	ΤΑ	n	ΜΟ	ΤΑ	n	ΜΟ	ΤΑ	n
Πειραματική Ομάδα (ΠΟ)									
Τάξη 4	1.243	.862	37	1.459	.730	37	1.351	.801	74
Τάξη 6	1.384	.747	39	1.552	.685	38	1.467	.717	77
Τάξη 8	1.419	.807	31	1.529	.825	34	1.476	.812	65
Σύνολο ΠΟ	1.345	.802	107	1.513	.740	109	1.430	.774	216
Ομάδα Ελέγχου (ΟΕ)									
Τάξη 4	1.028	.890	35	1.272	.719	33	1.147	.815	68
Τάξη 6	.971	.857	35	1.536	.745	41	1.276	.842	76
Τάξη 8	1.058	.851	34	1.500	.718	32	1.272	.814	66
Σύνολο ΟΕ	1.019	.858	104	1.443	.731	106	1.233	.823	210
Συνολική παρουσίαση ΠΟ και ΟΕ									
Τάξη 4	1.139	.877	72	1.371	.726	70	1.253	.811	142
Τάξη 6	1.189	.822	74	1.544	.712	79	1.372	.785	153
Τάξη 8	1.231	.843	65	1.515	.769	66	1.374	.816	131
Σύνολο (ΠΟ+ΟΕ)	1.184	.844	211	1.479	.735	215	1.330	.803	426

Σημείωση: ΜΟ=Μέσος Όρος, ΤΑ= Τυπική Απόκλιση, n= Αριθμός υποκειμένων

Ακολούθως, έγινε έλεγχος t για συσχετισμένα δείγματα, για να διαπιστωθεί κατά πόσον υπήρχαν διαφορές ως προς το βαθμό συνέπειας στο προπειραματικό και μεταπειραματικό δοκίμιο στις δύο ομάδες και στο σύνολο του δείγματος. Τα αποτελέσματα του ελέγχου t παρουσιάζονται στον Πίνακα 24.

Πίνακας 24

Σύγκριση Βαθμών Συνέπειας στο Προπειραματικό και Μεταπειραματικό Δοκίμιο (Έλεγχος t για συσχετισμένα δείγματα)

	ΜΟ	SD	T	df	p.
ΠΟ	-1.325	.909	-21.219	211	.000
ΟΕ	-1.480	.956	-22.225	205	.000
Σύνολο	-1.400	.934	-30.658	416	.000

Σημείωση: p. < .001

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 24, υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του βαθμού συνέπειας στην προπειραματικό και στο μεταπειραματικό δοκίμιο, όσον αφορά το

σύνολο του δείγματος και τις δύο ομάδες, αφού ο βαθμός συνέπειας στο προπείραματικό δοκίμιο ήταν υψηλότερος σε σχέση με το βαθμό συνέπειας στο μεταπειραματικό δοκίμιο. Συγκεκριμένα, ο MO του βαθμού συνέπειας ήταν μειωμένος πάντοτε όσον αφορά το μεταπειραματικό δοκίμιο. Όσον αφορά την ΠΟ, ο MO της διαφοράς ήταν -1.325 ($t = -21.219$, $p < .001$), ενώ για την ΟΕ ο MO της διαφοράς ήταν -1.480 ($t = -22.225$, $p < .001$), ενώ για το σύνολο του δείγματος ο MO της διαφοράς ήταν -1.400 ($t = -30.658$, $p < .001$).

Η πτώση του βαθμού συνέπειας όσον αφορά τις τελικές αντιλήψεις σε σχέση με τις αρχικές επιβεβαιώνεται και στη βιβλιογραφία. Μέσα από την έρευνα που έχει γίνει σε διάφορα γνωστικά πεδία (Carey, 1985. Karmiloff-Smith, 1992. Limon, & Mason, 2003. Reiner, Slotka, & Resnick, 2000. Attran, 1990. Sperber, 1996), έχει ανακαλυφθεί ότι τα άτομα κατέχουν σχετικά σταθερές αντιλήψεις σε ποικιλία γνωστικών αντικειμένων. Ο Duit (1999) εντόπισε πως δεν υπάρχει τεκμηριωμένη έρευνα η οποία να αποδεικνύει ότι οι ριζωμένες εναλλακτικές αντιλήψεις των ατόμων μπορούν να εγκαταλειφθούν ολοκληρωτικά και να αντικατασταθούν από μια νέα ιδέα. Σύμφωνα με τον ίδιο ερευνητή, ο βαθμός στον οποίο επιτυγχάνεται εννοιολογική αλλαγή περιορίζεται όσον αφορά την αποδοχή νέων αντιλήψεων, αφού οι αρχικές αντιλήψεις παραμένουν συχνά «ζωντανές» σε συγκεκριμένα πλαίσια.

Οι Pozo και Gomez-Cresco (2005), προβληματίστηκαν κατά πόσον όλοι οι τύποι αντιλήψεων παρουσιάζουν την ίδια αντίσταση στην εννοιολογική αλλαγή και υποστήριξαν ότι η αντίσταση στην αλλαγή εξαρτάται από τον τρόπο που είναι οργανωμένη η γνώση. Συγκεκριμένα, αν η γνώση είναι οργανωμένη σε μορφή θεωρίας, διαισθητικής φύσεως, θα περιορίζεται τόσο από τα χαρακτηριστικά του γνωστικού συστήματος του ατόμου, όσο και από το πλαίσιο στο οποίο βιώνει (Carey, 1985. Chi, κ. ά, 1994. Leslie, 1995. 2000. Benlloch, & Pozo, 1996. Pozo, & Gomez-Cresco, 2005).

Σύμφωνα με τους Gopnik και Metzoff (1997), η συνοχή αποτελεί χαρακτηριστικό γνωστικών αναπαραστάσεων που είναι οργανωμένες σε θεωρίες, παρόλο που η εσωτερική συνοχή των διαισθητικών αναπαραστάσεων έχει αμφισβητηθεί από αρκετούς ερευνητές (diSessa, 1993. 1994. Caravita, & Hallden, 1994). Οι ερευνητές που θεώρησαν ότι η γνώση είναι τμηματική, υποστήριξαν ότι οι αναπαραστάσεις αποτελούν απομονωμένες, κατακερματισμένες μονάδες πληροφοριών, που παρουσιάζουν σε μεγάλο βαθμό εξάρτηση από το πεδίο.

Επεκτείνοντας, οι Watson, Prieto, και Dillon (1997), θεώρησαν πως, λαμβάνοντας υπόψη την πολυπλοκότητα με την οποία επισυμβαίνουν οι αλλαγές μεταξύ γνωστικών πλαισίων, η διαδικασία της αλλαγής τους είναι σταδιακή. Ταυτόχρονα, η έλλειψη ή η μείωση

συνέπειας στις επεξηγήσεις που παρέχουν τα άτομα όσον αφορά τα φαινόμενα, αποτελεί ένδειξη εννοιολογικής αλλαγής.

Μοντέλο Πρόβλεψης της Επίδοσης στο Μεταπειραματικό Δοκίμιο

Ακολούθως, εξετάστηκε κατά πόσον οι τέσσερις παράμετροι του ΕΜΕΔΓΙ (Αναγνώριση Ασύμφωνων Δεδομένων, Ενδιαφέρον, Αγωνία/Άγχος, Γνωστική Επαναξιολόγηση), το φύλο, η τάξη και η γνωστική ικανότητα παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική προβλεπτική ικανότητα ως προς την επίδοση των υποκειμένων της ΠΟ στο μεταπειραματικό δοκίμιο. Για το σκοπό αυτό, εφαρμόστηκε πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση (multiple linear regression) για την ΠΟ, με ανεξάρτητες μεταβλητές τις τέσσερις (4) μεταβλητές που αναφέρονται στις εννοιολογικές παραμέτρους του ΕΜΕΔΓΙ (ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ, ΑΓΧΟΣ/ΑΓΩΝΙΑ, ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ, ΕΠΑΝΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ), το φύλο, την τάξη και τη γνωστική ικανότητα και εξαρτημένη μεταβλητή τη βαθμολογία στο μεταπειραματικό δοκίμιο. Τα αποτελέσματα της γραμμικής παλινδρόμησης, που έγινε με τη μέθοδο «βήμα-προς-βήμα» (stepwise), φαίνονται στον Πίνακα 25.

Πίνακας 25

Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση για Πρόβλεψη της Επίδοσης της ΠΟ στο Μεταπειραματικό Δοκίμιο

Βήμα	Μεταβλητές	R	R ²	Adjusted R ²	F Change	df1	df2	<u>p</u>
1	Γνωστική Ικανότητα	.467	.218	.214	56.675	1	203	.000
2	Γνωστική Ικανότητα, Άγχος/Αγωνία	.490	.240	.232	5.731	1	202	.018

Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 25, από τη γραμμική παλινδρόμηση που εφαρμόστηκε στα υποκείμενα της ΠΟ, προέκυψε ένα μοντέλο το οποίο είναι στατιστικά σημαντικό ($F(1, 202)=5.731, p<.05$). Για τη δημιουργία του μοντέλου είχαν στατιστική συνεισφορά δύο μεταβλητές, η Γνωστική Ικανότητα και το Άγχος/Αγωνία. Η Γνωστική Ικανότητα ($F(1, 203)= 56.675, p<.01$) είχε τη μεγαλύτερη προβλεπτική ικανότητα, αφού ερμήνευε το 21.4% της διασποράς της επίδοσης στο μεταπειραματικό δοκίμιο. Όταν στο μοντέλο συμπεριλήφθηκε και η μεταβλητή Άγχος/ Αγωνία, η προβλεπτική ικανότητα αυξήθηκε στο 23.2% της συνολικής διασποράς της εξαρτημένης μεταβλητής.

Στον Πίνακα 26 φαίνονται οι συντελεστές από τους οποίους προκύπτει το μοντέλο για την πρόβλεψη της επίδοσης στο μεταπειραματικό δοκίμιο.

Πίνακας 26

Συντελεστές του Μοντέλου της Γραμμικής Ανάλυσης Παλινδρόμησης Όσον Αφορά την Πρόβλεψη της Επίδοσης στο Μεταπειραματικό Δοκίμιο (Μέθοδος Stepwise)

	Μεταβλητές που συμπεριλήφθηκαν στο μοντέλο	B	Beta	t	p.
1	(Σταθερά- Constant)	4.454		2.292	.006
	Γνωστική Ικανότητα	.287	.467	7.528	.000
2	(Σταθερά- Constant)	7.482		3.701	.000
	Γνωστική Ικανότητα	.266	.433	6.876	.000
	Άγχος/ Αγωνία	-1.017	-.151	-2.394	.018

Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 26, το μοντέλο δημιουργήθηκε μέσα από δύο βήματα. Συγκεκριμένα, αρχικά συμπεριλήφθηκε στον μοντέλο μόνο η Γνωστική Ικανότητα, ενώ στη συνέχεια ενσωματώθηκε στο μοντέλο και το Άγχος/ Αγωνία, η οποία είναι μία μεταβλητή που επεξηγεί μικρότερο ποσοστό της διασποράς της επίδοσης στο μεταπειραματικό δοκίμιο σε σχέση με τη Γνωστική Ικανότητα. Το μοντέλο που δημιουργήθηκε ήταν το ακόλουθο:

[Επίδοση στο Μεταπειραματικό Δοκίμιο]

$$= 7.482 + .266(\text{Γνωστική Ικανότητα}) - 1.017(\text{Άγχος/ Αγωνία})$$

Μέσα από το μοντέλο που προέκυψε, φάνηκε πως το άγχος επηρεάζει αρνητικά την επίδοση στο μεταπειραματικό δοκίμιο. Ωστόσο, η ενσωμάτωση της μεταβλητής αυτής στο μοντέλο υποδεικνύει ότι στη διαδικασία εννοιολογικής αλλαγής εμπλέκονται παράγοντες πέραν του γνωστικού τομέα, όπως είναι το άγχος/ αγωνία που έχει αρνητική επίδραση στις ατομικές επιδόσεις των μαθητών.

Παραγοντική Ανάλυση του ΕΜΕΔΓΙ

Επιπρόσθετα, εξετάστηκε με ποιο τρόπο οι δηλώσεις (items) που αποτελούν το ΕΜΕΔΓΙ συσχετίζονται ή ομαδοποιούνται μεταξύ τους. Εξετάστηκε επίσης κατά πόσον οι παράγοντες (factors), καθώς και οι φορτίσεις που προκύπτουν για το δείγμα της παρούσας

ερευνητικής προσπάθειας, είναι παρόμοιοι με αυτούς των Lee, κ.ά. (2003). Στον Πίνακα 27 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης παραγόντων του ΕΜΕΔΓΙ που έγινε από τους Lee κ.ά. (2003), οι οποίοι χορήγησαν το δοκίμιο σε Κορεάτες μαθητές 10^{ης} και 11^{ης} τάξης.

Πίνακας 27

Ανάλυση Παραγόντων Δηλώσεων του ΕΜΕΔΓΙ για Κορεάτες Μαθητές 10^{ης} και 11^{ης} Τάξης (Lee κ.ά., 2003).

	A	B	Γ	Δ
ΕΜΕΔΓΙ1	.79			
ΕΜΕΔΓΙ2	.81			
ΕΜΕΔΓΙ3	.79			
ΕΜΕΔΓΙ4		.80		
ΕΜΕΔΓΙ5		.81		
ΕΜΕΔΓΙ6		.72		
ΕΜΕΔΓΙ7			.71	
ΕΜΕΔΓΙ8			.81	
ΕΜΕΔΓΙ9			.80	
ΕΜΕΔΓΙ10				.86
ΕΜΕΔΓΙ11				.72
ΕΜΕΔΓΙ12				.63

Σημείωση: Α= Ενδιαφέρον, Β= Αναγνώριση Αντιφατικών Δεδομένων, Γ= Άγχος/ Αγωνία, Δ= Γνωστική Επαναξιολόγηση Προβληματικής Κατάστασης

Οι Lee κ.ά. (2003), εντόπισαν τέσσερις παράγοντες, που παρουσιάζονται στον Πίνακα 27: Ο πρώτος παράγοντας (Α) είχε κύριες φορτίσεις στις πρώτες τρεις δηλώσεις του ΕΜΕΔΓΙ. Οι παραγοντικές φορτίσεις για τον Παράγοντα Α, που αναφέρεται στο ενδιαφέρον για επίλυση του προβλήματος ήταν .79, .81 και .79 για τις δηλώσεις ΕΜΕΔΓΙ1, ΕΜΕΔΓΙ2 και ΕΜΕΔΓΙ3, αντίστοιχα. Ο δεύτερος παράγοντας (Β) αναφέρεται στην αναγνώριση αντιφατικών δεδομένων και παρουσίασε κύριες παραγοντικές φορτίσεις .80, .81 και .72 στις δηλώσεις ΕΜΕΔΓΙ4, ΕΜΕΔΓΙ5 και ΕΜΕΔΓΙ6, αντίστοιχα. Ο τρίτος παράγοντας (Γ) αναφέρεται στο άγχος/ αγωνία κατά τη διαδικασία επίλυσης του προβλήματος και παρουσίασε παραγοντικές φορτίσεις .71, .81 και .80 στις δηλώσεις ΕΜΕΔΓΙ7, ΕΜΕΔΓΙ8 και ΕΜΕΔΓΙ9, αντίστοιχα. Τέλος, ο τέταρτος παράγοντας (Δ) αναφέρεται στην γνωστική επαναξιολόγηση της προβληματικής κατάστασης και παρουσίασε παραγοντικές φορτίσεις .86, .72 και .63 στις δηλώσεις ΕΜΕΔΓΙ10, ΕΜΕΔΓΙ11 και ΕΜΕΔΓΙ12, αντίστοιχα. Όταν οι Lee κ.ά. (2003) εφάρμοσαν το ΕΜΕΔΓΙ σε ένα σενάριο που αφορούσε τις τροχαλίες, η παραγοντική ανάλυση επεξηγούσε το 77.73% της συνολικής διασποράς, ενώ όταν εφάρμοσαν το ΕΜΕΔΓΙ σε ένα σενάριο που αφορούσε την παράλληλη σύνδεση λαμπτήρων σε ηλεκτρικό

κύκλωμα, το ΕΜΕΔΓΙ επεξηγούσε το 72.31% της συνολικής διασποράς. Με βάση τους παράγοντες που προέκυψαν, οι Lee κ.ά. (2003) δημιούργησαν το λειτουργικό ορισμό της ΔΓΙ, αφού θεώρησαν ότι οι παράγοντες αυτοί αποτελούν τα εννοιολογικά συστατικά της.

Η παραγοντική ανάλυση του ΕΜΕΔΓΙ στα πλαίσια της παρούσας έρευνας πραγματοποιήθηκε επανειλημμένα, κάθε φορά για διαφορετικό μέρος της ΠΟ. Συγκεκριμένα, η παραγοντική ανάλυση εφαρμόστηκε μία φορά για ολόκληρη την ΠΟ και επαναλήφθηκε χωριστά για τα δύο φύλα και για το σύνολο των μαθητών της Β΄ Γυμνασίου, των οποίων το ηλικιακό επίπεδο προσέγγιζε περισσότερο το επίπεδο του δείγματος που χρησιμοποιήθηκε από τους Lee, κ. ά (2003).

Όσον αφορά ολόκληρη την ΠΟ, προέκυψαν τέσσερις (1) παράγοντες οι οποίοι επεξηγούν το 69.479% της συνολικής διασποράς, ενώ μία δήλωση, η ΕΜΕΔΓΙ6 παρουσίασε παραγοντική φόρτιση της τάξεως του .891 σε ένα πέμπτο παράγοντα (Ε). Τα αποτελέσματα της παραγοντικής ανάλυσης για ολόκληρη την ΠΟ παρουσιάζονται στον Πίνακα 28.

Πίνακας 28

Παραγοντικές Φορτίσεις του ΕΜΕΔΓΙ για Ολόκληρη την ΠΟ

	A	B	Γ	Δ	E
ΕΜΕΔΓΙ1	.813				
ΕΜΕΔΓΙ2	.755				
ΕΜΕΔΓΙ3	.807				
ΕΜΕΔΓΙ4		.882			
ΕΜΕΔΓΙ5	.567	.366			
ΕΜΕΔΓΙ6					.891
ΕΜΕΔΓΙ7			.583		
ΕΜΕΔΓΙ8			.858		
ΕΜΕΔΓΙ9			.827		
ΕΜΕΔΓΙ10				.745	
ΕΜΕΔΓΙ11				.650	
ΕΜΕΔΓΙ12				.818	

Σημείωση: A= Ενδιαφέρον, B= Αναγνώριση Αντιφατικών Δεδομένων, Γ= Άγχος/ Αγωνία, Δ= Γνωστική Επαναξιολόγηση Προβληματικής Κατάστασης, E= Νέος Παράγοντας

Σύμφωνα με τον Πίνακα 28, οι τρεις από τις τέσσερις εννοιολογικές κατασκευές της ΔΓΙ που προτείνουν οι Lee, κ. ά (2003), και συγκεκριμένα το ενδιαφέρον, το άγχος και η γνωστική επαναξιολόγηση, παρουσιάζουν σύγκλιση με τους παράγοντες που εντοπίστηκαν για ολόκληρη την ΠΟ. Όσον αφορά την αναγνώριση αντιφατικών δεδομένων, προέκυψε πως η δήλωση ΕΜΕΔΓΙ7 παρουσίασε κύρια φόρτιση της τάξεως του .891 σε ένα νέο παράγοντα

Ε, ενώ η δήλωση ΕΜΕΔΓΙ6 παρουσίασε κύρια φόρτιση στον παράγοντα «Ενδιαφέρον». Συγκεκριμένα, όσον αφορά ολόκληρη την ΠΟ, ο Παράγοντας Α επεξηγεί το 26.628% της συνολικής διασποράς και σε αυτόν παρουσίασαν κύριες φορτίσεις οι δηλώσεις ΕΜΕΔΓΙ1, ΕΜΕΔΓΙ2, ΕΜΕΔΓΙ3 και ΕΜΕΔΓΙ5, οι οποίες, αντίστοιχα, είχαν τιμές .813, .755, .807 και .567. Ο Παράγοντας Β επεξηγεί το 8.195% της διασποράς και σε αυτόν παρουσίασαν φορτίσεις οι δηλώσεις ΕΜΕΔΓΙ5 και ΕΜΕΔΓΙ6, που πήραν τιμές .882 και .366, αντίστοιχα. Ο Παράγοντας Γ επεξηγεί το 17.709% της διασποράς και σε αυτόν παρουσίασαν φορτίσεις οι δηλώσεις ΕΜΕΔΓΙ7, ΕΜΕΔΓΙ8 και ΕΜΕΔΓΙ9, που πήραν τιμές .583, .858 και .827, αντίστοιχα. Ο Παράγοντας Δ επεξηγεί το 9.537% της διασποράς και σε αυτόν παρουσίασαν φορτίσεις οι δηλώσεις ΕΜΕΔΓΙ10, ΕΜΕΔΓΙ11 και ΕΜΕΔΓΙ12, που πήραν τιμές .745, .650 και .818, αντίστοιχα. Η δήλωση ΕΜΕΔΓΙ6, που παρουσίασε υψηλή φόρτιση στον Παράγοντα Ε, επεξηγεί το 7.409% της διασποράς. Η παραγοντική ανάλυση που έγινε για ολόκληρη την ΠΟ επεξηγεί το 69.477% της συνολικής διασποράς.

Ακολούθως, διενεργήθηκε παραγοντική ανάλυση μόνο με τα υποκείμενα της Τάξης 8 της ΠΟ για να διαπιστωθεί κατά πόσον υπήρχε αντιστοιχία μεταξύ των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας με την έρευνα των Lee, κ. ά (2003), που παρουσιάζεται στον Πίνακα 29.

Πίνακας 29

Παραγοντικές Φορτίσεις του ΕΜΕΔΓΙ για τους Μαθητές της Τάξης 8

	A	B	Γ	Δ	E
ΕΜΕΔΓΙ1	.543	.433			-.385
ΕΜΕΔΓΙ2	.832				
ΕΜΕΔΓΙ3	.832				
ΕΜΕΔΓΙ4		.688			
ΕΜΕΔΓΙ5		.838			
ΕΜΕΔΓΙ6		.645			
ΕΜΕΔΓΙ7					.881
ΕΜΕΔΓΙ8			.779		
ΕΜΕΔΓΙ9			.869		
ΕΜΕΔΓΙ10				.759	
ΕΜΕΔΓΙ11				.799	
ΕΜΕΔΓΙ12				.848	

Σημείωση: Α= Ενδιαφέρον, Β= Αναγνώριση Αντιφατικών Δεδομένων, Γ= Άγχος/ Αγωνία, Δ= Γνωστική Επαναξιολόγηση Προβληματικής Κατάστασης, Ε= Νέος Παράγοντας

Η παραγοντική ανάλυση των δηλώσεων του ΕΜΕΔΓΙ για την Τάξη 8, επεξηγεί το 77.135% της συνολικής διασποράς. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 29, προέκυψαν και πάλι

πέντε (5) παράγοντες. Με εξαίρεση τη δήλωση ΕΜΕΔΓ17, που παρουσίασε υψηλή φόρτιση στον Παράγοντα Ε, οι παράγοντες που εντοπίστηκαν συγκλίνουν με αυτούς των Lee, κ. ά (2003), παρουσιάζοντας παρόμοιες παραγοντικές φορτίσεις. Αναλυτικότερα, όσον αφορά την Τάξη 8 της ΠΟ, ο Παράγοντας Α είχε κύριες φορτίσεις .543, .832 και .832 στις δηλώσεις ΕΜΕΔΓ11, ΕΜΕΔΓ12 και ΕΜΕΔΓ13, αντίστοιχα και επεξηγεί το 15.268% της συνολικής διασποράς. Ο Παράγοντας Β είχε κύριες φορτίσεις .433, .688, .838 και .645 στις δηλώσεις ΕΜΕΔΓ11, ΕΜΕΔΓ14, ΕΜΕΔΓ15 και ΕΜΕΔΓ16, αντίστοιχα και επεξηγεί το 9.616% της συνολικής διασποράς. Παράλληλα, ο Παράγοντας Γ παρουσίασε κύριες φορτίσεις .779 και .869 στις δηλώσεις ΕΜΕΔΓ18 και ΕΜΕΔΓ19, αντίστοιχα και επεξηγεί το 8.353% της συνολικής διασποράς, ενώ ο Παράγοντας Δ επεξηγεί το 37.132% της συνολικής διασποράς, έχοντας φορτίσεις .759, .799 και .848 στις δηλώσεις ΕΜΕΔΓ110, ΕΜΕΔΓ111 και ΕΜΕΔΓ112, αντίστοιχα. Όσον αφορά τον Παράγοντα Ε, αυτός επεξηγεί το 6.766% της διασποράς και παρουσιάζει φορτίσεις -.385 και .881 στις δηλώσεις ΕΜΕΔΓ11 και ΕΜΕΔΓ17, αντίστοιχα. Το συνολικό ποσοστό της διασποράς που επεξηγείται από την παραγοντική ανάλυση του ΕΜΕΔΓΙ για τους μαθητές της Τάξης 8 είναι 77.135%

Διενεργήθηκαν επίσης παραγοντικές αναλύσεις του ΕΜΕΔΓΙ για την ΠΟ ανά φύλο, τα αποτελέσματα των οποίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 30.

Πίνακας 30

Παραγοντικές Φορτίσεις του ΕΜΕΔΓΙ για τα Αγόρια της ΠΟ

	A	B	Γ	Δ	E
ΕΜΕΔΓ11	.797				
ΕΜΕΔΓ12	.765				
ΕΜΕΔΓ13	.842				
ΕΜΕΔΓ14		.864			
ΕΜΕΔΓ15	.522	.596			
ΕΜΕΔΓ16					.763
ΕΜΕΔΓ17					.578
ΕΜΕΔΓ18			.876		
ΕΜΕΔΓ19			.814		
ΕΜΕΔΓ110				.751	
ΕΜΕΔΓ111				.713	
ΕΜΕΔΓ112				.769	

Σημείωση: Α= Ενδιαφέρον, Β= Αναγνώριση Αντιφατικών Δεδομένων, Γ= Άγχος/ Αγωνία, Δ= Γνωστική Επαναξιολόγηση Προβληματικής Κατάστασης, Ε= Νέος Παράγοντας

Για τα αγόρια η παραγοντική ανάλυση επεξηγεί το 70,001% της συνολικής διασποράς, ενώ εντοπίστηκαν και πάλι πέντε παράγοντες, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 30. Οι δύο από τους παράγοντες που εντοπίστηκαν, (ενδιαφέρον και γνωστική επαναξιολόγηση) εντοπίστηκαν όπως και στην έρευνα των Lee, κ. ά (2003). Ωστόσο, οι Παράγοντες Β και Γ (αναγνώριση αντιφατικών δεδομένων και άγχος/ αγωνία) παρουσίασαν κάποιες αναντιστοιχίες σε σχέση με την έρευνα των Lee, κ. ά (2003), αφού μόνο δύο από τις τρεις δηλώσεις του ΕΜΕΔΓΙ που αναμενόταν να συσχετίζονται με καθέναν από τους παράγοντες αυτούς τελικά συσχετίστηκαν. Η δήλωση 6 δεν ομαδοποιήθηκε με τις δηλώσεις 4 και 5 που αφορούν την αναγνώριση αντιφατικών δεδομένων ενώ, σε ό,τι αφορά τον παράγοντα ανυπομονησία/ άγχος, διαπιστώθηκε πως η δήλωση 7 δεν ομαδοποιήθηκε με τις δηλώσεις 8 και 9. Συγκεκριμένα, στον Παράγοντα Α, που επεξηγεί το 26.448% της διασποράς, παρουσίασαν φορτίσεις οι δηλώσεις ΕΜΕΔΓΙ1, ΕΜΕΔΓΙ2, ΕΜΕΔΓΙ3 και ΕΜΕΔΓΙ5, με τιμές .797, .765, .842 και .522, αντίστοιχα. Ο Παράγοντας Β επεξηγεί το 8.053% της διασποράς και σε αυτόν παρουσίασαν κύριες φορτίσεις οι δηλώσεις ΕΜΕΔΓΙ4 και ΕΜΕΔΓΙ5, της τάξεως του .864 και του .596, αντίστοιχα. Ταυτόχρονα, στον Παράγοντα Γ, που επεξηγεί το 17.893% της συνολικής διασποράς, παρουσίασαν κύριες φορτίσεις οι δηλώσεις ΕΜΕΔΓΙ8 και ΕΜΕΔΓΙ9, με τιμές .876 και .814, αντίστοιχα. Όσον αφορά τον Παράγοντα Δ, που επεξηγεί το 10.472% της διασποράς, παρουσίασαν φορτίσεις οι δηλώσεις ΕΜΕΔΓΙ10, ΕΜΕΔΓΙ11 και ΕΜΕΔΓΙ12, με τιμές .751, .713 και .769, αντίστοιχα. Τέλος, ο Παράγοντας Ε επεξηγεί το 7.321% της διασποράς και παρουσιάζει κύριες φορτίσεις .763 και .578 στις δηλώσεις ΕΜΕΔΓΙ6 και ΕΜΕΔΓΙ7, αντίστοιχα.

Επιπρόσθετα, η παραγοντική ανάλυση επαναλήφθηκε για τα κορίτσια της ΠΟ και τα αποτελέσματα που προέκυψαν παρουσιάζονται στον Πίνακα 31.

Πίνακας 31

Παραγοντικές Φορτίσεις του ΕΜΕΔΓΙ για τα Κορίτσια της ΠΟ

	A	B	Γ	Δ	E
ΕΜΕΔΓΙ1	.795				
ΕΜΕΔΓΙ2	.729				
ΕΜΕΔΓΙ3	.820				
ΕΜΕΔΓΙ4					.907
ΕΜΕΔΓΙ5		.490			
ΕΜΕΔΓΙ6		.769			
ΕΜΕΔΓΙ7			.688		
ΕΜΕΔΓΙ8			.842		
ΕΜΕΔΓΙ9			.809		
ΕΜΕΔΓΙ10				.775	
ΕΜΕΔΓΙ11				.534	
ΕΜΕΔΓΙ12				.828	

Σημείωση: Α= Ενδιαφέρον, Β= Αναγνώριση Αντιφατικών Δεδομένων, Γ= Άγχος/ Αγωνία, Δ= Γνωστική Επαναξιολόγηση Προβληματικής Κατάστασης, Ε= Νέος Παράγοντας

Σε ό,τι αφορά τα κορίτσια της πειραματικής ομάδας, η παραγοντική ανάλυση του ΕΜΕΔΓΙ επεξηγεί το 71.124% της συνολικής διασποράς. Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 31, με εξαίρεση τη δήλωση ΕΜΕΔΓΙ4 οι τέσσερις (4) παράγοντες που εντοπίστηκαν, συγκλίνουν με αυτούς που εντοπίστηκαν από τους Lee, κ. ά (2003). Συγκεκριμένα, στον Παράγοντα Α παρουσιάζουν κύριες φορτίσεις οι δηλώσεις ΕΜΕΔΓΙ1, ΕΜΕΔΓΙ2 και ΕΜΕΔΓΙ3, με τιμές .795, .729 και .820, αντίστοιχα, ενώ ο παράγοντας αυτός επεξηγεί το 27.529% της διασποράς. Στον Παράγοντα Β, που επεξηγεί το 8.372% της διασποράς, παρουσίασαν φορτίσεις οι δηλώσεις ΕΜΕΔΓΙ5 και ΕΜΕΔΓΙ6, με τιμές .490 και .769, αντίστοιχα. Παράλληλα, ο Παράγοντας Γ επεξηγεί το 17.613% της διασποράς και σε αυτόν παρουσίασαν κύριες φορτίσεις οι δηλώσεις ΕΜΕΔΓΙ7, ΕΜΕΔΓΙ8 και ΕΜΕΔΓΙ9, με τιμές .688, .842 και .809, αντίστοιχα. Ο Παράγοντας Δ επεξηγεί το 9.720% της διασποράς και σε αυτόν παρουσίασαν κύριες φορτίσεις οι δηλώσεις ΕΜΕΔΓΙ10, ΕΜΕΔΓΙ11 και ΕΜΕΔΓΙ12 με τιμές .775, .534 και .828, αντίστοιχα. Τέλος, η δήλωση ΕΜΕΔΓΙ4 παρουσίασε κύρια φόρτιση .907 σε ένα άλλο παράγοντα (Ε), ο οποίος επεξηγεί ποσοστό 78.890% της συνολικής διασποράς.

Συνοπτικά, μέσα από την παραγοντική ανάλυση προέκυψε ότι το ΕΜΕΔΓΙ αποτελεί ένα έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο μέτρησης της ΔΓΙ, αφού παρουσιάστηκαν μεγάλες αλληλοεπικαλύψεις με την έρευνα των Lee, κ. ά (2003). Επιπλέον, το ποσοστό της διασποράς που επεξηγείται τόσο στις παραγοντικές αναλύσεις που διενεργήθηκαν από τους Lee, κ. ά. (2003), αλλά και στα πλαίσια της παρούσας έρευνας κυμαίνονται πάντοτε γύρω στο 70%, ενώ

ο παράγοντας ο οποίος επεξηγεί το μεγαλύτερο ποσοστό της διασποράς είναι πάντοτε το ενδιαφέρον (Παράγοντας Α).

Κάποιες αναντιστοιχίες που παρουσιάστηκαν ήταν αναμενόμενες λόγω του διαφορετικού πλαισίου στο οποίο εφαρμόστηκε το ΕΜΕΔΓΙ στις δύο έρευνες. Συγκεκριμένα, οι Lee, κ. ά (2003), χορήγησαν το εργαλείο σε διακόσιους εβδομήντα εννέα (279) μαθητές 10^{ης} και 11^{ης} τάξης στην Κορέα, ενώ το σενάριο που ακολούθησαν αφορούσε τις έννοιες της τροχαλίας και του ηλεκτρικού κυκλώματος. Η μετάβαση που έγινε όσον αφορά τη γνωστική περιοχή εφαρμογής του ΕΜΕΔΓΙ στην παρούσα έρευνα, προκάλεσε και διαφοροποίηση στη διαδικασία της ΔΓΙ, όπως αυτή βιώθηκε από τους συμμετέχοντες.

Συντελεστές Cronbach α για τις δηλώσεις του ΕΜΕΔΓΙ

Επιπρόσθετα, για τον έλεγχο της εγκυρότητας του ΕΜΕΔΓΙ, εντοπίστηκαν οι συντελεστές Cronbach α (Gay, & Airasian, 2000), για όλες τις δηλώσεις του ΕΜΕΔΓΙ, καθώς και για κάθε εννοιολογική κατασκευή ΔΓΙ που εξετάζεται από το ΕΜΕΔΓΙ. Οι συντελεστές παρουσιάζονται στον Πίνακα 32.

Πίνακας 32

Συντελεστές Cronbach α για τις δηλώσεις του ΕΜΕΔΓΙ

	Αναγνώριση αντιφατικών δεδομένων	Ενδιαφέρον	Άγχος/ Αγωνία	Γνωστική επαναξιολόγηση	Σύνολο δηλώσεων ΕΜΕΔΓΙ
Cronbach α	.48	.77	.69	.66	.73

Από τον Πίνακα 32, προκύπτει πως το ΕΜΕΔΓΙ παρουσιάζει αρκετά υψηλή εγκυρότητα, αφού ο συντελεστής Cronbach α έχει τιμή .73. Το μεγαλύτερο συντελεστή Cronbach α, παρουσίασε το ενδιαφέρον, το οποίο όπως προέκυψε και μέσα από την ανάλυση παραγόντων, είναι ο παράγοντας που επεξηγεί το μεγαλύτερο ποσοστό της διασποράς. Οι συντελεστές Cronbach α για το άγχος/ αγωνία και για τη γνωστική επαναξιολόγηση, παρουσίασαν τιμές .69 και .66, αντίστοιχα, ενώ ο χαμηλότερος συντελεστής Cronbach α που εντοπίστηκε, αφορά την αναγνώριση αντιφατικών δεδομένων και είχε τιμή .48. Η αναγνώριση αντιφατικών δεδομένων, αποτέλεσε έναν από τους παράγοντες για τους οποίους υπήρξε κάποια αναντιστοιχία με την έρευνα των Lee, κ. ά. (2003), όπως προέκυψε από τις παραγοντικές αναλύσεις.

Ανάλυση Ποιοτικών Δεδομένων

Κατά τη δεύτερη φάση συλλογής των δεδομένων, έγιναν συνολικά δεκαπέντε (15) ημιδομημένες ατομικές κλινικές συνεντεύξεις με μαθητές που δεν είχαν λάβει μέρος στη φάση της συλλογής των ποσοτικών δεδομένων. Η συλλογή των ποιοτικών δεδομένων έγινε με στόχο την αναλυτική και σε βάθος εξέταση των μηχανισμών και των αδυναμιών της πορείας συλλογισμού των παιδιών κατά την εμπλοκή τους στη μαθησιακή διαδικασία και την τριγωνοποίηση των πορισμάτων της ποσοτικής ανάλυσης.

Αναλυτικότερα, επιλέγηκαν για συνέντευξη πέντε (5) μαθητές από κάθε ηλικιακό επίπεδο. Τα ηλικιακά επίπεδα που χρησιμοποιήθηκαν στις συνεντεύξεις ήταν, όπως και κατά τη φάση της συλλογής ποσοτικών δεδομένων, οι Δ΄ και Στ΄ Δημοτικού και Β΄ Γυμνασίου. Τα παιδιά είχαν επιλεγεί από τους εκπαιδευτικούς, που δίδασκαν το μάθημα των Φυσικών Επιστημών, με κριτήριο να έχουν υψηλή επίδοση στο μάθημα και να έχουν την ικανότητα αποτελεσματικής προφορικής έκφρασης. Στόχος της επιλογής παιδιών υψηλής ακαδημαϊκής επίδοσης ήταν αφενός η αποφυγή της πολυμεταβλητότητας που θα προέκυπτε από την επιλογή μαθητών με ποικιλία ακαδημαϊκών επιδόσεων, και αφετέρου η συλλογή μεγαλύτερου πλούτου πληροφοριών εξαιτίας της καλής ικανότητας προφορικής έκφρασης των συγκεκριμένων μαθητών. Στον Πίνακα 33, παρουσιάζονται οι μαθητές που έλαβαν μέρος στις συνεντεύξεις.

Πίνακας 33

Υποκείμενα από τα Οποία Λήφθηκαν Συνεντεύξεις

	Αγόρι	Κορίτσι	ΣΥΝΟΛΟ
Δ΄ Δημοτικού	4A1	4K1	
	4A2	4K2	
	4A3		
Σύνολο (Α)	3	2	5
Στ΄ Δημοτικού	6A1	6K1	
	6A2	6K2	
		6K3	
Σύνολο (Β)	2	3	5
Β΄ Γυμνασίου	8A1	8K1	
	8A2	8K2	
		8K3	
Σύνολο (Γ)	2	3	5
Σύνολο (Α+ Β+ Γ)	7	8	15

Σημείωση: 4=Δ΄ Δημοτικού, 6= Στ΄ Δημοτικού, 8= Β΄ Γυμνασίου, Α= Αγόρι, Κ= Κορίτσι

Κατά την παρουσίαση της ανάλυσης των ποιοτικών δεδομένων, η αναφορά στους συμμετέχοντες θα γίνεται με βάση την ταυτότητα, όπως προκύπτει από τον Πίνακα 33, ενώ οι παρεμβάσεις του συνεντευκτή θα υποδηλώνονται με το γράμμα “Σ”. Ως πρωτόκολλο των συνεντεύξεων χρησιμοποιήθηκαν τα ερευνητικά εργαλεία που είχαν χορηγηθεί κατά τη συλλογή των ποσοτικών δεδομένων και συγκεκριμένα τα ερωτήματα του προπειραματικού και μεταπειραματικού δοκιμίου καθώς και οι δηλώσεις του ΕΜΕΔΓΙ, που φαίνονται στα Παραρτήματα I, III και V, αντίστοιχα. Ταυτόχρονα, έχοντας ως στόχο τη χαρτογράφηση της σκέψης των υποκειμένων, η συζήτηση μπορούσε να επεκταθεί, αφού οι συνεντεύξεις ήταν ημιδομημένες. Οι συνεντεύξεις μαγνητοφωνήθηκαν και ακολούθως απομαγνητοφωνήθηκαν. Για την ανάλυσή τους και για τον εντοπισμό τόσο του τρόπου σκέψης, όσο και των τεσσάρων εννοιολογικών κατασκευών της ΔΓΙ, χρησιμοποιήθηκε ως πρωτόκολλο ρήτρα κωδικοποίησης η οποία προέκυψε από την ανάλυση των ποσοτικών δεδομένων. Ταυτόχρονα, υπήρξε ευελιξία για εντοπισμό νέων αντιλήψεων ή κατηγοριών αντιλήψεων που πιθανόν να προέκυπταν μέσα από τις συνεντεύξεις.

Η πορεία της συνέντευξης άρχισε με παρουσίαση της πειραματικής διάταξης με τους δύο κυλίνδρους που χρησιμοποιήθηκε και κατά την ποσοτική φάση της έρευνας, για διάγνωση των αρχικών αντιλήψεων των παιδιών. Ο κάθε μαθητής ή μαθήτρια κλήθηκε να δικαιολογήσει γιατί, σύμφωνα με την άποψή του, τα αυγά λάμβαναν τις συγκεκριμένες θέσεις στους κυλίνδρους, και τι θα παρατηρούσε αν γινόταν ανταλλαγή των αυγών στους κυλίνδρους, δηλαδή τι θέση θα έπαιρνε το αυγό που βυθιζόταν στον κύλινδρο με τη μικρή ποσότητα υγρού, αν τοποθετούνταν στον κύλινδρο με τη μεγαλύτερη ποσότητα υγρού στον οποίο το αυγό που είχε τοποθετηθεί αρχικά επέπλεε. Επιπλέον, οι μαθητές καλούνταν να υποδείξουν τι θα συνέβαινε, αν άλλαζε η σύσταση των υγρών, π.χ., αν διαλυόταν αλάτι ή αν γινόταν προσθήκη νερού σε έναν από τους κυλίνδρους.

Με βάση τις διαγνωσμένες αρχικές αντιλήψεις του μαθητή/ μαθήτριας, ακολουθούσε εμπλοκή του στη διαδικασία ΔΓΙ και διδακτική παρέμβαση ενσωματωμένη στη συνέντευξη, με στόχο την αποσταθεροποίηση των εναλλακτικών ιδεών εκεί όπου εντοπιζόνταν, καθώς και την οικοδόμηση των επιστημονικά αποδεκτών εννοιών σχετικών με τα φαινόμενα της βύθισης/ πλεύσης. Συγκεκριμένα, μέσα από την παρουσίαση μιας νέας προβληματικής κατάστασης σχετικής με το φαινόμενο της βύθισης/ πλεύσης, στην οποία παρουσιάζονταν δεδομένα αντιφατικά με τις υπάρχουσες αντιλήψεις των παιδιών, γινόταν εμπλοκή τους στη διαδικασία ΔΓΙ. Οι πειραματικές διαδικασίες που πραγματοποιήθηκαν κατά την παρέμβαση, με στόχο την επίλυση της ΔΓΙ, ήταν παρόμοιες με αυτές που είχαν εφαρμοστεί κατά τη

συλλογή των ποσοτικών δεδομένων από την ΠΟ. Ωστόσο, κατά τις κλινικές συνεντεύξεις, η παρέμβαση είχε καθαρά εξατομικευμένη μορφή, δηλαδή διαμορφωνόταν κάθε φορά ανάλογα με τις αρχικές τοποθετήσεις του μαθητή. Για παράδειγμα, αν το άτομο θεωρούσε αρχικά ότι η πλεύση αποτελεί αποκλειστική ιδιότητα του αντικειμένου, εξετάζονταν τα φυσικά χαρακτηριστικά του αυγού (μάζα, όγκος, πυκνότητα), για να διαπιστωθεί ότι τα αυγά ήταν πανομοιότυπα. Συγκεκριμένα, τα αυγά αρχικά ζυγίζονταν και ογκομετρούνταν. Στη συνέχεια γινόταν τοποθέτηση ενός συμπαγούς κομματιού από κερί σε οινόπνευμα και παρατήρηση του φαινομένου της βύθισης. Ακολουθούσε η διαμόρφωση του σχήματος του κεριού, μέσω θέρμανσης, σε «βάρκα» και παρατήρηση της θέσης του στο οινόπνευμα. Επιπρόσθετα, για την περαιτέρω εξέταση του ρόλου της μορφής, ή της πυκνότητας του αντικειμένου στην πλεύση, γινόταν τοποθέτηση νομίσματος τυλιγμένου σε αλουμινόχαρτο σε νερό και παρατήρηση της βύθισης και στη συνέχεια αλλαγή σχήματος του αλουμινόχαρτου, με τρόπο ώστε να επιπλέει στο νερό ακόμη και μετά από αύξηση της μάζας του.

Μέρος της παρέμβασης, ανάλογα με τις αρχικές αντιλήψεις του μαθητή ή της μαθήτριας, ήταν και η εξέταση του ρόλου της ποσότητας ή στάθμης του υγρού στην πλεύση, μέσω της τοποθέτησης αυγού σε νερό και την παρατήρηση της θέσης του με την αύξηση και μείωση της ποσότητας του νερού. Εξεταζόταν επίσης ο ρόλος του είδους (πυκνότητας) του υγρού στην πλεύση, μέσω της σταδιακής διάλυσης αλατιού σε νερό και την παρατήρηση της αλλαγής της θέσης του αυγού ή μέσω της παρατήρησης της θέσης διαφορετικών αντικειμένων σε διαφορετικά υγρά.

Ακολούθως, ο μαθητής κατέληγε σε συμπεράσματα σχετικά με τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η πλεύση ή η βύθιση. Γινόταν, τέλος, διάγνωση των τελικών αντιλήψεων του συμμετέχοντα, μέσα από επίλυση της προβληματικής κατάστασης με την οποία είχε εισαχθεί η ΔΓΙ, καθώς και διάγνωση της εμπειρίας ΔΓΙ, μέσα από την απάντηση ερωτήσεων που προέρχονταν από τις δηλώσεις του ΕΜΕΔΓΙ.

Αρχικές και Τελικές Αντιλήψεις Συμμετεχόντων

Στον Πίνακα 34, παρουσιάζονται συνοπτικά οι αρχικές και οι τελικές αντιλήψεις των συμμετεχόντων. Όπως και στην ποσοτική φάση, οι αρχικές αντιλήψεις διαγνώστηκαν πριν και οι τελικές μετά την παρέμβαση και την εμπλοκή των συμμετεχόντων στη διαδικασία ΔΓΙ. Συγκεκριμένα, πριν από την παρέμβαση, γινόταν διάγνωση των αρχικών αντιλήψεων των μαθητών μέσα από την εξέταση της ίδιας πειραματικής διάταξης, που είχε χρησιμοποιηθεί στην ποσοτική φάση, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3. Χρησιμοποιήθηκαν δηλαδή δύο όμοιοι

διαφανείς κυλινδρικοί σωλήνες, που περιείχαν υγρά σε διαφορετικές ποσότητες. Στον κύλινδρο στον οποίο υπήρχε η μικρότερη ποσότητα υγρού, το αυγό βυθιζόταν, ενώ στον κύλινδρο με την μεγαλύτερη ποσότητα υγρού, το αυγό επέπλεε. Τα παιδιά καλούνταν, μέσα από διάφορες ερωτήσεις, να δικαιολογήσουν γιατί τα αυγά έπαιρναν τις αντίστοιχες θέσεις στους κυλίνδρους. Η διάγνωση των τελικών αντιλήψεων γινόταν μέσα από την πειραματική διάταξη του Σχήματος 4, που αποτελούνταν από τέσσερις άχρωμους, διαφανείς κυλίνδρους στους οποίους περιέχονταν άχρωμα υγρά σε διαφορετικές ποσότητες. Στους τέσσερις κυλίνδρους υπήρχαν αυγά που είτε επέπλεαν, είτε βυθίζονταν. Μέσα από διάφορα ερωτήματα, οι μαθητές καλούνταν να δικαιολογήσουν, γιατί τα αυγά έπαιρναν τις αντίστοιχες θέσεις στους κυλίνδρους. Για παράδειγμα, ερωτούνταν τι είδους υγρά πίστευαν ότι υπήρχαν στους κυλίνδρους, τι θα γινόταν αν σε συγκεκριμένους κυλίνδρους γινόταν προσθήκη νερού ή αλατιού, ή τι θα συνέβαινε αν γινόταν ανταλλαγή αυγών σε συγκεκριμένους κυλίνδρους.

Πίνακας 34

Αρχικές και Τελικές Αντιλήψεις Συμμετεχόντων για τη Βύθιση/ Πλεύση

Καθοριστικός παράγοντας	Αρχικές Αντιλήψεις		Τελικές Αντιλήψεις	
	Υποκείμενα	n	Υποκείμενα	n
Α. Αντικείμενο				
1. Μάζα	4K1, 6K3	2		
2. Όγκος	4A1	1		
3. Αλλαγή φυσικών ιδιοτήτων λόγω θέρμανσης	8K2	1		
4. Ιδιότητα του αντικειμένου σταθερή σε όλα τα υγρά.	4K1, 4K2	2		
5. Πάχος κελύφους/ κατανομή μάζας	6A1, 6K2, 8A2	3		
ΣΥΝΟΛΟ		9		0
Β. Υγρό				
6. Ποσότητα/ Στάθμη Του υγρού	4K1, 4A1, 4A2, 4A3, 6K1, 6K3, 8K1, 8K3, 8A1	9	8A2	1
7. Θερμοκρασία	4K2, 4A1, 8A1, 6A1	4		
8. Πυκνότητα/ Είδος υγρού	4A1, 8A1, 8K3	3	4K2, 6K1, 6A2, 8A1, 8K1	5
ΣΥΝΟΛΟ		13		6
Γ. Συσχετισμοί παραγόντων				
9. Συσχέτιση ποσότητας/ στάθμης υγρού με μάζα αντικειμένου	8A2, 6A2	2		
10. Πυκνότητα Υγρού- Όγκος Αντικειμένου			6A1	1
11. Πυκνότητα υγρού- Πυκνότητα αντικειμένου	6K2	1	4K1, 4A1, 4A2, A3, 6K2, 6K3, 8K2, 8K3	8
ΣΥΝΟΛΟ		3		9

Από τον Πίνακα 34, φαίνεται πως κάθε υποκείμενο παρουσίασε ποικιλία αρχικών αντιλήψεων όσον αφορά τους παράγοντες που καθορίζουν την πλεύση ή τη βύθιση. Στις αντιλήψεις αυτές, φάνηκε ότι οι μαθητές διακατέχονταν από έλλειψη συνέπειας, αφού σε αρκετές περιπτώσεις το ίδιο άτομο απέδιδε την πλεύση ή τη βύθιση είτε αποκλειστικά στο υγρό, είτε αποκλειστικά στο αντικείμενο. Τα άτομα, ανάλογα με το ερώτημα στο οποίο καλούνταν να απαντήσουν, χρησιμοποιούσαν τις αντιλήψεις αυτές εναλλακτικά. Επιπρόσθετα, τα περισσότερα από τα άτομα επικεντρώνονταν σε ένα μοναδικό παράγοντα, είτε στο υγρό είτε στο αντικείμενο, για να επεξηγήσουν το φαινόμενο της βύθισης ή πλεύσης, ενώ σε ελάχιστες περιπτώσεις (8A2, 6A2, 6K2) γινόταν συσχετισμός παραγόντων που αφορούσαν το υγρό και το αντικείμενο για να επεξηγηθεί το φαινόμενο.

Συγκεκριμένα, κατά τη διάγνωση των τελικών αντιλήψεων των συμμετεχόντων, όπως φαίνεται στον Πίνακα 34, διαπιστώθηκε ότι υπήρξε γνωστική μετακίνηση για τους περισσότερους. Ο βαθμός της γνωστικής μετακίνησης ή της εννοιολογικής αλλαγής, δηλαδή κατά πόσον η αναδιοργάνωση των αρχικών αντιλήψεων ήταν πλήρης ή μερική, ήταν διαφορετικός για κάθε υποκείμενο. Ενώ κατά τη διάγνωση των αρχικών αντιλήψεων οι μαθητές χρησιμοποίησαν εναλλακτικά ποικιλία αντιλήψεων σχετικά με τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η πλεύση, κατά τη διάγνωση των τελικών αντιλήψεων κάθε μαθητής δικαιολόγησε τις απόψεις του κάνοντας αναφορά σε έναν παράγοντα, με βάση τον οποίο επεξηγούσε το φαινόμενο. Από τον Πίνακα 34, παρατηρείται ότι η πλειοψηφία των υποκειμένων (n=9), υποστήριξε ότι η πλεύση και η βύθιση καθορίζονται από συνδυασμό φυσικών χαρακτηριστικών του υγρού και του αντικειμένου. Ειδικότερα, η πλειοψηφία των υποκειμένων (n=8) κατάφερε να φτάσει στην επιστημονικά αποδεκτή επεξήγηση του φαινομένου. Ταυτόχρονα, δύο μαθητές (8A2, 6A2) παρουσίασαν οπισθοδρόμηση όσον αφορά τις αντιλήψεις τους μετά την παρέμβαση. Συγκεκριμένα, ενώ αρχικά υποστήριζαν ότι η βύθιση ή η πλεύση οφείλονται σε συσχετισμό παραγόντων που αφορούν το υγρό και το αντικείμενο, κατά τη διάγνωση των τελικών αντιλήψεων θεώρησαν ότι η πλεύση ή η βύθιση καθορίζονται αποκλειστικά από το είδος του υγρού (πυκνότητα). Ωστόσο, το γεγονός ότι η πλειοψηφία των υποκειμένων προέβη σε συσχετισμό παραγόντων για την επίλυση του προβλήματος αποτελεί σημαντική διαφοροποίηση σε σχέση με τις αρχικές αντιλήψεις, αφού κατά τη διάγνυσή τους η πλειοψηφία των υποκειμένων θεωρούσε ότι ο καθοριστικός παράγοντας για τη βύθιση και την πλεύση είναι είτε το υγρό από μόνο του, είτε το αντικείμενο από μόνο του.

Συνεπώς, όπως φαίνεται στον Πίνακα 34, κατά τη διάγνωση των τελικών αντιλήψεων, η πλειοψηφία των μαθητών μετακινήθηκε προς πιο σύνθετα επεξηγηματικά πλαίσια όσον αφορά το φαινόμενο της βύθισης/ πλεύσης. Οι απαντήσεις των μαθητών, κατά τη διάγνωση των τελικών τους αντιλήψεων, χαρακτηρίζονταν σε μεγάλο βαθμό από γνωστική συνέπεια, αφού κάθε υποκείμενο χρησιμοποίησε ένα επεξηγηματικό πλαίσιο, με βάση το οποίο επεξηγούσε το φαινόμενο, ανεξάρτητα από το ερώτημα. Όσον αφορά τη γνωστική συνέπεια των τελικών αντιλήψεων, προέκυψε συνεπώς απόκλιση μεταξύ των ποσοτικών και των ποιοτικών δεδομένων, διότι μέσα από την ποσοτική ανάλυση, εντοπίστηκε μείωση του βαθμού συνέπειας των τελικών αντιλήψεων σε σχέση με τις αρχικές, ενώ το αντίστροφο συνέβηκε όσον αφορά τα ποσοτικά δεδομένα. Η απόκλιση αυτή, υποδεικνύει ότι παρεμβάσεις εξατομικευμένης μορφής, όπως αυτές που εφαρμόστηκαν κατά τη διάρκεια των συνεντεύξεων, έχουν τη δυνατότητα να προωθήσουν την οικοδόμηση σταθερότερων επεξηγηματικών πλαισίων. Το γεγονός ότι οι εξατομικευμένες παρεμβάσεις είναι στοχευμένες στις διαγνωσμένες αρχικές αντιλήψεις του ατόμου και όχι της ομάδας, φαίνεται να οδηγεί αποτελεσματικότερα σε εννοιολογική αλλαγή.

Ειδικότερα, από τον Πίνακα 34, προκύπτει πως η επικρατέστερη αρχική αντίληψη σχετικά με τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η βύθιση ή η πλεύση ήταν πως το υγρό είναι ο μοναδικός καθοριστικός παράγοντας για τη θέση που παίρνει ένα αντικείμενο που αφήνεται σε ένα υγρό. Αυτή η άποψη εκφράστηκε σε δεκατρείς (13) περιπτώσεις. Αναλυτικότερα, τα υποκείμενα που εξέφρασαν απόψεις που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία αντιλήψεων, αναφέρθηκαν σε διαφορετικές ιδιότητες του υγρού που καθορίζουν την πλεύση και συγκεκριμένα στην ποσότητα ή τη στάθμη του υγρού, στη θερμοκρασία ή την πυκνότητα ή το είδος του υγρού. Σε εννέα (9) από τις δεκατρείς περιπτώσεις υποστηρίχθηκε ότι η πλεύση οφείλεται αποκλειστικά στην ποσότητα ή τη στάθμη του υγρού. Ωστόσο, υπήρχαν διαφοροποιήσεις όσον αφορά τον τρόπο με τον οποίο η ποσότητα ή η στάθμη του υγρού επηρεάζουν την πλεύση, σύμφωνα με τις αντιλήψεις των υποκειμένων. Τέτοιες διαφοροποιήσεις παρουσιάζονται στα αποσπάσματα που ακολουθούν.

- Σ. *Γιατί πιστεύεις ότι στον κύλινδρο Α βυθίζεται το αυγό; (Το απόσπασμα αναφέρεται στην πειραματική διάταξη που παρουσιάζεται στο Σχήμα 3)*
- 8Κ1. *Γιατί έχει πιο λίγο νερό.*
- Σ. *Στον κύλινδρο Β γιατί επιπλέει;*
- 8Κ1. *Γιατί έχει πιο πολύ νερό.*
- Σ. *Τι νομίζεις ότι θα συμβεί αν αντάλλαξα τα αυγά στους δύο κυλίνδρους;*
- 8Κ1. *Το Β θα βυθιζόταν ενώ το Α θα επέπλεε.*

- Σ. *Δηλαδή θα έπαιρναν ακριβώς τις ίδιες θέσεις;*
 8Κ1. *Ναι.*
 Σ. *Και τι πιστεύεις ότι θα συνέβαινε αν πρόσθετα νερό στον κύλινδρο Α, ώστε το ύψος του υγρού στους δύο κυλίνδρους να γίνει το ίδιο; Πού θα πήγαινε το αυγό;*
 8Κ1. *Στην επιφάνεια.*
 Σ. *Δηλαδή πιστεύεις ότι η ποσότητα του υγρού, αν είναι πολύ ή λίγο, επηρεάζει το πού θα πάει το αυγό, πάνω ή κάτω;*
 8Κ1. *Ναι.*

Σύμφωνα με τη μαθήτριά 8Κ1, όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα του υγρού, τόσο ευκολότερα επιπλέει ένα αντικείμενο που αφήνεται σε αυτό. Σύμφωνα με την άποψη αυτή η ποσότητα του υγρού καθορίζει την πλευση.

Κατά τη διάγνωση των τελικών αντιλήψεων, προέκυψε πως η ίδια μαθήτριά προέβη σε γνωστική μετακίνηση. Συγκεκριμένα, μετά την παρέμβαση η μαθήτριά θεωρούσε πως η βύθιση ή η πλευση καθορίζονται αποκλειστικά από την πυκνότητα του υγρού. Ως εκ τούτου, η μαθήτριά 8Κ1 ήταν σε θέση να αναγνωρίσει ορθά τα υγρά στους τέσσερις κυλίνδρους. Ωστόσο, παρόλο που απέδωσε την πλευση αποκλειστικά στην πυκνότητα του υγρού, εντούτοις παρουσίασε ελλιπή κατανόηση της έννοιας της πυκνότητας του υγρού, όπως φαίνεται στο απόσπασμα που ακολουθεί:

- Σ: *Και αν έβαζα νερό στον Δ; (Το ερώτημα αναφέρεται στην πειραματική διάταξη που παρουσιάζεται στο Σχήμα 4)*
 8Κ1: *Θα πήγαινε κάπου στη μέση το αυγό μας.*
 Σ: *Τι σε κάνει να πιστεύεις ότι θα πήγαινε κάπου στη μέση το αυγό μας;*
 8Κ1: *Επειδή το νερό σμίγεται με το αλατόνερο, θα έμενε εκεί. Επειδή το αλατόνερο είναι αλάτι και νερό. Αν βάλουμε κι άλλο από αυτά τα δύο υλικά, δεν θα γίνει αντίδραση.*
 [...]

 Σ: *Τι σε ενδιαφέρει παραπάνω;*
 8Κ1: *Στα υγρά με το ίδιο βάρος, το ίδιο αντικείμενο μπορεί να φτάσει σε διαφορετική στάθμη, ανάλογα με το υγρό;*

Όπως φαίνεται στο προηγούμενο απόσπασμα, το υποκείμενο 8Κ1 δεν αντιλήφθηκε ότι υπάρχει διαβάθμιση της πυκνότητας του αλατόνερου, αν σε αυτό προστεθεί είτε αλάτι είτε νερό, και προβληματίστηκε για το ρόλο που διαδραματίζει το βάρος ή η μάζα του υγρού στην πλευση. Η εννοιολογική αλλαγή στην περίπτωση αυτή δεν ήταν ριζική, αφού δε δομήθηκε επαρκώς η έννοια της πυκνότητας του υγρού και το φαινόμενο της πλευσης δεν μπορούσε να εξηγηθεί με βάση τις έννοιες που οικοδομήθηκαν.

Επιπρόσθετα, ένα άλλο υποκείμενο (6Κ1), που υποστήριξε αρχικά ότι η ποσότητα ή η στάθμη του υγρού είναι ο μοναδικός παράγοντας που καθορίζει την πλευση, προέβη σε μερική αναδιοργάνωση των αρχικών του ιδεών, υποστηρίζοντας κατά τη διάγνωση των

τελικών αντιλήψεών του, ότι η βύθιση ή η πλεύση οφείλονται αποκλειστικά στο είδος του υγρού (πυκνότητα). Η συγκεκριμένη μαθήτρια αναγνώρισε ορθά τα υγρά στην πειραματική διάταξη με τους τέσσερις κυλίνδρους, ωστόσο θεώρησε ότι το αυγό στο αλατόνερο πάντοτε επιπλέει έστω κι αν αραιώσει το αλατόνερο. Αυτό φανερώνει πως η συγκεκριμένη μαθήτρια πιθανόν να αντιλήφθηκε πως το είδος του υγρού (π.χ., διάλυμα άλατος σε νερό) είναι ο καθοριστικός παράγοντας για την πλεύση και όχι η πυκνότητά του, παρουσιάζοντας έτσι μια ελλειπή αντίληψη όσον αφορά την έννοια της πυκνότητας γενικότερα. Με τη βοήθεια κατάλληλων ερωτήσεων, η μαθήτρια αντιλήφθηκε καλύτερα την έννοια της πυκνότητας στα υγρά και το ρόλο της στη βύθιση ή πλεύση. Στη συνέχεια, διαφοροποίησε τις απαντήσεις της λαμβάνοντας υπόψη είτε την ποσότητα του αλατιού που διαλύοταν στο νερό ή στο αλατόνερο είτε την ποσότητα του νερού που μπορούσε να προστεθεί στο αλατόνερο.

Από τον Πίνακα 34 φαίνεται επίσης ότι τρία (3) υποκείμενα (4A1, 8A1, 8K3), υποστήριξαν κατά τη διάγνωση των αρχικών αντιλήψεων, πως το είδος του υγρού (πυκνότητα) είναι ο καθοριστικός παράγοντας για την πλεύση. Ωστόσο, παρόλο που απέδιδαν την πλεύση αποκλειστικά στο είδος του υγρού (πυκνότητα), κάποιοι μαθητές δεν αντιλαμβάνονταν επαρκώς με ποιον τρόπο η πλεύση σχετίζεται με την έννοια της πυκνότητας ή είχαν εναλλακτικές αντιλήψεις για την έννοια της πυκνότητας γενικότερα. Χαρακτηριστικό είναι το ακόλουθο απόσπασμα της συνέντευξης με το μαθητή 6A1, που παρατίθεται, το οποίο αναφέρεται στις αρχικές του αντιλήψεις.

- Σ: *Γιατί πιστεύεις ότι το αυγό βυθίζεται στον κύλινδρο Α; (Το απόσπασμα αναφέρεται στην πειραματική διάταξη που παρουσιάζεται στο Σχήμα 3)*
- 6A1: *Επειδή η πυκνότητα του νερού είναι πιο αραιή και αφήνει το αυγό να πέσει κάτω.*
- Σ: *Εννοείς είναι πιο αραιή από τι;*
- 6A1: *Επειδή το νερό είναι αραιό και δεν είναι παχύρρευστο υγρό όπως το λάδι.*
- Σ: *Στον κύλινδρο Β γιατί επιπλέει το αυγό;*
- 6A1: *Επειδή νομίζω είναι όπως τη θάλασσα που υπάρχει άλας μέσα και δεν μας αφήνει να πάμε κάτω. Είναι από την πυκνότητα του νερού. Το άλας έχει αυτή την ιδιότητα, να κάνει το νερό πιο πυκνό, και γι αυτό δεν αφήνει το αυγό να κατεβεί κάτω.*
- Σ: *Μάλιστα. Δηλαδή εσύ υποστηρίζεις ότι στον κύλινδρο Α έχω νερό και στον κύλινδρο έχω αλατόνερο;*
- 6A1: *Ναι.[...] Στο αλατόνερο, αν βάλεις ένα βόλο μεγάλο τότε δεν θα μπορεί να τον κρατήσει πάνω. Θα χρειαστεί να βάλεις περισσότερο αλάτι, έτσι το βάρος του αντικείμενου θα πρέπει να ισοβαρεί με το άλας. Όσο πιο βαρετό το αντικείμενο, να βάλεις περισσότερο αλάτι.*

Η αντίληψη του μαθητή 6A1 σχετικά με την έννοια της πυκνότητας του υγρού και του ρόλου της στην πλεύση δεν ήταν πολύ απομακρυσμένη από την επιστημονικά αποδεκτή,

αφού κατανοούσε ότι όσο μεγαλύτερη είναι η πυκνότητα, τόσο διευκολύνεται η πλεύση. Ωστόσο, ο μαθητής αυτός δεν ήταν σε θέση να αντιληφθεί την άνωση ως μια δύναμη που εξασκείται προς τα πάνω αλλά εστιάστηκε στην έννοια της ρευστότητας του υγρού ως μοναδικού παράγοντα που καθορίζει τη θέση του αντικειμένου, «επιτρέποντας» ή «παρεμποδίζοντάς» το να βυθιστεί. Για το μαθητή 6A1, φαίνεται πως η ρευστότητα ενός υλικού συνδέεται άμεσα με την πυκνότητά του, και συνεπώς υποστήριξε πως το λάδι είναι πυκνότερο από το νερό. Φαίνεται λοιπόν πως ο συγκεκριμένος μαθητής κατανοεί την έννοια της πυκνότητας, βασιζόμενος σε αντιληπτικά ερεθίσματα. Το στοιχείο αυτό είναι ενδεικτικό του γεγονότος ότι το παιδί βρίσκεται ακόμη στο στάδιο της συγκεκριμένης λογικής σκέψης, κατά το οποίο βασίζει τα επεξηγηματικά του πλαίσια σε ερεθίσματα που αποκωδικοποιεί με βάση τις αισθήσεις του (Piaget, 1952).

Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 34, ο μαθητής 6A1, προέβη σε γνωστική μετακίνηση κατά τη διάρκεια της διάγνωσης των τελικών του αντιλήψεων, υποστηρίζοντας πως η πλεύση αποτελεί ιδιότητα που οφείλεται στη σχέση ανάμεσα στην πυκνότητα του υγρού και τον όγκο του αντικειμένου. Παρόλο που ο συγκεκριμένος μαθητής δεν κατάφερε να φτάσει στην επιστημονικά αποδεκτή επεξήγηση του φαινομένου της βύθισης/ πλεύσης, εντούτοις προσέγγισε αρκετά την επιστημονικά αποδεκτή αντίληψη, αυξάνοντας το επεξηγηματικό πλαίσιο των ιδεών του για το φαινόμενο. Πιο συγκεκριμένα, ο μαθητής 6A1 αντιλήφθηκε την έννοια της πυκνότητας του αντικειμένου, αλλά δε διαχώριζε επαρκώς τις έννοιες του όγκου και του σχήματός του. Ως εκ τούτου, υποστήριξε πως η πλεύση καθορίζεται από το σχήμα του κελύφους της βάρκας που βρίσκεται σε επαφή με το υγρό. Αυτό φαίνεται στο απόσπασμα που παρουσιάζεται στη συνέχεια:

(Προηγήθηκε θέρμανση του κεριού και μετασηματισμός του σε «βάρκα». Η κέρινη βάρκα τοποθετήθηκε στο οινόπνευμα)

6A1: *Επιπλέει.*

Σ: *Γιατί επιπλέει;*

6A1: *Επειδή νομίζω από έξω είναι λεπτό και από μέσα υπάρχει κενό σαν το βαθούλωμα.*

Σ: *Μάλιστα. Τι εννοείς όταν λες «κενό»;*

6A1: *Κενό εννοώ ότι δεν είναι όλο καλυμμένο συμπαγές από πάνω. Από έξω είναι το σχήμα του και αγγίζει η βάση του μέσα στο νερό μόνο.*

Σ: *Ωραία. Βγάλε τη βάρκα από το οινόπνευμα σε παρακαλώ. Δηλαδή, όταν λες για τη βάση του πλοίου, ποιος μπορεί να είναι ο ρόλος της βάσης για το αν θα επιπλέει ή θα βυθίζεται το αντικείμενο;*

6A1: *Ότι εδώ από κάτω που αγγίζει το νερό μπορούσε να ήταν λεπτό, όπως τη βάση της καρφίτσας. Η πίεση που ασκεί ένα αντικείμενο σαν το πλοίο σε ένα άλλο είναι πολύ μικρή επειδή είναι μεγάλη η επιφάνεια. Ένα αντικείμενο σαν το μαχαίρι βουλιάζει, ενώ αν ήταν το μαχαίρι κάπως μεγάλο, έτσι (δείχνει), δε θα βυθιζόταν.*

Σ: Πολύ ενδιαφέρουσα άποψη. Ας τη δούμε και πειραματικά. Το ίδιο κομμάτι αλουμινόχαρτο θα το φτιάξουμε μια φορά με πλατιά βάση και μια φορά με στενή βάση...

Στο προηγούμενο απόσπασμα είναι εμφανής ο επηρεασμός του μαθητή 6Α1 από τις πειραματικές διαδικασίες που γίνονται για την εξέταση της πίεσης στα στερεά στην Επιστήμη της Στ' Δημοτικού. Το παιδί δεν έχει διαφοροποιήσει την έννοια της πίεσης στα υγρά από την πίεση στα στερεά. Στη συνέχεια, όπως φαίνεται στο απόσπασμα που ακολουθεί, το ίδιο παιδί δόμησε μια καινούρια επεξήγηση για το φαινόμενο της άνωσης, λαμβάνοντας υπόψη την πυκνότητα του υγρού και τη μάζα του αντικειμένου.

Όσον αφορά τις αρχικές αντιλήψεις, μια άλλη άποψη σχετικά με το ρόλο του είδους (πυκνότητας) του υγρού στην πλευση παρουσίασε η μαθήτρια 8Κ3, σύμφωνα με την οποία υπάρχουν στερεές ουσίες που όταν διαλύονται στο νερό προκαλούν την πλευση και άλλες στερεές ουσίες που όταν διαλυθούν στο νερό προκαλούν βύθιση ενός αντικειμένου.

Σ: Γιατί νομίζεις ότι το αυγό βυθίζεται στον Α; (Το απόσπασμα αναφέρεται στην πειραματική διάταξη που παρουσιάζεται στο Σχήμα 3)

8Κ3: Έχει κάτι μέσα το νερό;

Σ: Τι μπορεί να έχει;

8Κ3: Αλάτι, που να το τραβά κάτω.

Σ: Τι εννοείς «τραβά κάτω»; Κάτι σαν μαγνήτης ας πούμε;

8Κ3: Εμ... να βάλεις το αλάτι και να σπρώχνεις κάτω το αυγό.

Σ: Α μάλιστα. Στον κύλινδρο Β τι νομίζεις να έχουμε;

8Κ3: Κάτι που να το κάνει να επιπλέει.

Σ: Πες μου ας πούμε ένα παράδειγμα. Τι σου έρχεται στο μυαλό;

8Κ3: Εμ... απ' εκείνη την αφρόζα που πίνεις για να χωνέψεις.

Σ: Μάλιστα. Και νομίζεις ότι η αφρόζα, όπως κάνει εκείνη την αναμπουμπούλα μέσα στο υγρό, μπορεί να σπρώχνει το αυγό προς τα πάνω;

8Κ3: Ναι.

Φαίνεται πως η μαθήτρια 8Κ3 επιχειρήσε να επεξηγήσει το φαινόμενο της πλευσης ανατρέχοντας σε εμπειρίες που εποπτικοποιούσαν την έννοια της «πυκνότητας» του υγρού, με τον τρόπο που την αντιλαμβανόταν το υποκείμενο. Συγκεκριμένα, θεώρησε ότι τα υγρά τα οποία παρατηρούνται φυσαλίδες ευνοούν την πλευση, ενώ τα υγρά στα οποία δεν παρατηρούνται φυσαλίδες ευνοούν τη βύθιση. Κατά τη διάγνωση των τελικών αντιλήψεων, η μαθήτρια 8Κ3 μετακινήθηκε προς την επιστημονικά αποδεκτή επεξήγηση του φαινομένου της πλευσης, υποστηρίζοντας πως το φαινόμενο οφείλεται στη σχέση μεταξύ του είδους (πυκνότητας) του υγρού και του είδους (πυκνότητας) του αντικειμένου.

- Σ: [...] Ποιοι κύλινδροι νομίζεις ότι περιέχουν νερό; (Το απόσπασμα αναφέρεται στην πειραματική διάταξη που παρουσιάζεται στο Σχήμα 4)
- 8K3: Ο Α και ο Γ.
- Σ: Μάλιστα. Γιατί το πιστεύεις αυτό;
- 8K3: Γιατί το Β και το Δ είναι πιο πυκνό το υγρό και το αυγό είναι πάνω.
- Σ: Άρα από τη θέση του αυγού καταλαβαίνεις το είδος του...
- 8K3: Υγρού.
- Σ: Άρα ο Β και ο Δ τι έχουν μέσα;
- 8K3: Αλατόνερο.
- Σ: Μπράβο. Τι νομίζεις ότι θα συνέβαινε, αν έβαζα νερό και γέμιζα τον κύλινδρο Α;
- 8K3: Το αυγό θα έμενε εκεί που είναι.
- Σ: Γιατί;
- 8K3: Γιατί δεν έχει σχέση το ύψος του υγρού αλλά το βάρος του αντικειμένου, το υλικό του αντικειμένου.
- Σ: Αν έβαζα νερό στον κύλινδρο Β;
- 8K3: Θα πήγαινε λίγο κάτω, γιατί το αλάτι θα το επηρέαζε κι έτσι θα αραιώνει.
- Σ: Άμα λες ότι θα πήγαινε λίγο κάτω, πόσο κάτω εννοείς;
- 8K3: Στο βάθος.
- Σ: Δηλαδή στη μέση ή στον πάτο του κυλίνδρου;
- 8K3: Στον πάτο.
- Σ: Αν έβαζα νερό στον κύλινδρο Γ;
- 8K3: Θα έμενε εκεί που είναι.
- Σ: Μάλιστα. Γιατί μάθαμε ότι...
- 8K3: Δεν εξαρτάται από το ύψος του νερού.
- Σ: Και στον κύλινδρο Δ;
- 8K3: Θα πήγαινε κάτω το αυγό, επειδή θα αραιώνει το αλάτι.
- Σ: Ωραία. Αν έβαζα αλάτι στον κύλινδρο Α;
- 8K3: Το αυγό θα ανέβαινε πάνω, αν έβαζα αρκετό.
- Σ: Γιατί;
- 8K3: Επειδή τώρα το νερό είναι πιο αραιό.
- Σ: Αν έβαζα ένα κουταλάκι αλάτι θα ανέβαινε το αυγό;
- 8K3: Όχι, εξαρτάται από το νερό που έχουμε.
- Σ: Τι εννοείς εξαρτάται από το νερό;
- 8K3: Ας πούμε αν έχουμε πιο λίγο νερό δεν είναι ανάγκη να βάλουμε όλο το κουτί του αλατιού αλλά λίγο, ένα ή δύο κουταλάκια. Αν έχουμε μισό δοχείο θα βάζαμε πιο πολύ αλάτι από ένα κουταλάκι και εξαρτάται αν είναι εντελώς μέχρι πάνω, θα βάλουμε περισσότερο.

Στο προηγούμενο απόσπασμα, φαίνεται ότι η μαθήτρια 8K3 κατανόησε πως το φαινόμενο της πλευσης οφείλεται στη σχέση μεταξύ της πυκνότητας του υγρού και του αντικειμένου. Ταυτόχρονα, έλαβε υπόψη της τις διαφοροποιήσεις της πυκνότητας του υγρού, για να δώσει απαντήσεις στα ερωτήματα που αφορούσαν την αραιώση ή την πύκνωση του αλατόνερου ή τη διάλυση αλατιού στο νερό. Συγκεκριμένα, ανέφερε πως η «αραιώση του αλατιού» θα είχε ως αποτέλεσμα τη βύθιση του αυγού. Παρόλο που ο όρος «αραιώση του αλατιού» παραπέμπει είτε σε πιθανή φραστική αβλεψία, είτε σε πιθανή αδυναμία κατανόησης της έννοιας του διαλύματος, εντούτοις στο απόσπασμα αυτό παρατηρείται αντιστρεψιμότητα της σκέψης, στοιχείο που σχετίζεται και με το επίπεδο γνωστικής ανάπτυξης του ατόμου.

Συμπερασματικά ωστόσο, προκύπτει πως για την κατανόηση του φαινομένου της πλεύσης, η κατανόηση άλλων εννοιών όπως αυτή του διαλύματος ή της πυκνότητας των υλικών σωμάτων είναι προαπαιτούμενα. Σε αρκετές περιπτώσεις, οι διάφορες αλληλοσυνδεόμενες έννοιες εξετάζονται τμηματικά, μέσα στα πλαίσια των Αναλυτικών Προγραμμάτων του Δημοτικού και του Γυμνασίου, στοιχείο που ευνοεί την οικοδόμηση εναλλακτικών αντιλήψεων ή την ελλιπή κατανόηση σύνθετων φαινομένων, όπως αυτό της βύθισης/ πλεύσης.

Το υποκείμενο 6Κ1 συσχέτισε την ερμηνεία των παρατηρήσεων της σχετικά με τη διάταξη της προπειραματικής διάταξης (Σχήμα 3), με τα βιώματά της, θεωρώντας ότι η πλεύση οφείλεται αποκλειστικά στην ποσότητα ή στάθμη του υγρού.

- Σ: *Βλέποντας εδώ αυτούς τους δύο κυλίνδρους, τον Α και τον Β, γιατί νομίζεις ότι το αυγό βυθίζεται στον κύλινδρο Α; (Το απόσπασμα αναφέρεται στην πειραματική διάταξη που παρουσιάζεται στο Σχήμα 3)*
- 6Κ1: *Μπορεί να έχει αλάτι το Β.*
- Σ: *Από πού το κατάλαβες αυτό;*
- 6Κ1: *Επειδή η θάλασσα έχει αλάτι και επιπλέουμε στη θάλασσα κι έτσι αν βάλουμε αλάτι στο νερό, μπορεί τα πράγματα να επιπλέουν που είναι μέσα.*
- Σ: *Αν ήταν όμως οινόπνευμα ή κάποιο άλλο υγρό;*
- 6Κ1: *Νομίζω δε θα επέπλεε.*
- Σ: *Νομίζεις ότι μόνο στο αλατόνερο επιπλέουν τα αντικείμενα;*
- 6Κ1: *Νομίζω.*

Όσον αφορά την κατηγορία αρχικών αντιλήψεων σύμφωνα με την οποία το υγρό από μόνο του καθορίζει την πλεύση, σύμφωνα με τον Πίνακα 34, οι μαθητές 4Α1, 8Α1 και 4Κ2 υποστήριξαν πως η θερμοκρασία του υγρού είναι ο καθοριστικός παράγοντας για την πλεύση. Οι μαθητές 4Α1 και 8Α1 υποστήριξαν ότι όσο θερμότερο είναι ένα υγρό τόσο ευκολότερη είναι η πλεύση, ενώ η μαθήτρια 8Κ3, κατά τη διάρκεια της παρέμβασης, υποστήριξε πως η θερμότητα «βυθίζει» τα αντικείμενα. Χαρακτηριστικό απόσπασμα της συνέντευξης με το μαθητή 4Α1 παρατίθεται ακολούθως.

- Σ: *Έχουμε κυλίνδρους, αυγά και υγρά. Τι μπορεί να παίζει ρόλο για τις θέσεις που παίρνουν τα αυγά; (Το ερώτημα αναφέρεται στην πειραματική διάταξη που παρουσιάζεται στο Σχήμα 3)*
- 4Α1: *Ε, η θερμοκρασία του υγρού.*
- Σ: *Εννοείς να είναι ζεστό το ένα και κρύο το άλλο;*
- 4Α1: *Ναι.*
- Σ: *Ποιο νομίζεις να είναι ζεστό;*
- 4Α1: *Το Β.*
- Σ: *Και κρύο;*
- 4Α1: *Το Α.*
- Σ: *Γιατί το νομίζεις αυτό;*

- 4A1: *Επειδή το Β είναι στο νερό αλλά πιο πάνω στην επιφάνεια κι έτσι πιάνει παραπάνω ζέστη.*
- Σ: *Από πού;*
- 4A1: *Από την αίθουσα.*
- Σ: *Νομίζεις ότι η ζέστη βοηθά ένα αντικείμενο να....*
- 4A1: *Επιπλέει.*

Το υποκείμενο 4A1 εξέφρασε μια πιο σύνθετη αρχική αντίληψη για το ρόλο που διαδραματίζει η ποσότητα του υγρού στην πλεύση, η οποία εμπλέκει και τις έννοιες της θερμότητας και θερμοκρασίας, τις οποίες το υποκείμενο φαίνεται να χρησιμοποιεί εναλλακτικά. Συγκεκριμένα, το υποκείμενο 4A1 θεώρησε πως η θερμότητα που εμπειρικλείεται σε ένα υγρό σώμα είναι μεγαλύτερη όσο υψηλότερη είναι η στάθμη του υγρού. Το υποκείμενο αυτό θεώρησε πως η θερμότητα ή «ζέστη» αποτελεί μια οντότητα που βρίσκεται «ψηλά»- ίσως η αντίληψη αυτή να προέρχεται από το γεγονός ότι πιθανόν να θεωρούσε ότι η μοναδική πηγή θερμότητας είναι ο ήλιος. Κατά συνέπεια, σύμφωνα με την άποψη του υποκειμένου 4A1, όσο υψηλότερη είναι η στάθμη του υγρού, τόσο ευκολότερη γίνεται η πλεύση.

- Σ: *Ωραία. Νομίζεις αν είχε το σχήμα της βάρκας θα άλλαζε κάτι; (Το απόσπασμα αναφέρεται στην πειραματική διάταξη που παρουσιάζεται στο Σχήμα 3)*
- 8K3: *Υπάρχει τρόπος να δοκιμάσουμε;*
- Σ: *Ναι. Πώς θα μπορούσα να μετατρέψω αυτό το κομμάτι κερί σε βάρκα;*
- 8K3: *Ίσως αν το ζέστωνα και το έχωνα σε καλούπι;*
- Σ: *Ναι, μπορώ να το ζεστάνω και να πλάσω με τα χέρια μου τη βάρκα. (εκτελεί)
Βάλε το τώρα στο οινόπνευμα.*
- 8K3: *Πήγε πάνω.*
- Σ: *Αρα ανακαλύπτουμε έτσι άλλο ένα παράγοντα από τον οποίο εξαρτάται η άνωση.
Το υλικό;*
- Σ: *Είναι πάντα κερί.*
- 8K3: *Αν το λιώσουμε θα ελαφρύνει.*

Όπως φαίνεται στο προηγούμενο απόσπασμα, η μαθήτρια 8K3, εξέφρασε την πεποίθηση ότι το κερί, όταν θερμαίνεται για να μετασχηματιστεί σε βάρκα, γίνεται πιο «βαρύ». Η αντίληψη αυτή πηγάζει από τη γενικότερη εναλλακτική άποψη ότι τα υγρά σώματα είναι ελαφρύτερα από τα στερεά. Στο σημείο αυτό, η συγκεκριμένη μαθήτρια, παρουσίασε επίσης αδυναμία όσον αφορά την αντιστρεψιμότητα της σκέψης, διότι θεώρησε ότι έστω κι αν το κερί πήξει όταν ψύχεται, η μάζα του παραμένει μειωμένη σε σχέση με την αρχική, δηλ. τη μάζα του κεριού πριν από τη θέρμανση. Η αντίληψη πως τα υγρά σώματα είναι ελαφρύτερα από τα στερεά αποτελεί ένδειξη συγκεκριμένης λογικής σκέψης, διότι πηγάζει από τα αντιληπτικά ερεθίσματα που δέχεται το άτομο σε σχέση με την έννοια της πυκνότητας.

Κατά τη διάγνωση των τελικών αντιλήψεων, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 34, υπήρχε επίσης γνωστική μετακίνηση προς πιο σύνθετες αντιλήψεις, που παρουσίαζαν μεγαλύτερη συμβατότητα με την επιστημονικά αποδεκτή επεξήγηση του φαινομένου της βύθισης/ πλεύσης, για τους μαθητές 4A1, 8A1 και 4K2. Συγκεκριμένα, οι μαθητές 8A1 και 4K2, κατά τη διάγνωση των τελικών αντιλήψεών τους, υποστήριξαν πως η βύθιση ή η πλεύση καθορίζονται αποκλειστικά από το είδος του υγρού (πυκνότητα). Ο μαθητής 4A1 υποστήριξε πως η πλεύση ή η βύθιση οφείλονται σε συσχετισμό του είδους (πυκνότητας) του υγρού με την πυκνότητα του αντικειμένου και επομένως εμφάνισε μεγαλύτερη γνωστική μετακίνηση.

- Σ: *Τι νομίζεις ότι θα συμβεί αν προσθέσω αλάτι στον κύλινδρο Α; (Το απόσπασμα αναφέρεται στην πειραματική διάταξη που παρουσιάζεται στο Σχήμα 4)*
- 4K2: *Θα βυθιστεί το αυγό.*
- Σ: *Γιατί;*
- 4K2: *Γιατί το νερό βυθίζει τα αυγά.*
- Σ: *Τι εννοείς τα βυθίζει;*
- 4K2: *Τα παίρνει κάτω.*
- Σ: *Μα εμείς μάθαμε ότι όλα τα υγρά εξασκούν ΑΝΩΣΗ, δηλαδή μια δύναμη προς τα...*
- 4K2: *Πάνω.*
- Σ: *Άρα γιατί βυθίζεται το αυγό νομίζεις;*
- 4K2: *Γιατί είναι το σχήμα; Μπορεί να μην κατέβει ούτε κάτω ούτε πάνω. Να μείνει στην ίδια θέση.*
- [...]
- Σ: *Μου είπες ότι ο κύλινδρος Γ περιέχει αλατόνερο. Αν βάλω μέσα σε αυτό νερό, τι θα πάθει το αλατόνερο;*
- 4K2: *Θα γίνει όπως το νερό. Θα έχει πιο πολύ νερό μέσα παρά αλάτι.*
- Σ: *Μπορεί αυτό να έχει σχέση με τη θέση που θα πάρει το αυγό στον κύλινδρο Γ;*
- 4K2: *Μπορεί να κατέβει ως τη μέση ή να μείνει εκεί που είναι το αυγό και το νερό να μείνει από πάνω του.*

Σύμφωνα με τη μαθήτρια 4K2, το αλατόνερο και το νερό είναι δύο διαφορετικά υγρά, δύο οντότητες, που συνυπάρχουν στο δοχείο. Δεν κατανοούσε επομένως την έννοια του διαλύματος, αλλά παρουσίασε μια υποτυπώδη κατανόηση της έννοιας της πυκνότητας του υγρού και των μεταβολών της. Ωστόσο, η κατανόηση της μαθήτριας 4K2 δεν είχε γνωστική συνέπεια, αφού υποστήριξε ότι υπάρχουν στερεές ουσίες που όταν διαλυθούν στο νερό προκαλούν βύθιση των αντικειμένων, δηλαδή δεν κατανόησε επαρκώς το ρόλο της πυκνότητας του υγρού στην πλεύση.

Σύμφωνα με μία άλλη κατηγορία αρχικών αντιλήψεων που παρουσιάζονται στον Πίνακα 34, ο καθοριστικός παράγοντας για τη βύθιση ή την πλεύση είναι το αντικείμενο. Η άποψη αυτή εκφράστηκε σε εννέα (9) περιπτώσεις. Συγκεκριμένα, οι μαθητές 4A1, 8A2 και 6K3 υποστήριξαν πως ο όγκος του αντικειμένου είναι ο καθοριστικός παράγοντας για την

πλεύση, ενώ οι μαθήτριες 4K1 και 6K3 υποστήριζαν πως η μάζα του αντικειμένου είναι ο καθοριστικός παράγοντας για την πλεύση. Ωστόσο, κατά τη διάγνωση των τελικών αντιλήψεων, όπως φαίνεται στον Πίνακα 33, κανένας μαθητής δεν υποστήριξε πως η πλεύση οφείλεται αποκλειστικά στο αντικείμενο, ενώ οι περισσότεροι από τους συμμετέχοντες που υποστήριζαν αρχικά την αντίληψη αυτή (4K1, 6K3, 4A1, 8K2) μετακινήθηκαν προς το συσχετισμό παραγόντων που αφορούσαν το υγρό και το στερεό, κατά τη διάγνωση των τελικών αντιλήψεών τους.

Ειδικότερα, η μαθήτρια 6K3 οδηγήθηκε σταδιακά στην εννοιολογική αλλαγή. Συγκεκριμένα, ενώ η συγκεκριμένη μαθήτρια αρχικά είχε ως κυρίαρχη αντίληψη ότι η πλεύση καθορίζεται μόνο από μάζα του αντικειμένου, μέσα από την παρέμβαση θεώρησε, σε πρώτο στάδιο, πως η πλεύση καθορίζεται από το πάχος του κελύφους της βάρκας, ενώ, με το πείραμα κατά το οποίο μετασχημάτισε το αλουμινόχαρτο σε σχήμα βάρκας αυξάνοντας ταυτόχρονα τη μάζα του και παρατηρώντας τη θέση του στο νερό, συσχέτισε τις έννοιες της μάζας και του όγκου του αντικειμένου. Με την διάλυση άλατος που έγινε ακολούθως αντιλήφθηκε, σε δεύτερη φάση, πως η πλεύση διευκολύνεται όσο αυξάνεται η πυκνότητα του υγρού. Το απόσπασμα από το διάλογο με τη μαθήτρια 6K3 είναι ενδεικτικό της σταδιακής πορείας της προς την καλύτερη κατανόηση του φαινομένου της βύθισης/ πλεύσης.

- Σ: *Πώς, με ποιο τρόπο, μπορώ να αλλάξω το αλουμινόχαρτο; Με τι να το κάνω να μοιάζει; (Το αντικείμενο είναι αλουμινόχαρτο στο οποίο τυλίχθηκε ένα κέρμα)*
- 6K3: *Με βάρκα.*
- Σ: *Ωραία, κάνε το να μοιάζει με βάρκα. Αν θέλεις άνοιξε το εντελώς για να γίνει... έτσι μπράβο. Πρόσεξε να μην βάζει μέσα νερό. Μάλιστα.*
- 6K3: *Ορίστε η βάρκα μας. Την κάναμε να επιπλέει.*
- Σ: *Δοκίμασε αν μπορούμε να βάλουμε και νομίσματα μέσα και να μείνει πάνω. [εκτελεί και η βάρκα επιπλέει]. Νομίζεις να προσθέσουμε κι άλλα νομίσματα, να αυξήσουμε τη μάζα, να δούμε αν βυθίζεται ή όχι;*
- 6K3: *Ναι. [εκτελεί] Δύο, τρία, τέσσερα, πέντε, έξι, εφτά. Εφτά! Γιατί πιάσαμε το σχήμα της βάρκας... οχτώ!*
- Σ: *Ακόμα να βυθιστεί. Α! Να το που βυθίζεται τώρα. Άρα η βάρκα μπορεί να επιπλέει όση και να είναι η μάζα της ή υπάρχει ένα σημείο που σταματά να επιπλέει;*
- 6K3: *Ναι, έχει ένα σημείο που πλέον δεν μπορεί να σηκώσει άλλα νομίσματα.*
- Σ: *Ωραία. Μέχρι μια συγκεκριμένη μάζα μπορεί να έχει μια βάρκα για να μπορεί να επιπλέει σε ένα υγρό. Όμως ήταν μεγάλη η μάζα;*
- 6K3: *Ναι, βάλαμε πάρα πολλά κέρματα.*
- Σ: *Αμα σκεφτείς ότι πριν να σχηματίσουμε τη βάρκα, το αλουμινόχαρτο με ένα νόμισμα βυθιζόταν, ένα αντικείμενο που έχει το σχήμα της βάρκας, μπορεί να επιπλέει με μεγαλύτερη μάζα.*
- 6K3: *Ναι.*
- Σ: *Προηγουμένως εισηγήθηκες να γεμίσουμε τη βάρκα από κερί που έχουμε φτιάξει, βάζοντας μέσα κερί για να δούμε αν βυθίζεται. Τι νομίζεις τώρα;*
- 6K3: *Νομίζω ότι από μία μάζα και πάνω θα βυθιστεί.*

Στο προηγούμενο απόσπασμα, με τη μαθήτρια 6K3, φάνηκε πως το παιδί σταδιακά και μέσα από την παρέμβαση, άρχισε να συσχετίζει την μάζα με τον όγκο του αντικειμένου και να κατανοεί πως αυτός ο συσχετισμός επηρεάζει την βύθιση/ πλεύση. Αντιλαμβάνεται αφενός ότι ένα αντικείμενο σε σχήμα βάρκας επιπλέει ευκολότερα, αλλά θεωρεί ταυτόχρονα ότι για να επιπλέει ένα αντικείμενο αυτού του σχήματος θα πρέπει να έχει συγκεκριμένη μάζα. Στο προηγούμενο απόσπασμα, η μαθήτρια δεν αναφέρεται καθόλου στο ρόλο του υγρού.

Σύμφωνα με τη μαθήτρια 8K2, όπως φαίνεται στον Πίνακα 34, το αυγό που βυθίζεται είναι βρασμένο, ενώ το αυγό που επιπλέει είναι ωμό. Η αντίληψη αυτή πιθανόν να πηγάζει από την εναλλακτική αντίληψη που έχει το παιδί για την έννοια της θερμότητας, την οποία αντιλαμβάνεται ως υλικό σώμα ή από τη γενικότερη εναλλακτική αντίληψη πως τα στερεά σώματα έχουν μεγαλύτερη μάζα από τα υγρά. Κατά συνέπεια, σύμφωνα με την αντίληψη του παιδιού, όταν ένα αντικείμενο θερμανθεί, έστω κι αν στη συνέχεια ψυχθεί, η μάζα του αυξάνεται. Επιπλέον, η αντίληψη αυτή πιθανόν να πηγάζει από τις εμπειρίες του παιδιού σύμφωνα με τις οποίες, όταν ένα αυγό θερμανθεί, το περιεχόμενό του «πήζει». Το παιδί πιθανόν να πιστεύει ότι τα στερεά σώματα έχουν πάντοτε μεγαλύτερη μάζα από τα υγρά και γι αυτό να θεωρεί ότι, όταν ένα αυγό θερμανθεί, η μάζα του αυξάνεται. Παρουσιάζεται ακολούθως ένα απόσπασμα από τη συνέντευξη με τη μαθήτρια 8K2.

Σ: Γιατί νομίζεις ότι παίρνουν αυτές τις θέσεις τα αυγά; (Το απόσπασμα αναφέρεται στην πειραματική διάταξη που παρουσιάζεται στο Σχήμα 3)

8K2: Επειδή το πρώτο είναι βρασμένο αυγό και το δεύτερο είναι κανονικό, δεν το έβρασαν.

Σ: Αν αντάλλαζα τα δύο αυγά στους κυλίνδρους, δηλαδή αν έβαζα το αυγό του κυλίνδρου Β στον κύλινδρο Α και το αυγό του κυλίνδρου Α στον κύλινδρο Β, τι θα συνέβαινε;

8K2: Το ίδιο νομίζω.

Σ: Δηλαδή θα βυθιζόταν στον Α ή όχι;

8K2: Αν αντάλλαζα τα αυγά, το αυγό που υπάρχει στον κύλινδρο Β θα επέπλεε στον Α πάλι. Απλά στον Α θα επέπλεε μετά το αυγό και στον Β θα βυθιζόταν.

Σ: Μάλιστα. Δηλαδή εσύ πιστεύεις ότι άμα ένα αντικείμενο βυθίζεται σε ένα υγρό, είναι θέμα καθαρά του αντικειμένου;

8K2: Ε... εξαρτάται. Αλλά, σ' αυτή την περίπτωση, ναι. Επειδή το ένα είναι βραστό και το άλλο δεν είναι.

Η ίδια μαθήτρια (8K2), μετακινήθηκε, όπως προέκυψε κατά τη διάρκεια της διάγνωσης των τελικών αντιλήψεών της, προς την επιστημονικά αποδεκτή επεξήγηση του φαινομένου της βύθισης/ πλεύσης, αποδίδοντάς το στο συσχετισμό μεταξύ της πυκνότητας του υγρού και του στερεού. Η μαθήτρια αναδιοργάνωσε πλήρως τις αρχικές της αντιλήψεις και, στην τελική απάντησή της, έλαβε υπόψη και τις διαβαθμίσεις της πυκνότητας του υγρού

και τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζουν την πλευση. Χαρακτηριστικό απόσπασμα από τη συνέντευξη με τη μαθήτρια 8K2 παρουσιάζεται ακολούθως.

- Σ: *Μάλιστα. Στον Α, αν βάλω αλάτι, πού θα πάει το αυγό; (Το απόσπασμα αναφέρεται στην πειραματική διάταξη που παρουσιάζεται στο Σχήμα 4)*
- 8K2: *Πόσο αλάτι;*
- Σ: *Πολύ. Ένα ποτήρι.*
- 8K2: *Θα επιπλέει.*
- Σ: *Γιατί;*
- 8K2: *Επειδή θα είναι πιο πυκνό το υγρό κι έτσι μπορεί να ωθήσει το αντικείμενο πάνω.*
- Σ: *Μάλιστα. Αν βάλω αλάτι στο Β;*
- 8K2: *Θα παραμείνει, όπως είναι τώρα επειδή υπάρχει ήδη αλάτι.*
- Σ: *Αν βάλω αλάτι στο Γ;*
- 8K2: *Θα επιπλεύσει.*
- Σ: *Όσο αλάτι κι αν βάλω μέσα;*
- 8K2: *Όχι. Αν βάλεις πολύ αλάτι. Επειδή είναι πολύ και το νερό πρέπει να βάλεις ανάλογα και κάποια ποσότητα αλατιού.*
- Σ: *Ωραία. Και αν βάλω αλάτι στο Δ;*
- 8K2: *Θα παραμείνει πάνω το αυγό.*
- Σ: *Νομίζεις ότι θα παραμείνει όπως είναι τώρα ή θα πάει πιο ψηλά το αυγό;*
- 8K2: *Λίγο περισσότερο.*
- Σ: *Ποιο νομίζεις ότι είναι το μεγαλύτερο μέρος του αυγού που μπορεί να μείνει έξω από το υγρό;*
- 8K2: *Αν είναι πολλή η ποσότητα του αλατιού μπορεί να πάει ως το μισό. Πιο πάνω δεν το νομίζω.*

Επιπρόσθετα, όσον αφορά τις αντιλήψεις σύμφωνα με τις οποίες το αντικείμενο είναι ο καθοριστικός παράγοντας για την πλευση, μέσα από τις συνεντεύξεις προέκυψε μια νέα κατηγορία σύμφωνα με την οποία η κατανομή της μάζας του αντικειμένου και συγκεκριμένα το εμβαδόν ή το πάχος της επιφάνειας του κελύφους μιας βάρκας που έρχεται σε επαφή με το υγρό. Συγκεκριμένα, όταν οι συμμετέχοντες μετασχημάτιζαν το συμπαγές κομμάτι κεριού σε σχήμα βάρκας, θεωρούσαν ότι το πάχος του κελύφους της βάρκας ή το εμβαδό της επιφάνειας του κεριού που ερχόταν σε επαφή με το υγρό, ήταν ο καθοριστικός παράγοντας για την πλευση. Η αντίληψη αυτή παρουσιάστηκε ανάμεσα σε δύο παιδιά της Στ' Δημοτικού, τα υποκείμενα 6K2 και 6A1, και σε ένα παιδί της Β' Γυμνασίου, το υποκείμενο 8A2. Χαρακτηριστικό απόσπασμα της συνέντευξης με τη μαθήτρια 6K2 παρουσιάζεται ακολούθως.

(Προηγήθηκε παρατήρηση της θέσης συμπαγούς κομματιού από κεριό στο οινόπνευμα, θέρμανση και μετασχηματισμός του συμπαγούς κομματιού σε βάρκα και τοποθέτησή του στο οινόπνευμα)

- Σ: *Τι είναι αυτό που αλλάξαμε σ' αυτό το κομμάτι το κεριό και το κάναμε να επιπλέει;*

- 6K2: Την επιφάνεια. Η βάρκα έχει πιο μεγάλη επιφάνεια.
 Σ: Τι εννοείς;
 6K2: Ότι το κερύ μπορεί να είναι πιο μαζεμένο, ενώ το άλλο, η βαρκούλα, να είναι πιο πλατύ.
 Σ: Δηλαδή, Γ. μου, αυτό που εννοείς εσύ είναι τι;
 6K2: Η κάτω επιφάνεια της βάρκας.
 Σ: Δηλαδή εννοείς ότι είναι από την κάτω επιφάνεια του αντικειμένου που εξαρτάται αν θα πάει πάνω ή κάτω;
 6K2: Ναι.
 Σ: Πώς το σκέφτηκες αυτό;
 6K2: Γιατί και οι άνθρωποι έχουν μεγάλη επιφάνεια και επιπλέουν. Το ίδιο και η βάρκα, γιατί δεν είναι σαν τον κύβο.
 Σ: Ναι, σίγουρα αυτή η βάρκα επιπλέει πιο εύκολα από ένα συμπαγές αντικείμενο, απλά εγώ στη θάλασσα έχω δει και βάρκες που το κάτω τους μέρος είναι μυτερό σαν το μαχαίρι κι όμως πάλι επιπλέουν. Πώς μπορείς να το εξηγήσεις αυτό;
 6K2: Ε... μπορεί επειδή έρχονται διαγώνια από κάτω να επιπλέει το πιο πάνω μέρος.

Ο μαθητής 6A1, κατά τη διάγνωση των αρχικών αντιλήψεων, υποστήριξε πως η πλευση καθορίζεται από το σχήμα του κελύφους της βάρκας που βρίσκεται σε επαφή με το υγρό. Αυτό φαίνεται στο απόσπασμα που παρουσιάζεται στη συνέχεια:

(Έγινε το λιώσιμο του κεριού και ο μετασχηματισμός του σε βάρκα. Ακολούθως, το αντικείμενο εμβαπτίστηκε στο οινόπνευμα)

- 6A1: Επιπλέει.
 Σ: Γιατί επιπλέει;
 6A1: Επειδή νομίζω από έξω είναι λεπτό και από μέσα υπάρχει κενό σαν το βαθούλωμα.
 Σ: Μάλιστα. Τι εννοείς όταν λες «κενό»;
 6A1: Κενό εννοώ ότι δεν είναι όλο καλυμμένο συμπαγές από πάνω. Από έξω είναι το σχήμα του και αγγίζει η βάση του μέσα στο νερό μόνο.
 Σ: Ωραία. Βγάλε τη βάρκα από το οινόπνευμα σε παρακαλώ. Δηλαδή, όταν λες για τη βάση του πλοίου, ποιος μπορεί να είναι ο ρόλος της βάσης για το αν θα επιπλέει ή θα βυθίζεται το αντικείμενο;
 6A1: Ότι εδώ από κάτω που αγγίζει το νερό μπορούσε να ήταν λεπτό όπως τη βάση της καρφίτσας. Η πίεση που ασκεί ένα αντικείμενο σαν το πλοίο σε ένα άλλο είναι πολύ μικρή επειδή είναι μεγάλη η επιφάνεια. Ένα αντικείμενο σαν το μαχαίρι βουλιάζει ενώ αν ήταν το μαχαίρι κάπως μεγάλο, έτσι (δείχνει), δεν θα βυθιζόταν.
 Σ: Πολύ ενδιαφέρουσα άποψη. Ας τη δούμε και πειραματικά. Το ίδιο κομμάτι αλουμινόχαρτο θα το φτιάξουμε μια φορά με πλατιά βάση και μια φορά με στενή βάση...

Στο προηγούμενο απόσπασμα είναι εμφανής ο επηρεασμός του μαθητή από τις πειραματικές διαδικασίες που γίνονται για την εξέταση της πίεσης στα στερεά στην Επιστήμη της Στ' Δημοτικού. Το παιδί δεν έχει διαφοροποιήσει την έννοια της πίεσης στα υγρά από την πίεση στα στερεά. Στη συνέχεια, όπως φαίνεται στο απόσπασμα που ακολουθεί, το ίδιο υποκείμενο δόμησε μια καινούρια επεξήγηση για το φαινόμενο της άνωσης, λαμβάνοντας υπόψη την πυκνότητα του υγρού και τη μάζα του αντικειμένου.

- Σ: Όταν όμως το σχήμα του αλουμινόχαρτου είναι έτσι (σχήμα βάρκας) το αντικείμενο σήκωσε παραπάνω νομίσματα από πριν που ήταν ορθογώνιο. Πιστεύεις το υγρό να έχει καμιά σχέση με το αν το αντικείμενο θα πάει πάνω ή κάτω;
- 6A1: Ναι.
- Σ: Δηλαδή;
- 6A1: Όταν βάλουμε άλας μέσα, κάνουμε το αλουμινόχαρτο τετράγωνο και βάλουμε ένα νόμισμα μέσα αλλά το άλας να έχει πάρα πολλή πυκνότητα, δηλαδή να έχει περισσότερο βάρος από όσο έχει το αυγό. Το αυγό ήταν λίγο το βάρος του και ήθελε λίγο άλας. Εδώ το βάρος είναι περισσότερο και άρα θέλει περισσότερο άλας επειδή το βάρος ενός κέρματος και το βάρος του νερού που θα μπει μέσα στο ορθογώνιο μπορεί να μην το αφήσουν να πάει κάτω.

Στο προηγούμενο απόσπασμα φαίνεται επίσης ότι ο μαθητής 6A1 δεν διαχώρισε επαρκώς τις έννοιες της πυκνότητας του υγρού και της πυκνότητας του αντικειμένου, αφού θεώρησε ότι τα δύο σώματα αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Επιπλέον, ο συγκεκριμένος μαθητής παρουσίασε αντιστρεψιμότητα σκέψης, αφού υποστήριξε πως η αραίωση του αλατόνευρου με νερό θα είχε ως αποτέλεσμα τη βύθιση του αντικειμένου. Φαίνεται ωστόσο πως θεώρησε πως η έννοια της πυκνότητας αποτελεί υλικό σώμα. Στη συνέχεια, παρατίθεται ένα χαρακτηριστικό απόσπασμα της συνέντευξης με το συγκεκριμένο μαθητή.

- Σ: Τι θα συνέβαινε αν πρόσθετα νερό στον κύλινδρο Α; Πού θα πήγαινε το αυγό;
- 6A1: Κάτω.
- Σ: Γιατί;
- 6A1: Γιατί θα διασπαστεί η πυκνότητα του νερού.
- Σ: Μάλιστα. Αν βάλω νερό στον Β;
- 6A1: Δεν θα γίνει τίποτα, δηλαδή το αυγό θα μείνει κάτω.
- Σ: Γιατί;
- 6A1: Γιατί δεν έχει κάποια δύναμη η πυκνότητα του νερού αφού το αυγό δεν πήγε πάνω. Όταν βάλεις περισσότερο νερό, η πυκνότητα του νερού θα διασπαστεί περισσότερο, [...] σε περισσότερα μέρη. Άρα αφού τούτη η πυκνότητα του νερού δεν το σηκώνει τότε και να βάλεις περισσότερο νερό δεν θα πάει πάνω το αυγό.
- Σ: Αν βάλω νερό στον Γ;
- 6A1: Θα μείνει κάτω, [...] γιατί το νερό, αφού έβαλες πρώτα περισσότερο αλάτι και αφού είναι πιο πολύ το νερό από το μισό του βάζου, όταν φτάσει πάνω θα είναι περισσότερο από το μισό (της στάθμης). Κι επειδή το αυγό πάει περισσότερο από το μισό, πάει πάνω.
- [...]
- Σ: Δηλαδή αν είχα ακριβώς το μισό κύλινδρο γεμάτο αλατόνευρο και προσθέσω ακόμη μισό;
- 6A1: Θα πάει κάτω.
- Σ: Γιατί;
- 6A1: Επειδή εδώ περνά το μισό. Εδώ είναι περισσότερο το άλας για να επιπλέει το αυγό. Εδώ στο μικρό που επιπλέει (Α) είναι πιο λίγο το άλας που χρησιμοποίησα.

Το γεγονός ότι δύο (2) παιδιά της Στ' Δημοτικού (6Α1 και 6Κ2) απέδωσαν την πλεύση στο εμβαδό της επιφάνειας του αντικειμένου που έρχεται σε επαφή με το υγρό είναι πιθανόν να προέρχεται από τις αντιλήψεις που έχουν για την πίεση στα στερεά, όπως αυτές δομούνται μέσα από το κυπριακό Αναλυτικό Πρόγραμμα (Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού Κύπρου, 2002) και ειδικότερα, μέσα από τις πειραματικές διαδικασίες που γίνονται σύμφωνα με το σχολικό εγχειρίδιο «Πρώτα Βήματα στην Επιστήμη», της Στ' Δημοτικού. Στο σχολικό εγχειρίδιο της Στ' Δημοτικού, η πίεση εξετάζεται τμηματικά και συγκεκριμένα, στο κεφάλαιο όπου εξετάζεται η πίεση στα στερεά γίνονται πειράματα κατά τα οποία μεταβάλλεται η επιφάνεια των αντικειμένων που έρχονται σε επαφή, ενώ το βάρος διατηρείται σταθερό.

Τα παιδιά, σύμφωνα με τη διαδικασία που ακολουθείται με βάση το σχολικό εγχειρίδιο, καλούνται να γεμίσουν ένα σπирτόκουτο με βόλους και να εξετάσουν το αποτύπωμα που αφήνει σε αλεύρι όταν τοποθετηθεί διαδοχικά, με διαφορετική επιφάνεια του σπирτόκουτου. Ωστόσο, οι μαθητές, κατά τη διάρκεια της εμπλοκής τους σε αυτή τη διαδικασία δεν ενημερώνονται ότι αυτό δεν ισχύει κατά το φαινόμενο της πίεσης στα υγρά και τα αέρια και, αφού τα φαινόμενα δεν εξετάζονται ακολούθως, είναι πιθανόν οι μαθητές να γενικεύουν τις γνώσεις που αποκτούν σχετικά με την πίεση στα στερεά, για τα υγρά και τα αέρια σώματα.

Ωστόσο, η άποψη πως το πάχος του κελύφους του αντικειμένου επηρεάζει την πλεύση εκφράστηκε και από το μαθητή 8Α2, στο απόσπασμα που παρατίθεται ακολούθως.

- Σ: Ωραία. Ποιος άλλος παράγοντας νομίζεις να παίζει ρόλο στο αν θα επιπλεύσει ή αν θα βυθιστεί ένα αντικείμενο, όταν το τοποθετήσω σε ένα υγρό;
- 8Α2: Πόσο χοντρό είναι.
- Σ: Ποιο πράγμα;
- 8Α2: Το αντικείμενο.
- Σ: Εννοείς το σχήμα του αντικειμένου;
- 8Α2: Όχι, εννοώ πόσο παχύ είναι.
- Σ: Τι εννοείς «πόσο παχύ»;
- 8Α2: Πόσο μεγάλο είναι.
- Σ: Α, εννοείς όπως εδώ που κάναμε μια μεγάλη βάρκα, ενώ αυτό το κομμάτι (ίδιας μάζας) είναι μικρό;
- 8Α2: Ναι, αλλά ήταν πιο παχύ αυτό (το τοίχωμα της βάρκας).
- Σ: Δηλαδή εννοείς αν είχα ως πούμε ένα αυγό με πιο χοντρό τσόφλι;
- 8Α2: Ναι! Ακριβώς!

Σύμφωνα με την αντίληψη του μαθητή 8Α2, η μάζα και ο όγκος του σώματος συσχετίζονται, ωστόσο ο μαθητής δεν ήταν σε θέση ακόμη να κατανοήσει την έννοια της

πυκνότητας του αντικειμένου. Αντίθετα, εστιάστηκε στη μάζα του αντικειμένου που συγκεντρώνεται στο κέλυφος, θεωρώντας ότι όσο πιο παχύ και μεγάλο είναι το κέλυφος ενός μη συμπαγούς αντικειμένου, τόσο δυσκολότερα επιπλέει.

Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 34, η τρίτη κατηγορία απαντήσεων που εντοπίστηκαν κατά τη διάγνωση των αρχικών αντιλήψεων των παιδιών για το φαινόμενο της βύθισης/ πλεύσης αποτελούνταν από απαντήσεις σύμφωνα με τις οποίες η βύθιση ή η πλεύση καθορίζονται από συσχετισμούς παραγόντων που αφορούν το υγρό και το αντικείμενο. Απόψεις που εμπίπτουν στην κατηγορία αυτή, η οποία ήταν και η πιο σύνθετη και στην οποία οι αντιλήψεις προσεγγίζουν περισσότερο την επιστημονικά αποδεκτή άποψη επεξήγησης του φαινομένου της άνωσης, εξέφρασαν μόνο τρία (3) άτομα (8A2, 6A2 και 6K2). Ωστόσο, από τη συγκριτική παρουσίαση μεταξύ αρχικών και τελικών αντιλήψεων που παρουσιάζεται στον Πίνακα 34, προέκυψε πως δύο (2) άτομα (8A2 και 6A2) προέβησαν σε γνωστική παλινδρόμηση κατά τη μεταεξέταση, υποστηρίζοντας πως ο καθοριστικός παράγοντας για το φαινόμενο της πλεύσης είναι το υγρό.

Στο απόσπασμα με το μαθητή 8A2, που ακολουθεί παρουσιάζονται οι αρχικές του αντιλήψεις για το φαινόμενο της πλεύσης. Όπως φαίνεται από το απόσπασμα της συνέντευξης με το συγκεκριμένο μαθητή (8A2) που παρουσιάζεται ακολούθως, η πλεύση ή βύθιση εξαρτώνται από το συσχετισμό του μεγέθους και του χρώματος του αντικειμένου με τη στάθμη του υγρού. Η αντίληψη αυτή, παρόλο που είναι εναλλακτική, είναι πιο σύνθετη σε σχέση με τις αντιλήψεις σύμφωνα με τις οποίες η βύθιση ή πλεύση αποδίδονται σε ένα και μοναδικό παράγοντα, είτε στο υγρό είτε στο αντικείμενο.

- Σ: *Τι θα συνέβαινε αν αντάλλαζα τα αυγά στους δύο κυλίνδρους [...]; (Το απόσπασμα αναφέρεται στην πειραματική διάταξη που παρουσιάζεται στο Σχήμα 3)*
- 8A2: *Και τα δύο κάτω;*
- Σ: *Γιατί;*
- 8A2: *Γιατί τούτο είναι άσπρο και μικρό.*
- Σ: *Ποιο είναι άσπρο;*
- 8A2: *Το αυγό.*
- Σ: *Δηλαδή εννοείς ότι το χρώμα του αυγού επηρεάζει το πού θα πάει;*
- 8A2: *Ναι*
- Σ: *Επίσης μου είπες ότι αυτό είναι μικρό.*
- 8A2: *Ναι*
- Σ: *Τι νομίζεις ότι θα συνέβαινε αν έβαζα νερό μέσα στον κύλινδρο Α ούτως ώστε το ύψος του υγρού στον δεύτερο κύλινδρο να γινόταν το ίδιο;*
- 8A2: *Θα έβγαινε περίπου το αυγό ως εδώ;*
- Σ: *Εννοείς να πάει μέχρι τη μέση του κυλίνδρου το αυγό. Γιατί;*
- 8A2: *Γιατί θα είχε παραπάνω νερό.*

Ωστόσο, κατά τη διάγνωση των τελικών αντιλήψεων, ο μαθητής 8A2 υποστήριξε πως η πλευση οφείλεται αποκλειστικά στη στάθμη ή την ποσότητα του υγρού, παρουσιάζοντας έτσι γνωστική οπισθοδρόμηση. Ένα χαρακτηριστικό απόσπασμα της συνέντευξης του παρατίθεται πιο κάτω.

- Σ: *Τι νομίζεις ότι θα συνέβαινε αν βάζαμε πολύ νερό στον κύλινδρο Α; Πού θα πήγαινε το αυγό; (Το απόσπασμα αναφέρεται στην πειραματική διάταξη που παρουσιάζεται στο Σχήμα 4)*
- 8A2: *Πάνω.*
- Σ: *Γιατί;*
- 8A2: *Γιατί αν αφαιρούσα νερό πάλι θα ήταν το αυγό εκεί που έφτανε το νερό ενώ αν βάλω κι άλλο νερό θα σηκώσει πάνω το αυγό.*

Η μαθήτρια 6K2 προέβη σε πιο σύνθετο συσχετισμό παραγόντων που αφορούν το υγρό και το αντικείμενο, κατά τη διάγνωση των αρχικών αντιλήψεων, υποστηρίζοντας πως η βύθιση ή η πλευση εξαρτώνται από τη σχέση που έχει η πυκνότητα του υγρού με την πυκνότητα του αντικειμένου. Χαρακτηριστικό απόσπασμα του διαλόγου με τη συγκεκριμένη μαθήτρια, παρατίθεται στη συνέχεια.

- Σ: *Γιατί νομίζεις ότι το αυγό βυθίζεται στον κύλινδρο Α; (Το απόσπασμα αναφέρεται στην πειραματική διάταξη που παρουσιάζεται στο Σχήμα 3)*
- 6K2: *Νομίζω επειδή είναι κανονικό νερό και στον Β κάτι βάλουμε μέσα.;*
- Σ: *Τι σε κάνει να το σκεφτείς αυτό; Ότι έβαλα κάτι μέσα στον κύλινδρο Β;*
- 6K2: *Επειδή άμα βάλεις ένα αυγό μέσα σε κανονικό νερό βυθίζεται και γι αυτό πρέπει να έχει κάτι μέσα για να επιπλέει.*
- Σ: *Σαν τι;*
- 6K2: *Τι νομίζω; [...]*
- Σ: *Ναι, τη γνώμη σου. Τι νομίζεις να έχει μέσα ο Β;*
- 6K2: *Αλάτι ας πούμε; Ζάχαρη; Ασβέστη; [...]*
- Σ: *Μάλιστα. Πάρα πολύ ωραία. Λοιπόν, τώρα, πιστεύεις η μάζα του αντικειμένου, να παίζει κάποιο ρόλο για το αν ένα αντικείμενο θα επιπλέει ή θα βυθίζεται μέσα σε ένα υγρό;*
- 6K2: *Νομίζω θα γίνει το ίδιο, δηλαδή αν βάλουμε δύο ή τρία αυγά μέσα στο δοχείο να γίνει το ίδιο.*
- Σ: *Δηλαδή αν είχα 100γρ. ή 300 γρ. ή 5κιλά κερι μέσα σε ένα υγρό τι θέσεις θα έπαιρναν τα αντικείμενα;*
- 6K2: *Νομίζω ότι και τα 100 γρ και τα 500 γρ να έπαιρναν την ίδια θέση μέσα σε ένα υγρό.*
- Σ: *Λοιπόν, για να δοκιμάσουμε έφερα εδώ οινόπνευμα και αυτό το κομμάτι κερι. Ας το βάλουμε μέσα στο οινόπνευμα. [η μαθήτρια το τοποθετεί και βυθίζεται]. Το ίδιο κομμάτι τώρα τι νομίζεις να συμβεί αν το κόψουμε σε μικρά κομματάκια;*
- 6K2: *Πού θα πάνε;*
- 6K2: *Πάλι κάτω.*
- Σ: *Για να το δοκιμάσουμε να σιγουρευτούμε. Ορίστε. [το δοκιμάζει]*

- 6Κ2: *Μικρό; Πόσο μικρό;*
 Σ: *Όσο θέλεις.*
 6Κ2: *Τόσο. [βυθίζεται]*
 Σ: *Άρα η μάζα του αντικειμένου από μόνη της έχει καμιά σχέση με τη θέση που θα πάρει;*
 6Κ2: *Όχι.*
 Σ: *Ας πάρουμε τώρα αυτό το κομμάτι κεριά και θα ήθελα να το πλάσουμε σε σχήμα βάρκας. Πού νομίζεις ότι θα πάει;*
 6Κ2: *Αυτό θα πάει πάνω.*
 Σ: *Πού νομίζεις ότι οφείλεται αυτό;*
 6Κ2: *Επειδή είναι πιο λεπτό...*
 Σ: *Πιο λεπτό;*
 6Κ2: *Επειδή μοιάζει με κούπα;*

Μέσα από το προηγούμενο απόσπασμα που αφορά τις αρχικές αντιλήψεις της μαθήτριας 6Κ2, η μαθήτρια εξέφρασε την αντίληψη πως η διάλυση μιας στερεής ουσίας στο νερό διευκολύνει την πλεύση, στοιχείο που φανερώνει πως κατανοούσε το ρόλο της πυκνότητας του υγρού στο φαινόμενο της βύθισης- πλεύσης. Επιπρόσθετα, όπως διαφάνηκε μέσα από την παρέμβαση που ενσωματώθηκε στη συνέντευξη, η συγκεκριμένη μαθήτρια ήταν σε θέση να συσχετίζει τη μάζα με τον όγκο του αντικειμένου, δηλαδή την πυκνότητά του, και να ενσωματώνει τον παράγοντα αυτό στις επεξηγήσεις της που αφορούσαν το φαινόμενο της πλεύσης. Η μαθήτρια φαίνεται να κατείχε μια αρκετά σαφή και συγκροτημένη αντίληψη όσον αφορά το φαινόμενο, από την αρχή της συνέντευξης. Το επεξηγηματικό πλαίσιο που χρησιμοποιήθηκε λάμβανε υπόψη το συσχετισμό της πυκνότητας υγρού και αντικειμένου, έστω κι αν δεν συνέδεε φανερά το συσχετισμό αυτό με διδακτικές παρεμβάσεις σχετικές με την έννοια της πυκνότητας που πιθανόν να είχε βιώσει η μαθήτρια, στα πλαίσια της τυπικής εκπαίδευσης. Η μαθήτρια 6Κ2 δεν μετακινήθηκε από τις αρχικές της αντιλήψεις κατά τη διάρκεια της διάγνωσης των τελικών της αντιλήψεων.

Γενικά, κατά τη διάγνωση των τελικών αντιλήψεων των μαθητών, διαπιστώθηκε πως υπήρξε γνωστική μετακίνηση για όλα τα παιδιά από τα οποία λήφθηκαν συνεντεύξεις. Κάποια από τα παιδιά κατάφεραν να φτάσουν στην επιστημονικά αποδεκτή αντίληψη για την πλεύση. Ωστόσο, τα παιδιά που δεν κατάφεραν να κατανοήσουν επαρκώς το φαινόμενο, μετακινήθηκαν γνωστικά προς πιο σύνθετες αντιλήψεις όσον αφορά τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η βύθιση ή η πλεύση. Για παράδειγμα, ο μαθητής 8Α1 πίστευε αρχικά πως η πλεύση καθορίζεται από τη θερμοκρασία και την ποσότητα του υγρού ενώ, μετά την παρέμβαση, επεξήγησε το φαινόμενο κάνοντας αναφορά στην πυκνότητα του υγρού. Ή ακόμη, η μαθήτρια 4Κ2, που αρχικά πίστευε πως η πλεύση εξαρτάται από τη στάθμη του υγρού ή ότι η θέση που παίρνει ένα αντικείμενο που αφήνεται σε ένα υγρό είναι σταθερή

φυσική ιδιότητα του αντικειμένου, τελικά θεώρησε πως η βύθιση ή πλεύση καθορίζονται από την πυκνότητα του υγρού.

Επιπρόσθετα, κάποιοι από τους μαθητές επιχειρήσαν να εξηγήσουν το φαινόμενο χρησιμοποιώντας τεχνικές όπως η μεροληπτική παρατήρηση, γεγονός που φανερώνει ότι δεν είχαν επιτύχει να φτάσουν σε εννοιολογική αλλαγή. Σε αρκετές περιπτώσεις, μέσα από τις συνεντεύξεις, φάνηκε πως οι αρχικές αντιλήψεις των παιδιών ήταν πολύ επίμονες και δεν ήταν εύκολο να εγκαταλειφθούν ακόμη και μετά από την εμπλοκή τους σε προβληματικές καταστάσεις στις οποίες οι παρατηρήσεις τους ήταν διαφορετικές από τις αντιλήψεις ή τις προσδοκίες τους. Είναι πάντως γεγονός ότι η εννοιολογική αλλαγή είναι μια επίπονη διαδικασία η οποία επισυμβαίνει σταδιακά μέσα από την ενεργή εμπλοκή του παιδιού σε αλληπάλλληλες αυθεντικές διερευνητικές διαδικασίες. Το γεγονός, ωστόσο, ότι για όλα τα παιδιά υπήρξε κάποια γνωστική μετακίνηση είτε προς τις επιστημονικά αποδεκτές αντιλήψεις είτε προς αντιλήψεις που ήταν πιο σύνθετες σε σχέση με τις αρχικές, φανερώνει πως η ΔΓΙ, η οποία ενσωματώθηκε στις παρεμβάσεις, αποτελεί μια βιωματική διαδικασία η οποία έχει τη δυνατότητα να προωθήσει αποτελεσματικά την οικοδόμηση επιστημονικών εννοιών και την κατανόηση φυσικών φαινομένων.

Εννοιολογικές Κατασκευές της Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας

Το ΕΜΕΔΓΙ αποτελεί το ερευνητικό εργαλείο που ανέπτυξαν οι Lee, κ. ά. (2003), με στόχο τη διάγνωση των γνωστικών και συναισθηματικών κατασκευών ΔΓΙ, δηλαδή της αναγνώρισης αντιφατικών δεδομένων, του ενδιαφέροντος, του άγχους/ αγωνίας και της γνωστικής επαναξιολόγησης των αρχικών αντιλήψεων. Το εργαλείο αποτελείται από δώδεκα δηλώσεις, ομαδοποιημένες σε τέσσερις κατηγορίες, μία για κάθε εννοιολογική κατασκευή ΔΓΙ. Οι δηλώσεις που αποτελούσαν το ΕΜΕΔΓΙ χρησιμοποιήθηκαν ως πρωτόκολλο για τη διάγνωση της ΔΓΙ που βίωναν τα υποκείμενα κατά τη διάρκεια της εμπλοκής τους στη συνέντευξη. Συγκεκριμένα, οι δώδεκα (12) δηλώσεις του ΕΜΕΔΓΙ χρησιμοποιήθηκαν ως ερωτήματα ανοιχτού τύπου, μέσα από τα οποία τα υποκείμενα καλούνταν να περιγράψουν τα συναισθήματά τους, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβάνονταν τη γνωστική εμπλοκή τους στη διαδικασία. Μέσα από τις συνεντεύξεις έγινε προσπάθεια να αντληθούν πληροφορίες για τις τέσσερις εννοιολογικές κατασκευές που αποτελούν τη ΔΓΙ και συγκεκριμένα του ενδιαφέροντος, του άγχους ή αγωνίας, της αναγνώρισης αντιφατικών δεδομένων και της γνωστικής επαναξιολόγησης.

Ενδιαφέρον

Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν αρχικά να υποδείξουν πόσο ενδιαφέρουσα βρήκαν την όλη διαδικασία επίλυσης της προβληματικής κατάστασης, όταν αντιλήφθηκαν ότι οι νοητικές τους δομές ήταν ασύμβατες (διαφορετικές) με τα πειραματικά δεδομένα. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιήθηκαν οι δηλώσεις ΕΜΕΔΓΙ1, ΕΜΕΔΓΙ2 και ΕΜΕΔΓΙ3. Συγκεκριμένα, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες περιγράψουν πόσο ενδιαφέρουσα βρήκαν τη διαδικασία μετά την αναγνώριση των αντιφατικών δεδομένων, ποια ήταν τα στοιχεία της διαδικασίας τα οποία είχαν προσελκύσει την προσοχή τους, καθώς και να υποδείξουν αν υπήρχε κάτι που θα ήθελαν να διερευνήσουν περισσότερο μετά την αξιολόγηση των αρχικών ιδεών τους. Οι απαντήσεις που δόθηκαν ωστόσο, δεν περιορίστηκαν στην περιγραφή του ενδιαφέροντος ή του ενθουσιασμού που βίωσαν οι μαθητές, ως αποτέλεσμα της αναγνώρισης αντιφατικών δεδομένων, αλλά στο γενικότερο ενδιαφέρον τους για τη διαδικασία επίλυσης της σύγκρουσης, καθώς και όσον αφορά το περιεχόμενο της παρέμβασης. Στον Πίνακα 35 παρουσιάζονται συνοπτικά οι απόψεις που εξέφρασαν οι συμμετέχοντες.

Πίνακας 35

Διάγνωση Συστατικών ΔΓΙ Μέσα από τις Συνεντεύξεις: Ενδιαφέρον

Βαθμός Ενδιαφέροντος	Υποκείμενα	n
Υψηλός	4K1, 4K2, 4 ^A 1, 4A2, 4A3, 6A1, 6K1, 8A2, 6K3, 6A2, 8K1, 8K3	12
Μέτριος	6K2, 8K2	2
Χαμηλός	8A1	1
N		15

Σημείωση: n= Σύνολο Υποκειμένων

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 35, η πλειοψηφία των μαθητών (n= 12) εκδήλωσε υψηλό ενδιαφέρον κατά την εμπλοκή της στην προβληματική κατάσταση. Οι μαθητές έδειξαν ενθουσιασμό κατά την εμπλοκή τους στη διαδικασία και τοποθετήθηκαν με σαφήνεια στις συνεντεύξεις τους. Το ενδιαφέρον, σύμφωνα με τα υποκείμενα, πήγαζε κυρίως από το γεγονός ότι υπήρχε ενεργός εμπλοκή τους στη διαδικασία που προέκυπτε μετά την αναγνώριση αντιφατικών δεδομένων με στόχο την εννοιολογική αλλαγή. Κάποιοι από τους μαθητές εξέφρασαν επίσης ενδιαφέρον μετά την επίλυση της ΔΓΙ, για τη διερεύνηση της θέσης του αυγού ή άλλων αντικειμένων σε διαφορετικά υγρά, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4, ενώ

θεώρησαν τη διαδικασία πολύ πρωτότυπη. Τα αποσπάσματα που ακολουθούν υποδεικνύουν με σαφή τρόπο τις αντιδράσεις των μαθητών.

- Σ: Πόσο ενδιαφέρουσα ήταν για σένα όλη αυτή η διαδικασία;*
4K1: Πολύ ενδιαφέρουσα, επειδή έμαθα κάτι καινούριο που δεν το ήξερα πριν. Όταν βάζεις παραπάνω αλάτι τόσο πιο καλά επιπλέει.
Σ: Ωραία. [...] Είσαι περιέργη να μάθεις περισσότερα για το θέμα αυτό;
4K1: Ναι.
Σ: Σαν τι θα ήθελες να μάθεις;
4K1: Ε, θα ήθελα να δούμε ας πούμε με άλλα υγρά, όπως με το οινόπνευμα, αν βάλεις αλάτι αν θα επιπλέει το αυγό ή στο αναψυκτικό που είπα πριν αν βάλεις αλάτι αν θα επιπλέει το αυγό.
Σ: Τράβηξαν την προσοχή σου τα πειράματα;
4K1: Ναι.

Το ενδιαφέρον της μαθήτριας της Δ' Τάξης (4K1) προήλθε κυρίως από το αποτέλεσμα της εμπλοκής της στη διαδικασία, δηλαδή από το γεγονός ότι κατανόησε το φαινόμενο της πλεύσης και ήταν σε θέση να επεξηγήσει τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται. Εξεδήλωσε επίσης ενδιαφέρον για επέκταση του προβλήματος και συγκεκριμένα για τη διερεύνηση της θέσης που παίρνει ένα αυγό, όταν αφήνεται σε διαλύματα του αλατιού με άλλα υγρά, εκτός από το νερό. Αυτή η επιθυμία για συνέχιση της διαδικασίας, φαίνεται να δημιουργήθηκε ως αποτέλεσμα της εμπλοκής της μαθήτριας 4K1 στη διαδικασία. Αντίθετα, ο μαθητής της Στ' Τάξης (6A1), φαίνεται να είχε από την αρχή γενικότερο ενδιαφέρον όσον αφορά τη διερεύνηση φαινομένων, το οποίο όχι μόνο διατηρήθηκε, αλλά ενισχύθηκε από την εμπλοκή του στη διαδικασία. Το ενδιαφέρον του μαθητή 6A1 αποτυπώνεται στο ακόλουθο χαρακτηριστικό απόσπασμα:

- 6A1: Ήταν ενδιαφέροντα, γιατί μου αρέσει το μάθημα της επιστήμης και μου αρέσει να υπολογίζω τα πράγματα, να κάνω πειράματα, να παρακολουθώ πειράματα και να βλέπω τις συνέπειές τους.*
Σ: Από τη στιγμή που είδες τα αποτελέσματα των πειραμάτων που κάναμε είσαι περιέργος να μάθεις περισσότερα για το θέμα αυτό ή ικανοποιήθηκε η περιέργειά σου με αυτά τα πειράματα;
6A1: Όχι, δεν ικανοποιήθηκα γιατί για κάθε καινούριο πράγμα που βλέπω αναρωτιέμαι πώς φτιάχτηκε, πώς λειτουργεί και σκέφτομαι μόνος μου, μ' αυτά που βλέπω κάθε μέρα, πώς έγινε το κάθε ένα.
Σ: Εννοείς συγκρίνεις αυτό που μαθαίνεις μέσα στο σχολείο με τις καθημερινές σου εμπειρίες;
6A1: Όχι μόνο μέσα στο σχολείο. Και από την τηλεόραση, από κάποιο ντοκιμαντέρ, από τις ειδήσεις. Ας πούμε, πριν από λίγες μέρες, είχα την περιέργεια να μάθω πώς κάνουν ενέργεια. [...]. Τα κατάλαβα, διότι κάναμε και κάποιο μάθημα στην Επιστήμη.
Σ: Μάλιστα. Ποιο μάθημα;

6A1: Όταν μάθαμε για την πίεση που ασκεί ένα στενό αντικείμενο και για την πίεση που εξασκεί ένα αντικείμενο που έχει κάποιο πλάτος. Ξέχασα τη λέξη. Ήταν στο κεφάλαιο της πίεσης. Στην πίεση, ας πούμε, βάλαμε αλεύρι και βάλαμε ένα σπирτόκουτο ας πούμε στη λεπτή του τη μεριά και δημιουργούσε μεγαλύτερο βαθούλωμα παρά με την πλατιά του πλευρά. Αν βάζαμε ένα βάρος από πάνω έκανε μεγαλύτερο βαθούλωμα.

Σ: Δηλαδή μετέφερες την γνώση που πήρες από εκείνα τα πειράματα και την χρησιμοποίησες για να λύσεις το πρόβλημα που είχαμε εδώ;

6A1: Ναι.

Ο μαθητής 6A1 εξέφρασε υψηλό ενδιαφέρον για το πρόβλημα, το οποίο πηγάζει από το γενικότερο ενδιαφέρον του για το μάθημα των Φυσικών Επιστημών. Το υποκείμενο φαίνεται ότι παρουσιάζει μία έμφυτη περιέργεια για την επεξήγηση των φυσικών φαινομένων που το περιβάλλουν και να επιχειρεί διαρκώς να συσχετίζει τα βιώματά του μέσα από το μάθημα, με τις εμπειρίες της καθημερινής ζωής. Πολύ χαρακτηριστική ήταν επίσης η δήλωσή του ότι «σκέφτομαι μόνος μου», αφού υποδεικνύεται με χαρακτηριστικό τρόπο ότι η γνωστική επεξεργασία των πληροφοριών έχει διάρκεια που υπερβαίνει το χρόνο της σχολικής τάξης. Τα πειραματικά δεδομένα φαίνεται ότι ήταν «τροφή για σκέψη» (thought experiments). Πρέπει επίσης να σημειωθεί η λανθασμένη μεταφορά πληροφοριών από ένα πλαίσιο (πίεση στα στερεά) και το επακόλουθο λανθασμένο συμπέρασμα. Ωστόσο, όταν αντιλήφθηκε ότι οι γνώσεις εκείνες ήταν ακατάλληλες για την επίλυση του προβλήματος που εξετάζοταν στη συνέντευξη, επέδειξε υψηλό ενδιαφέρον για κατανόηση του φαινομένου της πλευσης.

Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 35, τα επίπεδα του ενδιαφέροντος που εκδηλώθηκε κατά τη διάρκεια της παρέμβασης διαχωρίστηκαν σε τρία επίπεδα, υψηλό, μέτριο και χαμηλό. Στο απόσπασμα που ακολουθεί, η μαθήτρια 6K2 εξεδήλωσε μέτριο βαθμό ενδιαφέροντος για την όλη διαδικασία που ακολουθήθηκε.

Σ: Κατ' αρχήν, πόσο ενδιαφέρουσα ήταν αυτή η διαδικασία για σένα;

6K2: Κανονική: ούτε πολύ ούτε λίγο.

Σ: Από τη στιγμή που έκανες κάποιες παρατηρήσεις κατά τη διάρκεια των πειραμάτων που κάναμε, είσαι περίεργη να μάθεις περισσότερα για αυτό το θέμα;

6K2: Ναι.

Σ: Τι θα ήθελες για παράδειγμα να μάθεις;

6K2: Να μάθω αν βάζαμε κι άλλα υλικά στο κάθε δοχείο, αν θα επέπλεαν ή αν θα βυθίζονταν ή....

Σ: Υλικά τι εννοείς;

6K2: Όπως το αλάτι. Να βάζαμε και κάτι άλλο να επέπλεε πάλι και.... Αντί να βάζαμε όπως είναι τώρα νερό μέσα για να πάει κάτω το αυγό, να βάζαμε και κάτι άλλο, αναψυκτικό ή έτσι...

Παρόλο που η μαθήτρια 6K2 δεν επέδειξε ενθουσιασμό, εντούτοις έδειξε ενδιαφέρον για επέκταση της διερεύνησης της θέσης διαφορετικών αντικειμένων σε διαφορετικά υγρά. Η παρατήρηση αυτή υποδεικνύει ότι είχε κορεστεί η περιέργεια και το ενδιαφέρον της μαθήτριας.

Στο ακόλουθο απόσπασμα, ο μαθητής 8A1, που εξεδήλωσε ενδιαφέρον σε χαμηλό βαθμό, διατυπώνει τις σκέψεις του σχετικά με τη διερευνητική διαδικασία που ακολουθήθηκε.

- Σ: *Ωραία. Τώρα θα ήθελα τη γνώμη σου γι αυτά τα πειράματα που κάναμε. Αυτά τα πειράματα που κάναμε ήταν ενδιαφέροντα για σένα;*
- 8A1: *Όχι τόσο.*
- Σ: *Γιατί;*
- 8A1: *Επειδή μερικές φορές ξέρω ότι βάζεις υλικά ας πούμε και πάνε έτσι τα πράγματα ενώ άμα έβαζες νερό σκέτο μέσα ήταν να πήγαινε όλο κάτω ή όλο πάνω.*
- Σ: *Μάλιστα. Έχεις περιέργεια να μάθεις περισσότερα γι αυτό το φαινόμενο, το φαινόμενο της άνωσης;*
- 8A1: *Όχι.*
- Σ: *Γιατί;*
- 8A1: *Επειδή είναι εύκολο για μένα.*
- Σ: *Μάλιστα, το θεωρείς εύκολο. Τράβηξε καθόλου την προσοχή σου η διαδικασία που κάναμε με τα αυγά, το οινόπνευμα και το αλάτι;*
- 8A1: *Ναι, κάπως.*

Ο μαθητής 8A1 επέδειξε χαμηλό βαθμό ενδιαφέροντος για το πρόβλημα. Ο μαθητής θεώρησε από την αρχή ότι οι υπάρχουσες αντιλήψεις του ήταν επαρκείς για την επεξήγηση του φαινομένου και κατά συνέπεια η διερευνητική διαδικασία ήταν εύκολη και δεν παρουσίαζε προκλήσεις όσον αφορά την επίλυση του προβλήματος. Το μοναδικό στοιχείο που ο μαθητής βρήκε ενδιαφέρον ήταν το περιεχόμενο των πειραμάτων μέσα από τα οποία εξετάστηκε η πλευση. Προσεκτική όμως ανάλυση του αποσπάσματος, δείχνει ότι το ενδιαφέρον του μαθητή αυτού θα μπορούσε εύκολα να υποκινηθεί αν η προσοχή στρεφόταν στα δικά του ερωτήματα ή ενδιαφέροντα. Το γεγονός αυτό έχει μεγάλη σημασία για τον τρόπο με τον οποίο το ενδιαφέρον των μαθητών για διάφορα προβλήματα ή πτυχές προβλημάτων θα μπορούσε να ενσωματωθεί στις καθημερινές διδακτικές παρεμβάσεις και να συμβάλει αποτελεσματικά σε εννοιολογική αλλαγή.

Άγχος/ Αγωνία

Η αναγνώριση της ανεπάρκειας των υπάρχουσών ιδεών για την επεξήγηση του φαινομένου πιθανόν να προκαλέσει, σύμφωνα με τους Lee κ. ά (2003), άγχος ή αγωνία για επίλυση μιας προβληματικής κατάστασης, στοιχείο που θεωρείται συστατικό της ΔΓΠ. Όπως

διαπιστώθηκε μέσα από τις συνεντεύξεις, για τα περισσότερα από τα παιδιά το άγχος ή αγωνία βιώνονται στιγμιαία, μόλις τα άτομα αντιμετωπίσουν μια προβληματική κατάσταση, και ξεπερνιέται σταδιακά, μέσα από τη διδακτική παρέμβαση και για κάποια υποκείμενα το άγχος παραμένει υψηλό καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας. Για κάποια από τα παιδιά, το άγχος ή η αγωνία αποτελούν συναισθήματα που είτε βιώνονται σε χαμηλό βαθμό ή δεν υφίστανται καθόλου, ενώ για μια μικρή μερίδα των παιδιών, το άγχος ή η αγωνία υπήρχαν καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας, σε υψηλό βαθμό.

Πίνακας 36

Διάγνωση Συστατικών ΔΠΙ Μέσα από τις Συνεντεύξεις: Άγχος/ Αγωνία

Βαθμός Άγχους/ Αγωνίας	Υποκείμενα	n
Υψηλός	4K2, 8K3, 4K1	3
Μέτριος	4K1, 8A2, 6K2, 6K3, 6A2, 8K1, 6A1	7
Χαμηλός	4A1, 6K1, 8A1, 8K2, 4A2	5
N		15

Σημείωση: n= Σύνολο Υποκειμένων, Υψηλός= Το άγχος/ αγωνία βιώνονται καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας, Μέτριος= Το άγχος/ αγωνία βιώνονται αρχικά και ξεπερνιούνται σταδιακά μέσα από τη διαδικασία, Χαμηλός= Δεν βιώνεται άγχος/ αγωνία

Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 36, οι μαθητές 4A1, 6K1, 8A1 και 8K2 βίωσαν άγχος ή αγωνία σε χαμηλό βαθμό, όπως δήλωσαν μέσα από τις συνεντεύξεις τους. Οι μαθητές αυτά υποκινήθηκαν από περιέργεια και συναισθήματα ενθουσιασμού στην εμπλοκή τους στη διερευνητική διαδικασία για την επίλυση του προβλήματος. Χαρακτηριστικά αποσπάσματα παρατίθενται στη συνέχεια.

- Σ: Ένιωσες καθόλου άβολα όταν κατάλαβες ότι κάποια πράγματα που έβλεπες ήταν διαφορετικά από αυτά που περίμενες να γίνουν; Ένιωσες καθόλου άσχημα;
- 6K: Όχι, ένιωσα ότι μπορώ να μάθω κάτι παραπάνω.
- Σ: Ωραία. Τη στιγμή που σου παρουσίασα το καινούριο πρόβλημα, αυτό με τους τέσσερις κυλίνδρους, πώς ένιωσες;
- 6K1: Ένιωσα ότι θα μπορούσα εύκολα να απαντήσω στις απαντήσεις σου αν σκεφτόμουν τα πειράματα που κάναμε μαζί.
- Σ: Υπάρχει κάτι στη διαδικασία που σε συγχύζει ή που δεν σε πείθει;
- 6K1: Όχι, ήταν όλα ξεκάθαρα.

Η μαθήτρια 6K1 ένωσε από την αρχή πολύ θετικά συναισθήματα, έστω κι αν είχε προβεί σε αναδιοργάνωση των αρχικών γνωστικών της σχημάτων. Η μαθήτρια 6K1 θεώρησε επίσης ότι θα μπορούσε να εφαρμόσει τις γνώσεις που απέκτησε σχετικά με την πλεύση και βύθιση σε οποιοδήποτε πλαίσιο αφορούσε το φαινόμενο. Επιπρόσθετα, φαίνεται πως η

παρέμβαση ήταν πειστική για τη μαθήτριά, η οποία θεώρησε ότι δεν υπάρχουν επιπρόσθετοι παράγοντες που να καθορίζουν το φαινόμενο της πλεύσης, πέραν από αυτούς που εξετάστηκαν.

- Σ: *Αυτή τη στιγμή, που παρατηρούσες ότι αυτό που γινόταν ήταν διαφορετικό από αυτό που περίμενες τι ένιωσες, τι σκέφτηκες, ποια ήταν η αντίδρασή σου;*
4A2: *Ότι υπάρχουν και κάποια πράγματα που δεν είναι όπως τα νομίζουμε και είναι διαφορετικά.*
Σ: *Παραξενεύτηκες;*
4A2: *Ναι, με το κερί, ναι.*
Σ: *Τα αισθήματά σου ποια ήταν; Θετικά, αρνητικά...*
4A2: *Ήταν ωραία. Μου άρεσε η ιδέα.*

Από το προηγούμενο απόσπασμα, φαίνεται πως ο μαθητής 4A2, παρόλο που αναγνώρισε τη διάσταση ανάμεσα στις γνωστικές του δομές σχετικά με το φαινόμενο της άνωσης και στο ίδιο το φυσικό φαινόμενο, εντούτοις αντιμετώπισε το πρόβλημα με θετικά συναισθήματα. Το παιδί αυτό επέδειξε ενδιαφέρον το οποίο φαίνεται να πηγάζει από το προσωπικό του ενδιαφέρον για το φαινόμενο και από το πλαίσιο της παρέμβασης, το οποίο θεώρησε πρωτότυπο.

Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 36, οι μαθητές 4K1, 8A2, 6A1, 6K2, 6K3, 6A2 και 8K1 εξεδήλωσαν άγχος/ αγωνία σε μέτριο βαθμό, και ανέφεραν στις συνεντεύξεις τους πως, μόλις αντιμετώπισαν την πειραματική διάταξη, είτε με τους δύο αλλά κυριότερα με τους τέσσερις κυλίνδρους, ένιωσαν αρχικά άγχος ή αγωνία, τα οποία ξεπεράστηκαν μέσα από την εμπλοκή τους στη διαδικασία. Χαρακτηριστικά αποσπάσματα παρουσιάζονται στη συνέχεια.

- Σ: *Ωραία. Δηλαδή είχες αμφιβολίες όταν μου έλεγες τις πρώτες σου απόψεις;*
6A1: *Ναι, και έκαμα προβλέψεις.*
Σ: *Ποια τα συναισθήματά σου όταν κατάλαβες ότι αυτά που παρατήρησες στο πείραμα ήταν διαφορετικά από αυτά που πίστευες ότι θα γίνονταν;*
6A1: *Κατάλαβα πως είχα κάνει λάθος στην αρχή και τώρα ξέρω ποιο είναι το σωστό.*
Σ: *Κάποιες από τις ιδέες σου ήταν σωστές και κάποιες λανθασμένες. Όταν κατάλαβες ότι αυτό που γινόταν ήταν διαφορετικό απ' αυτό που περίμενες, ένιωσες καθόλου άσχημα;*
6A1: *Ένιωσα λίγο άβολα. Είναι πολλές φορές που το παθαίνω αυτό, να λέω κάτι και να μην είναι σωστό αλλά, εντάξει, είχα την περιέργεια να μάθω τι θα γίνει.*

Όπως φαίνεται από το προηγούμενο απόσπασμα, ο μαθητής 6A1 φαίνεται πως αρχικά βίωσε άγχος και αγωνία, όταν βρέθηκε αντιμετώπος με την πειραματική διάταξη με τους τέσσερις κυλίνδρους. Ωστόσο, σταδιακά και μέσα από την ενεργή εμπλοκή του στη διερευνητική διαδικασία, φαίνεται να ξεπέρασε τα αρνητικά συναισθήματα και, έχοντας ως

κίνητρο το ενδιαφέρον ή την περιέργειά του, να προχώρησε στη διαδικασία επίλυσης του προβλήματος.

- Σ: Ένωσες καθόλου αρνητικά συναισθήματα;
8A2: Ναι, το αλάτι που είναι τόσο ελαφρύ μπορεί να σηκώσει το αυγό πάνω;
Σ: Ωραία. Σε σύγχυσε καθόλου κάτι στην όλη διαδικασία, στα πειράματα, σ' αυτά που παρατήρησες κλπ;
8A2: Όχι.
Σ: Ένωσες καθόλου άβολα, ότι δεν μπορείς να λύσεις το πρόβλημα με τους 4 κυλίνδρους;
8A2: Ένωσα λίγο άβολα στην αρχή.
Σ: Μάλιστα.
8A2: Νόμιζα ότι ήταν το Α αυτό, αυτό ήταν το Δ και αυτό ήταν το Γ, ώσπου να δώσουμε τα ονόματα στους κυλίνδρους.
Σ: Νιώθεις ότι μπορείς να λύσεις οποιοδήποτε πρόβλημα σου βάλω σε σχέση με το φαινόμενο της άνωσης και να μου πεις γιατί ένα αντικείμενο επιπλέει ή βυθίζεται;
8A2: Νομίζω πως ναι.

Στην περίπτωση του μαθητή 8A2, είναι φανερό πως η διάσταση με τις αρχικές αντιλήψεις που αφορούν είτε την έννοια του διαλύματος είτε την έννοια της άνωσης, προκάλεσαν αρχικά αρνητικά συναισθήματα, τα οποία μέσα από τη μεθοδικότητα και τη συστηματικότητα της παρέμβασης, σταδιακά ξεπεράστηκαν. Για το μαθητή 8A2, το γεγονός ότι κατά την παρέμβαση υπήρξε μια συστηματική διερευνητική διαδικασία, ίσως να ήταν ο παράγοντας που οδήγησε στην άμβλυνση των αρχικών συναισθημάτων άγχους ή αγωνίας.

Επιπρόσθετα, σύμφωνα με τον Πίνακα 36, τα υποκείμενα 4K2 και 8K3 βίωσαν άγχος και αγωνία σε υψηλό βαθμό, καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας. Τα υποκείμενα αυτά παρουσίασαν επίσης χαμηλό βαθμό αυτοπεποίθησης και εξέφρασαν τις απόψεις τους με διστακτικότητα. Χαρακτηριστικά αποσπάσματα παρουσιάζονται στη συνέχεια:

- Σ: Σε κάποια στιγμή κατάλαβες ότι αυτό που περίμενες να γίνει ήταν διαφορετικό από αυτό που παρατήρησες να συμβαίνει.
8K3: Ναι.
Σ: Τι ένιωσες εκείνη τη στιγμή;
8K3: Ότι οι απόψεις μου ήταν λάθος. Κάποτε ένιωθα ότι δεν ήμουν έξυπνη...
Σ: Δηλαδή εσένα σε έκανε να νιώσεις κάπως αρνητικά.
8K3: Ναι.
Σ: Ένωσες έκπληξη;
8K3: Ναι.
Σ: Ένωσες καθόλου περίεργα;
8K3: Όχι.
Σ: Όταν είδες το πρόβλημα με τους 4 κυλίνδρους ποια ήταν η πρώτη σου σκέψη;
8K3: Ένωσα ότι κάποιες από τις ιδέες μου ήταν λάθος.

- Σ: *Οι ιδέες που είχες στην αρχή άλλαξαν. Νομίζεις να υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που να επηρεάζουν το φαινόμενο αυτό και να μην τους εξετάσαμε ή σε πείθει η διαδικασία αυτή;*
- 8K3: *Μπορεί να έχει κι άλλα πράγματα που να επηρεάζουν.*

Η μαθήτριά 8K3 παρουσίασε διστακτικότητα στο να εκφράσει τις απόψεις της σχετικά με τους παράγοντες από τους οποίους καθορίζεται η άνωση. Όταν αναγνώρισε το πρόβλημα και συνειδητοποίησε ότι κάποιες από τις αρχικές της αντιλήψεις ήταν εναλλακτικές ή ανεπαρκείς για την επίλυση του προβλήματος, ένιωσε αμήχανα και, όπως αναφέρει, ένιωσε πως δεν ήταν έξυπνη. Το υποκείμενο 8K3 λοιπόν, συνέδεσε την επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος με στερεότυπα τα οποία έχει σχετικά με τις γνωστικές της ικανότητες.

- Σ: *Η διαφορά ανάμεσα σε αυτό που παρατηρήσαμε και σε αυτό που περίμενες να γίνει σ' έκανε να νιώσεις κάτι άσχημο, κάτι περίεργο; Περίγραφέ μου τα συναισθήματά σου.*
- 4K2: *Ξαφνιάστηκα που μάθαμε για τα αυγά και τα υγρά και ήθελα να μάθω κι άλλα και την ώρα που το είδαμε είπα «πώς γίνεται το διαφορετικό σχήμα και το διαφορετικό υγρό να επηρεάζουν την άνωση;». Δεν το είχα φανταστεί ότι μπορούσαν να επηρεάζουν. Ένιωσα να μην ξέρω το γιατί και δεν κατάλαβα γιατί συμβαίνει αυτό. Δεν ήξερα τι να πω εκείνη την ώρα και δεν έβγαλα συμπεράσματα επειδή ξαφνιάστηκα. Επειδή ξαφνιάστηκα, αγχώθηκα λίγο και δεν μπορούσα να βγάλω συμπεράσματα.*

Η μαθήτριά 4K2 φαίνεται πως είχε βαθιά ριζωμένες και πολύ σταθερές αρχικές αντιλήψεις για την πλεύση και αιφνιδιάστηκε όταν αντιλήφθηκε πως κάποιες από τις αντιλήψεις αυτές ήταν πολύ απομακρυσμένες από τις επιστημονικά αποδεκτές. Ο έντονος βαθμός άγχους και αγωνίας που βίωσε φαίνεται να την παρεμπόδιζε, όπως υποστηρίζει η ίδια, να επιλύσει το πρόβλημα.

Αναγνώριση Αντιφατικών Δεδομένων

Όταν οι συμμετέχοντες αντιμετώπιζαν την πειραματική διάταξη με τους τέσσερις κυλίνδρους (Σχήμα 4), αναμενόταν πως θα βιώσουν τη ΔΓΙ, αντιλαμβανόμενοι αρχικά τη διάσταση που υπήρχε ανάμεσα στις αρχικές τους αντιλήψεις που δομούσαν μέσα από τις εμπειρίες τους μέσα και έξω από το περιβάλλον της τάξης, και του φαινομένου που παρατηρούσαν. Όλοι οι μαθητές αναγνώρισαν τη διάσταση που υπήρχε. Ωστόσο, όπως φαίνεται στον Πίνακα 37, δεν αναγνώρισαν όλοι οι συμμετέχοντες με την ίδια ακρίβεια και στον ίδιο βαθμό τα αντιφατικά δεδομένα.

Πίνακας 37

Διάγνωση Συστατικών ΔΓΙ Μέσα από τις Συνεντεύξεις: Αναγνώριση Αντιφατικών Δεδομένων

Αναγνώριση Αντιφατικών Δεδομένων	Υποκείμενα	n
Πλήρης	4K2, 6A1, 8A2, 6K2, 8K3, 6A2, 8K2, 8A1, 6K1	9
Μερική	4K1, 4A1, 4A2, 4 ^A 3, 8K1, 6K3	6
Καθόλου		0
N		15

Σημείωση: n= Σύνολο Υποκειμένων

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 37, η πλειοψηφία των μαθητών (n= 9) ήταν σε θέση να εντοπίσει με ακρίβεια ποιες από τις αρχικές αντιλήψεις ήταν εναλλακτικές. Τα παιδιά αυτά (4K2, 6A1, 8A2, 6K2, 8K3, 6A2, 8K2, 8A1, 6K1), κατά τη διάρκεια της παρέμβασης, δήλωσαν επακριβώς σε ποιο σημείο της διαδικασίας αντιλήφθηκαν ότι τα δεδομένα του προβλήματος ήταν αντιφατικά με τις αντιλήψεις τους, καθώς και το περιεχόμενο των αντιλήψεών τους. Τα ακόλουθα αποσπάσματα αποτυπώνουν τη θέση αυτή.

- Σ: *Τι ακριβώς τράβηξε την προσοχή σου στα πειράματα που κάναμε;*
 6A1: *Τράβηξε την προσοχή μου το ότι το βάρος χρειάζεται...να μάθω τις αναλογίες που χρειάζονται.*
 Σ: *Τι εννοείς αναλογίες;*
 6A1: *Αλατιού- νερού, βάρους- σχήματος αντικειμένου- όγκου.*
 Σ: *Μάλιστα. Θεωρείς δηλαδή ότι για να καταλάβουμε αν ένα αντικείμενο θα βυθιστεί ή θα επιπλέει σε ένα υγρό, πρέπει να συγκρίνουμε το βάρος του αντικειμένου, τον όγκο του αντικειμένου και την πυκνότητα του υγρού;*
 6A1: *Ναι.*
 Σ: *Πολύ ωραία. Όταν κάναμε τα πειράματα και ύστερα, είχες καθόλου αμφιβολίες για τους λόγους που προκάλεσαν αυτά τα αποτελέσματα;*
 6A1: *Όταν αρχίσαμε είχα αμφιβολίες, αλλά μετά που κάναμε τα πειράματα, οι απορίες μου λύθηκαν.*

Ο μαθητής 6A1, στο απόσπασμα που παρουσιάστηκε, καθόρισε επακριβώς σε ποιο σημείο θεώρησε ότι υπήρχε διάσταση ανάμεσα στις αντιλήψεις και στις παρατηρήσεις του. Για το σκοπό αυτό επικεντρώθηκε στην έννοια της πυκνότητας υγρού και αντικειμένου και αντιλήφθηκε την ανάγκη για συσχέτισμό των δύο αυτών παραγόντων για επεξήγηση του φαινομένου της άνωσης.

- Σ: *Όταν είδες αυτά τα διαφορετικά πράγματα, ήταν αμέσως ξεκάθαροι οι λόγοι που τα προκάλεσαν ή είχες κάποιες αμφιβολίες;*

- 6K2: *Όχι, ξεκαθάρισαν άμα πέρασε λίγη ώρα και κατάλαβα περισσότερο τι σημασία έχουν, τι σχέση έχει το αλάτι με το νερό και το αυγό.*
- Σ: *Εκείνη τη στιγμή που συνέβηκε κάτι διαφορετικό από αυτό που περίμενες τι ένιωσες;*
- 6K2: *Ένιωσα ενθουσιασμό, ότι συνέβηκε.*

Η μαθήτριά 6K2 αντιλήφθηκε πως η διάσταση ανάμεσα στις αρχικές της αντιλήψεις και την προβληματική κατάσταση με τους τέσσερις κυλίνδρους υπήρχε λόγω του γεγονότος ότι παρέλειπε αρχικά να συσχετίσει φυσικά χαρακτηριστικά του υγρού και του αντικειμένου. Σύμφωνα με τη συγκεκριμένη μαθήτριά (6K2), η εμπλοκή της στη διερευνητική διαδικασία τη διευκόλυνε να επιλύσει τη διάσταση, η οποία έγινε σταδιακά.

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 37, έξι (6) από τους μαθητές (4K1, 4A1, 4A2, 4A3, 8K1, 6K3) ήταν σε θέση να αντιληφθούν ότι το πρόβλημα με τους τέσσερις κυλίνδρους (Σχήμα 4), δεν μπορούσε να επιλυθεί με τις αρχικές τους αντιλήψεις. Ωστόσο, δεν ήταν σε θέση να εντοπίσουν επακριβώς τη διάσταση, δηλαδή ποιες ήταν οι πτυχές του περιεχομένου των αντιλήψεών τους με τις οποίες υπήρχε διάσταση όσον αφορά τις παρατηρήσεις τους. Κατά συνέπεια, οι μαθητές αυτοί είχαν προβεί σε μερική αναγνώριση των αντιφατικών δεδομένων. Παρατίθενται χαρακτηριστικά αποσπάσματα συνεντεύξεων στα οποία παρουσιάζεται η μερική αναγνώριση των αντιφατικών δεδομένων.

- Σ: *Όταν κατάλαβες ότι αυτό που περίμενες να συμβεί ήταν σε μερικές περιπτώσεις λίγο διαφορετικό από αυτό που παρατηρούσες να συμβαίνει, δηλ. ότι δεν είχαμε αέριο στον κύλινδρο Β ή ότι η ποσότητα του υγρού δεν έχει σχέση με το αν θα επιπλέει ή θα βυθίζεται ένα αντικείμενο είχες αμφιβολίες ή απορίες που δεν ξεκαθάρισαν με τα πειράματα;*
- 4K1: *Στην αρχή νόμιζα ότι θα κάναμε 1-2 πειράματα. Μετά, όταν δεν τα καταλάβαινα και όσο προχωρούσαμε με τα πειράματα κατάλαβα.*
- Σ: *Ποια ήταν τα συναισθήματά σου;*
- 4K1: *Λίγη έκπληξη.*

Η μαθήτριά 4K1 φαίνεται πως αντιλήφθηκε πως υπήρχε διάσταση ανάμεσα στις απόψεις της και στις επιστημονικά αποδεκτές απόψεις σχετικά με την επεξήγηση του φαινομένου της πλευσης. Ωστόσο, δεν ήταν σε θέση να υποδείξει σε ποιο σημείο της διαδικασίας αντιλήφθηκε τη διάσταση ούτε και το περιεχόμενό της. Περιορίστηκε στο να αναφέρει πως η διαδικασία επίλυσης του προβλήματος ήταν πιο σύνθετη από αυτό που ανέμενε, αφού απαιτούσε την εμπλοκή σε σειρά πειραματισμών.

- Σ: *Όταν είδες τα αποτελέσματα των πειραμάτων μας και παρατήρησες να συμβαίνουν πράγματα διαφορετικά απ' αυτά που περίμενες να συμβούν, είχες*

καθόλου αμφιβολίες για τους λόγους που προκάλεσαν αυτά τα αποτελέσματα ή κατάλαβες τους λόγους από την αρχή;

6K3: *Ε... εντάξει. Σε μερικά νομίζω, αν θυμούμαι καλά, είχα λίγη αμφιβολία. Ας πούμε γιατί, ας πούμε, να παρατηρήσω κάτι διαφορετικό από τη στιγμή που ένιωθα διαφορετικά.*

Σ: *Ένιωσες καθόλου έκπληξη βλέποντας κάποια πειραματικά αποτελέσματα;*

6K3: *Ναι, ειδικά σ' εκείνο με το κερί. Δεν περίμενα όσο πιο ανοιχτό ήταν, η ποσότητα του υλικού που έχουμε τόσο θα μείνει πάνω και θα επιπλέει. Εγώ περίμενα ότι θα βυθιζόταν.*

Η μαθήτρια 6K3 φάνηκε επίσης να αντιλαμβάνεται τη διάσταση ανάμεσα στο φαινόμενο και στις αρχικές της αντιλήψεις σχετικά με την επεξήγησή του. Ωστόσο, επικεντρώθηκε σε ένα, μοναδικό πείραμα το οποίο έγινε κατά τη διάρκεια της εξέτασης του φαινομένου και δεν συσχέτισε το πείραμα αυτό ούτε με άλλους παράγοντες που σχετίζονται με το φαινόμενο αλλά ούτε και με τις αρχικές της αντιλήψεις.

Γνωστική Επαναξιολόγηση

Οι δηλώσεις του ΕΜΕΔΓΙ που αφορούσαν την γνωστική επαναξιολόγηση των αρχικών αντιλήψεων χρησιμοποιήθηκαν ως ερωτήματα ανοιχτού τύπου κατά τις συνεντεύξεις, ούτως ώστε να διαπιστωθεί εάν και με ποιο τρόπο τα υποκείμενα αντιλαμβάνονταν τις αλλαγές που γίνονταν μεταξύ των αρχικών και των τελικών τους αντιλήψεων σχετικά με τις έννοιες της βύθισης- πλεύσης. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 38.

Πίνακας 38

Διάγνωση Συστατικών ΔΓΙ Μέσα από τις Συνεντεύξεις: Γνωστική Επαναξιολόγηση

Γνωστική Επαναξιολόγηση	Υποκείμενα	n
Πλήρης	4K1, 6K1, 8A1, 8A2, 6K2, 6A2, 8K2, 8K3	8
Μερική	4A1, 4K2, 4A2, 4A2, 6A1, 6K3, 8K1	7
Καθόλου		0
N		15

Σημείωση: n= Σύνολο Υποκειμένων

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 38, οχτώ (8) από τους δεκαπέντε (15) συμμετέχοντες (4K1, 6K1, 8A1, 8A2, 6K2, 6A2, 8K2, 8K3), προέβησαν σε πλήρη γνωστική επαναξιολόγηση των αντιλήψεών τους, δηλαδή αναγνώρισαν με βεβαιότητα ότι υπήρξαν αλλαγές ανάμεσα στις αρχικές και τελικές αντιλήψεις τους και ήταν σε θέση να υποδείξουν ποιες ήταν οι αλλαγές αυτές. Οι μαθητές αυτοί ωστόσο, δεν ήταν πάντοτε αντικειμενικοί ως προς τη συσχέτιση των

αρχικών και τελικών τους αντιλήψεων. Ενώ σε κάποιες περιπτώσεις δήλωναν ότι είχαν προβεί σε γνωστική επαναξιολόγηση δεν ήταν πάντοτε σε θέση να υποδείξουν με ακρίβεια με ποιο τρόπο είχαν διαφοροποιηθεί οι τελικές τους αντιλήψεις σε σχέση με τις αρχικές, μέσα από την εμπλοκή τους στην παρέμβαση. Συχνά, οι αλλαγές που υποδείκνυαν δεν ήταν οι αλλαγές στις οποίες είχαν προβεί, δεν ήταν αυτές που είχαν διαγνωσθεί μέσα από την επίλυση της προβληματικής κατάστασης.

Σε κάποιες από τις συνεντεύξεις, οι συμμετέχοντες ήταν σε θέση να αναπαράγουν συμπεράσματα στα οποία είχαν καταλήξει μέσα από την παρέμβαση, ωστόσο δεν ήταν σε θέση να εφαρμόσουν αυτά τα συμπεράσματα στην επίλυση της προβληματικής κατάστασης και, είτε αναθεωρούσαν μερικώς τις αρχικές τους αντιλήψεις, είτε τις χρησιμοποιούσαν εναλλακτικά με τα συμπεράσματα στα οποία είχαν καταλήξει κατά την παρέμβαση. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται χαρακτηριστικά αποσπάσματα συνεντεύξεων με μαθητές οι οποίοι ανήκουν στην κατηγορία αυτή.

Σ: Μάλιστα. Στην αρχή της συνέντευξής μας είχες κάποιες ιδέες. Τώρα που φτάνουμε στο τέλος άλλαξαν καθόλου αυτές οι ιδέες;

6Κ1: Ναι.

Σ: Τι είναι που άλλαξε;

6Κ1: Έ, ότι μπορεί να μην είναι μόνο λόγω της επιφάνειας που μπορεί να επιπλέει ένα αντικείμενο [κάτω επιφάνεια του αντικειμένου] αλλά και η μορφή, ότι μπορεί στο οινόπνευμα να επιπλέει ή να μην επιπλέει το κερί ανάλογα με το σχήμα του και τη μάζα του.

Η μαθήτρια 6Κ1, μέσα από τη διερευνητική διαδικασία, κατάφερε να αποδεσμεύσει τις αντιλήψεις της για την πίεση στα στερεά από τις αντιλήψεις της για την πίεση στα υγρά. Επιπλέον, έκανε αναφορά στο ρόλο της πυκνότητας του αντικειμένου στην πλευση, αφού συσχέτισε τη μάζα με τον όγκο του. Πρέπει να σημειωθεί ότι η μαθήτρια 6Κ1, στην αρχή της συνέντευξης, λάμβανε υπόψη μόνο την πυκνότητα του υγρού στην πλευση άρα, κατά το τέλος της συνέντευξης, ήταν σε θέση να εντοπίσει με ακρίβεια τα σημεία στα οποία υπήρξε εννοιολογική αλλαγή για αυτήν.

Σ: Στην αρχή είχες κάποιες ιδέες. Άλλαξαν καθόλου αυτές οι ιδέες μέσα από τα πειράματα;

8Α1: Ναι.

Σ: Τι άλλαξε ακριβώς;

8Α1: Επειδή είδαμε στο πείραμα ότι κάτι μέσα στο νου μου έγινε λάθος γιατί βάλουμε άλας και πήγαινε πάνω το αυγό εδώ (Α), ενώ εδώ έβαζες άλας και πήγαινε κάτω (Β).

Σ: Τι εννοείς έγινε κάτι λάθος μέσα στο μυαλό σου;

- 8A1: *Επειδή τώρα το βλέπω ότι είναι κάτω, ενώ πριν που βάλαμε άλας πήγε πάνω.*
 Σ: *Αυτό τι σε οδηγεί να σκεφτείς για τον κύλινδρο Β;*
 8A1: *Νερό.*
 [...]

 Σ: *Τώρα θα ήθελες να καταλάβεις καλύτερα, γιατί κάποιες από τις αρχικές σου ιδέες ήταν λανθασμένες;*
 8A1: *Όχι, διορθώθηκαν όλα στο μυαλό μου.*
 Σ: *Θα ήθελες να καταλάβεις καλύτερα τους λόγους για τους οποίους τα αυγά πήραν αυτές τις θέσεις στους κυλίνδρους;*
 8A1: *Όχι.*
 Σ: *Σε έπεισε η διαδικασία ή χρειάζεται να βρεις μια πιο πειστική εξήγηση για τα αποτελέσματα των πειραμάτων;*
 8A1: *Με έπεισαν.*

Όπως φαίνεται στο προηγούμενο απόσπασμα, ο μαθητής 8A1 αντιλήφθηκε ότι κάποιες αρχικές αντιλήψεις που είχε, είχαν ως αποτέλεσμα να επεξηγεί διαφορετικά το φαινόμενο πριν και μετά την παρέμβαση. Εντόπισε, συνεπώς, την εννοιολογική αλλαγή και εστιάστηκε μόνο στην πυκνότητα του υγρού, χωρίς να συσχετίζει καθόλου, κατά τη διάρκεια της συνέντευξης, φυσικά χαρακτηριστικά του υγρού με φυσικά χαρακτηριστικά του αντικειμένου. Δεν αποδεσμεύτηκε από το πλαίσιο των πειραμάτων της παρέμβασης, ωστόσο επέδειξε αυτοπεποίθηση ως προς το βαθμό κατανόησης του φαινομένου.

- Σ: *Οι αρχικές σου ιδέες έχουν κάποιες διαφορές από τις ιδέες που έχεις τώρα;*
 8K2: *Ναι.*
 Σ: *Ποιες είναι αυτές οι αλλαγές ακριβώς;*
 8K2: *Ότι έχει σχέση η πυκνότητα του υγρού, το ποιο είναι το υγρό. Το σχήμα, η μορφή του αντικειμένου, το ποιο είναι το αντικείμενο.*
 Σ: *Ήταν πειστική η διαδικασία; Νομίζεις ότι υπάρχουν κι άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την άνοση;*
 8K2: *Εγώ νομίζω ότι μπορεί να έχουν σχέση κι άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν.*
 Σ: *Για παράδειγμα, τι θα ήθελες να εξετάσεις;*
 8K2: *Το υγρό το είδαμε, το αντικείμενο, το σχήμα του το είδαμε. Μπορούμε να δούμε το βάρος του αντικειμένου, αν είναι πιο μεγάλο το αντικείμενο και μπει σε ένα νερό, στο Α. Άμα είναι πιο μεγάλο το αντικείμενο θα βυθιστεί, αλλά το είδαμε με το κερί. Ποιοι άλλοι παράγοντες; Μπορεί να έχει σχέση σαν τώρα βάλαμε αυγό. Μπορούμε αν βάζαμε ένα υγρό που ήταν βρασμένο μπορεί να μη γινόταν έτσι. Αν βάζαμε για παράδειγμα ένα αυγό από κερί συμπαγές γεμάτο από μέσα ή ένα αυγό γεμάτο από σίδηρο.*

Όπως φαίνεται στο προηγούμενο απόσπασμα, η μαθήτρια 8K2 προέβη συνειδητά σε εννοιολογική αλλαγή και, ως εκ τούτου, ήταν σε θέση να υποδείξει επακριβώς τις αλλαγές ανάμεσα στις αρχικές και τελικές της αντιλήψεις. Επιπλέον, έχει υποδείξει πτυχές του φαινομένου που θα ήθελε να διερευνήσει περισσότερο, παρόλο που κάποιες από αυτές είχαν ήδη διερευνηθεί κατά τη διάρκεια της συνέντευξης.

Η δεύτερη κατηγορία που δημιουργήθηκε όσον αφορά τη γνωστική επαναξιολόγηση, αποτελείται από τα άτομα τα οποία είχαν προβεί σε μερική επαναξιολόγηση (4A1, 4K2, 4A2, 4A2, 6A1, 6K3, 8K1). Στην κατηγορία αυτή, τοποθετήθηκαν όλα τα παιδιά τα οποία αναγνώρισαν το γεγονός ότι είχαν προβεί σε γνωστική επαναξιολόγηση, όμως δεν ήταν σε θέση να προσδιορίσουν τις αντιλήψεις οι οποίες είχαν διαφοροποιηθεί. Τα περισσότερα από τα άτομα που τοποθετήθηκαν στην κατηγορία αυτή φοιτούσαν στις Δ' και Στ' Δημοτικού, εκτός από τη μαθήτριά 8K1, που φοιτούσε στη Β' Γυμνασίου. Το γεγονός αυτό ίσως να οφείλεται στο ότι τα παιδιά του Δημοτικού σχολείου σκέφτονται συνήθως πιο συγκεκριμένα σε σχέση με τα παιδιά που φοιτούν στο Γυμνάσιο και δεν έχουν ακόμη αναπτύξει νοητικές λειτουργίες ανωτέρου επιπέδου ή μεταγνωστικές δεξιότητες, που θα τους επέτρεπαν να ασκούν επαρκή έλεγχο πάνω στις διαδικασίες οικοδόμησης της γνώσης και, κατ' επέκταση, εννοιολογικής αλλαγής. Ακολουθούν χαρακτηριστικά αποσπάσματα από συνεντεύξεις.

- Σ: *Θα ήθελες να καταλάβεις καλύτερα γιατί κάποιες από τις αρχικές σου ιδέες ήταν λάθος ή ξεκαθάρισε εντελώς στο μυαλό σου το φαινόμενο της άνωσης;*
6K3: *Όχι, θα ήθελα να κάνουμε και κάτι άλλο.*
Σ: *Για πες μου...*
6K3: *Να δοκιμάσουμε και κάποιο άλλο πείραμα, ακόμη πιο εύκολο απ' αυτά για να το ξεκαθαρίσω εντελώς στο μυαλό μου.*
Σ: *Α! σαν τι πείραμα ας πούμε;*
6K3: *Εξαρτάται... (σκέφτεται αλλά δεν καταλήγει)*
Σ: *Σε πείθουν τα πειράματα αυτά;*
6K3: *Ναι.*

Η μαθήτριά 6K3 έκανε αναφορά σε εννοιολογική αλλαγή αλλά δεν ήταν σε θέση να την προσδιορίσει. Ταυτόχρονα, δεν πείστηκε πλήρως από τα πειράματα, γεγονός που φανερώνει ότι δεν εγκατέλειψε εντελώς τις αρχικές της αντιλήψεις, δηλαδή η εννοιολογική αλλαγή δεν ήταν ριζική.

- Σ: *Τώρα θα ήθελα να φέρεις στο μυαλό σου τις ιδέες που είχες στην αρχή της συνέντευξής μας και τις ιδέες που έχεις τώρα.*
4A1: *Ναι.*
Σ: *Είναι διαφορετικές; Αλλάξαν καθόλου;*
4A1: *Ναι.*
Σ: *Θα ήθελες να καταλάβεις καλύτερα γιατί κάποιες από τις αρχικές σου ιδέες ήταν λανθασμένες ή νομίζεις ότι κατάλαβες εντελώς το φαινόμενο της άνωσης;*
4A1: *Όχι, δεν το κατάλαβα εντελώς.*
Σ: *Τι θα ήθελες να μάθεις;*
4A1: *Δεν μου έρχεται κάτι συγκεκριμένο στο μυαλό.*
Σ: *Θα ήθελες να σκεφτείς περισσότερο τους λόγους που προκάλεσαν αυτά τα αποτελέσματα στα πειράματά μας;*

- 4A1: *Ναι.*
Σ: *Πες μου ένα πείραμα που δεν σε ικανοποίησε ή κάτι που θα ήθελες να διερευνήσεις περισσότερο.*
4A1: *Με ικανοποίησαν όλα.*

Επιπρόσθετα, ο μαθητής 4A1 δεν αναφέρθηκε καθόλου στο περιεχόμενο των ιδεών του, παρόλο που αντιλήφθηκε ότι υπήρξε γνωστική μετακίνηση. Δεν είχε προβληματισμούς ως προς το τι θα ήθελε να διερευνήσει περαιτέρω, στοιχείο που πιθανόν να φανερώνει ελλιπή κατανόηση του φαινομένου της βύθισης- πλεύσης.

- Σ: *Όταν είδες αυτούς τους δύο κυλίνδρους, τους πρώτους, τον Α και τον Β, τι σου έκανε μεγαλύτερη εντύπωση;*
4K2: *Ότι το αυγό στον ένα ήταν κάτω και στον άλλο ήταν πάνω.*
Σ: *Τι είναι διαφορετικό τώρα από τις πρώτες σου, τις αρχικές ιδέες; Τι άλλαξε;*
4K2: *Νόμιζα ότι όλα τα αυγά, ό,τι υγρά και να είχα μέσα στο σωλήνα, θα επέπλεαν.*

Η μαθήτρια 4K2 παρουσίασε περιορισμένη αντίληψη του περιεχομένου της εννοιολογικής αλλαγής. Δεν αναφέρθηκε καθόλου στις τελικές αντιλήψεις της αλλά στο σημείο της πειραματικής διαδικασίας που την εντυπωσίασε περισσότερο. Ωστόσο, εντόπισε την ανεπάρκεια των αρχικών της αντιλήψεων και αναγνώρισε το γεγονός ότι είχε προβεί σε εννοιολογική αλλαγή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ V

Στέλλα Χατζηαχιλλέως - Παπασταύρου

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η οικοδόμηση της γνώσης και κατ' επέκταση η εννοιολογική αλλαγή αποτελούν εσωτερικές ιδιοσυγκρασιακές διαδικασίες οι οποίες γίνονται αντιληπτές μέσα από τα αποτελέσματά τους, γεγονός που προκαλεί δυσκολίες στη διερεύνησή τους (Niaz, 1995). Σύμφωνα με το μοντέλο εννοιολογικής αλλαγής των Posner, κ. ά (1982) η εννοιολογική αλλαγή προκύπτει μέσα από αλληλεπιδράσεις μεταξύ των αντιλήψεων του ατόμου και νέων εμπειριών που βιώνει. Το μοντέλο αυτό έγινε η αφετηρία ανάπτυξης ποικιλίας διδακτικών μεθοδολογιών προώθησης εννοιολογικής αλλαγής (Kang, Scharmann, Noh & Koh, 2005). Μία από τις μεθοδολογίες αυτές αποτελεί η στρατηγική Διαταραχής της Γνωστικής Ισορροπίας (ΔΓΙ), που εστιάζεται στην αποσταθεροποίηση των υπάρχουσων αντιλήψεων του ατόμου μέσα από την παρουσίαση σε αυτό αντιφατικών δεδομένων και στη συνέχεια η οικοδόμηση επιστημονικά αποδεκτών εννοιών (Lee, & Kwon, 2001. Lee, κ. ά, 2003).

Μέσα από τη βιβλιογραφία (Chan, κ.ά., 1997. Dreyfus, κ. ά., 1990. Dykstra, 1992. Tao, & Gunstone, 2000. Trumper, 1997), διαπιστώθηκε ότι, παρόλο που οι εκπαιδευτικοί σχεδιάζουν διδακτικές παρεμβάσεις με στόχο την προώθηση εννοιολογικής αλλαγής, εντούτοις τα μαθησιακά αποτελέσματα συχνά δεν είναι τα αναμενόμενα. Επίσης, στις περιπτώσεις όπου ακολουθείται ένα οικοδομιστικό μοντέλο ενσωμάτωσης της διαδικασίας ΔΓΙ για προώθηση εννοιολογικής αλλαγής, συχνά οι μαθητές δε βιώνουν τη ΔΓΙ, με αποτέλεσμα να μην επιτυγχάνεται η εννοιολογική αλλαγή στον αναμενόμενο βαθμό. Προκύπτει συνεπώς η ανάγκη σαφέστερου καθορισμού των παραγόντων που εμπλέκονται στη διαδικασία εννοιολογικής αλλαγής. Σύμφωνα με τους Kang, κ. ά (2005), χρειάζεται εστίαση της μελέτης των παραγόντων από τους οποίους εξαρτάται η εννοιολογική αλλαγή πέραν από το γνωστικό τομέα, αφού η έρευνα στον τομέα αυτό εστιάστηκε μέχρι στιγμής κυρίως στη μελέτη γνωστικών παραγόντων.

Στα πλαίσια της παρούσας ερευνητικής προσπάθειας έγινε μελέτη της επίδρασης και συμβολής γνωστικών και συναισθηματικών παραγόντων καθώς και δημογραφικών χαρακτηριστικών των ατόμων (τάξη ή ηλικία, φύλο, γνωστική ικανότητα) στη διαδικασία εννοιολογικής αλλαγής. Η έρευνα απέβλεπε επίσης στη σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την εφαρμογή διαφορετικών διδακτικών προσεγγίσεων και συγκεκριμένα προσεγγίσεων που ενσωματώνουν ή δεν ενσωματώνουν τη διαδικασία ΔΓΙ για την επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής, συνυπολογίζοντας τις αρχικές αντιλήψεις, τη Γενική Νοητική Ικανότητα και δημογραφικά χαρακτηριστικά των ατόμων.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις, την ποσοτική και την ποιοτική. Στα πλαίσια της συλλογής ποσοτικών δεδομένων, έλαβαν μέρος τετρακόσιοι πενήντα δύο (452) μαθητές, εκ των οποίων διακόσιοι είκοσι τέσσερις (224) ήταν αγόρια και διακόσιοι είκοσι οχτώ (228) ήταν κορίτσια, που φοιτούσαν στις Δ' και Στ' Δημοτικού και Β' Γυμνασίου. Οι συμμετέχοντες στην ποσοτική φάση διαχωρίστηκαν σε δύο ομάδες, την Πειραματική Ομάδα (ΠΟ) και την Ομάδα Ελέγχου (ΟΕ). Αρχικά, έγινε διάγνωση της Γενικής Νοητικής Ικανότητας και των αρχικών αντιλήψεων των συμμετεχόντων όσον αφορά τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η βύθιση ή η πλεύση μέσα από προβληματικές καταστάσεις. Ακολούθησε εφαρμογή διδακτικών προσεγγίσεων, οι οποίες ήταν διαφορετικές για τις δύο ομάδες συμμετεχόντων. Στόχος της παρέμβασης για την ΠΟ ήταν η εννοιολογική αλλαγή μέσω της εμπλοκής των συμμετεχόντων σε οικοδομιστικές διαδικασίες που ενσωμάτωναν τη ΔΓΙ, ενώ για την ΟΕ στόχος ήταν η κατανόηση του φαινομένου μέσα από μια μη οικοδομιστική προσέγγιση που δεν ενσωμάτωνε ΔΓΙ. Μετά τις παρεμβάσεις έγινε διάγνωση των τελικών αντιλήψεων των συμμετεχόντων σχετικά με το φαινόμενο της πλεύσης/ βύθισης, καθώς και διάγνωση των εννοιολογικών κατασκευών της ΔΓΙ.

Κατά τη στατιστική ανάλυση που διενεργήθηκε, διερευνήθηκαν αρχικά τα χαρακτηριστικά καθεμιάς από τις ομάδες και προέκυψε πως η Γενική Νοητική Ικανότητα και η επίδοση στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών αυξάνονται όσο αυξάνεται το ηλικιακό επίπεδο των μαθητών. Επιπλέον, προέκυψε πως η επίδοση έχει στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση με τη Γενική Νοητική Ικανότητα (Pearson $r = .58$). Σε έρευνες που έγιναν σχετικά με την αποτελεσματικότητα των Σταθερών Προοδευτικών Μήτρων του Raven (Raven, 2000. Abdel- khakek, & Raven, 2006), διαπιστώθηκε πως ανεξάρτητα από τα κοινωνικά και πολιτιστικά χαρακτηριστικά μιας κοινωνίας, η επίδοση στο δοκίμιο αυξάνεται με την αύξηση της ηλικίας. Ο Raven (2000), υποστήριξε πως τα παιδιά τα οποία βιώνουν ευκαιρίες για προβληματισμό και επίλυση διαφορετικών μορφών συγκρούσεων παρουσιάζουν υψηλότερη νοητική ικανότητα και αναπτύσσουν ενωρίτερα ανώτερες νοητικές λειτουργίες σε σχέση με άλλα παιδιά της ίδιας ηλικίας.

Σύμφωνα με τους Pozo και Gomez- Cresco (2005), οι αντιλήψεις των ατόμων όσον αφορά την επεξήγηση διαφόρων φυσικών φαινομένων αποτελούν οργανωμένες διαισθητικές θεωρίες οι οποίες εμπλουτίζονται διαρκώς και αποκτούν ολοένα και μεγαλύτερη συνοχή, αφού διευρύνεται το φάσμα των φαινομένων που επεξηγούν, ενώ παράλληλα αποδεσμεύονται από το πλαίσιο. Ως εκ τούτου, η αύξηση της επίδοσης στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών που παρατηρήθηκε με την αύξηση του ηλικιακού επιπέδου των συμμετεχόντων μπορεί να

αιτιολογηθεί από τη διεύρυνση των νοητικών σχημάτων των συμμετεχόντων που προκύπτει μετά την εννοιολογική αλλαγή. Η εννοιολογική αλλαγή, σύμφωνα με τους Pozo και Gomez-Cresco (2005) επισυμβαίνει σταδιακά, με σταδιακή ενσωμάτωση νέων αντιλήψεων στις υπάρχουσες γνωστικές θεωρίες.

Μέσα από την ανάλυση των ποσοτικών δεδομένων, προέκυψε επίσης πως η γνωστική μετακίνηση που επισυμβαίνει μέσα από την εφαρμογή διαφορετικών μεθοδολογικών προσεγγίσεων επηρεάζεται τόσο από την διδακτική μεθοδολογία που ακολουθείται, όσο και από τα ατομικά χαρακτηριστικά των ατόμων, όπως την τάξη και το φύλο. Συγκεκριμένα, η στρατηγική ενσωμάτωσης της ΔΓΙ προώθησε την εννοιολογική αλλαγή αποτελεσματικότερα, σε σχέση με τη διδακτική προσέγγιση στην οποία τα άτομα δεν είχαν εμπλακεί σε διαδικασίες ΔΓΙ. Μεγαλύτερο όφελος από τη στρατηγική ενσωμάτωσης ΔΓΙ απέκομισαν τα κορίτσια και οι μεγαλύτερες τάξεις. Ο βαθμός συνέπειας των απαντήσεων που δόθηκαν κατά τη διάγνωση των αρχικών αντιλήψεων ήταν υψηλός, ενώ παρουσιάστηκε πτώση του βαθμού συνέπειας κατά τη διάγνωση των τελικών αντιλήψεων. Η πτώση αυτή, σύμφωνα με τους Watson, κ. ά (1997), είναι αναμενόμενη και αποτελεί ένδειξη αποσταθεροποίησης υπάρχουσων θεωριών και μοντέλων και, κατ' επέκταση, εννοιολογικής αλλαγής αν λάβει κανείς υπόψη την πολυπλοκότητα της διαδικασίας τροποποίησης των νοητικών σχημάτων.

Σύμφωνα με τους Merenluoto και Lehtinen (2004), παρόλο που η εμπειρική έρευνα έχει εστιαστεί κυρίως στο γνωστικό τομέα, κατά τα τελευταία χρόνια προέκυψε αυξανόμενο ενδιαφέρον στη μελέτη της δυναμικής των διαδικασιών που εμπλέκονται στην εννοιολογική αλλαγή, ενσωματώνοντας τα κίνητρα και τις μεταγνωστικές ικανότητες. Οι Merenluoto και Lehtinen (2004), επιχείρησαν να επεξηγήσουν γιατί η ΔΓΙ δεν προωθεί πάντοτε την εννοιολογική αλλαγή στον αναμενόμενο βαθμό, ενσωματώνοντας γνωστικούς και συναισθηματικούς παράγοντες που εστιάστηκαν γύρω από τα κίνητρα. Οι ερευνητές υποστήριξαν πως οι δύο βασικές πτυχές της διαδικασίας εννοιολογικής αλλαγής είναι η ευαισθησία αναγνώρισης των άγνωστων, για το μαθητή, πτυχών της προβληματικής κατάστασης και η ικανότητα ελέγχου των συναισθημάτων που βιώνονται, όταν ο μαθητής αντιληφθεί την ανεπάρκεια της υπάρχουσας γνώσης. Σε αρκετές περιπτώσεις, οι μαθητές παρουσιάζουν επιμονή στις αρχικές αντιλήψεις και έχουν την τάση υπερβολικής σιγουριάς για την ορθότητά τους.

Η αναγνώριση αντιφατικών δεδομένων, σύμφωνα με τους Merenluoto και Lehtinen (2004), επηρεάζεται από τη σχέση μεταξύ της προηγούμενης γνώσης του μαθητή και των γνωστικών απαιτήσεων του προβλήματος καθώς και από τις μεταγνωστικές δεξιότητες που

εμπλέκονται στη διαδικασία. Επίσης, η αναγνώριση αντιφατικών δεδομένων, σύμφωνα με τους ίδιους ερευνητές, επηρεάζεται και από τα συναισθηματικά χαρακτηριστικά του ατόμου, όπως είναι η τάση αναζήτησης καινοτομικών και εντυπωσιακών, για το άτομο, πτυχών του προβλήματος. Το ενδιαφέρον για το πρόβλημα και η αυτοπεποίθηση για την επίλυσή του αποτελούν τη βάση για τη δημιουργία ευαισθησίας και διάθεσης για αλλαγή των υπάρχουσων αντιλήψεων. Υπερβολική ύπαρξή τους μπορεί ωστόσο να δημιουργήσει μια εικονική κατανόηση, κατά την οποία το άτομο να θεωρεί ότι έχει προβεί σε εννοιολογική αλλαγή ενώ στην ουσία αυτό να μην υφίσταται.

Επιπρόσθετα, μέσα από την ανάλυση των ποσοτικών δεδομένων της παρούσας έρευνας προέκυψε ότι τα ατομικά χαρακτηριστικά (φύλο, ηλικία) επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο βιώνεται η ΔΓΙ. Συγκεκριμένα, η ικανότητα αναγνώρισης αντιφατικών δεδομένων, το άγχος ή αγωνία, το ενδιαφέρον και η ικανότητα γνωστικής επαναξιολόγησης της προβληματικής κατάστασης μειώνονται με την αύξηση του ηλικιακού επιπέδου για τα άτομα που εμπλέκονται σε παρεμβάσεις που ενσωματώνουν ΔΓΙ. Πιθανές εξηγήσεις για τα φαινόμενα αυτά αποτελούν το γεγονός ότι με την αύξηση του ηλικιακού επιπέδου και των εμπειριών του παιδιού εντός και εκτός του σχολικού πλαισίου, διαφοροποιούνται τα δεδομένα που θεωρούνται «αντιφατικά» με τις υπάρχουσες γνωστικές δομές του ατόμου, γεγονός που διαφοροποιεί αλυσιδωτά τον τρόπο με τον οποίο βιώνονται τα συναισθηματικά συστατικά της ΔΓΙ (ενδιαφέρον, άγχος/ αγωνία). Επιπρόσθετα, μέσα από την ποσοτική ανάλυση, προέκυψε πως τα κορίτσια βιώνουν υψηλότερα επίπεδα ενδιαφέροντος και έχουν βελτιωμένες ικανότητες αναγνώρισης αντιφατικών δεδομένων και γνωστικής επαναξιολόγησης σε σχέση με τα αγόρια.

Ο επηρεασμός της εννοιολογικής κατανόησης από τα ατομικά χαρακτηριστικά των μαθητών εντοπίστηκε και από τη Limon (2001), που υποστήριξε πως τα ενδιαφέροντα, τα κίνητρα, οι επιστημολογικές πεποιθήσεις, οι αξίες και στάσεις του μαθητή και του εκπαιδευτικού προς τη μάθηση αλλά και οι δεξιότητες συλλογισμού που κατέχει ο μαθητής, μπορούν να αποτελέσουν παράγοντες που επηρεάζουν την εμπειρία ΔΓΙ. Επιπρόσθετα, το γεγονός ότι η στρατηγική ΔΓΙ και η εφαρμογή του ΕΜΕΔΓΙ ήταν αποτελεσματικότερα με την αύξηση της ηλικίας είναι συμβατό με την έρευνα των Lee, κ. ά (2003), η οποία πραγματοποιήθηκε στην Κορέα με μαθητές Β΄ Γυμνασίου. Σύμφωνα με τους ερευνητές, η ΔΓΙ αποτελεί ένα πολυδιάστατο φαινόμενο στο οποίο εμπλέκονται διάφοροι παράγοντες, οι οποίοι αφορούν τόσο το άτομο όσο και το πλαίσιο στο οποίο συντελείται η μαθησιακή διαδικασία.

Σύμφωνα με την Kang και τους συνεργάτες της (Kang, κ. ά, 2005), τα γνωστικά χαρακτηριστικά του ατόμου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όταν οι εκπαιδευτικοί σχεδιάζουν καταστάσεις ή σενάρια με τα οποία εισάγουν ασύμφωνα δεδομένα με στόχο τη δημιουργία ΔΓΙ. Για να δημιουργηθεί η ΔΓΙ θα πρέπει τα υποκείμενα να αναγνωρίσουν τα ανώμαλα ή αντιφατικά δεδομένα. Η ΔΓΙ, αφού σχετίζεται με την ανεξαρτησία ή την εξάρτηση από το πεδίο, σχετίζεται με την ικανότητα του ατόμου να αποδεσμεύει ή όχι τη γνώση από το πλαίσιο στο οποίο αποκτάται και να είναι σε θέση να την εφαρμόσει για την επίλυση νέων προβληματικών καταστάσεων.

Κατά την ποσοτική ανάλυση, έγινε επίσης διάγνωση της ΔΓΙ με τη χρήση του Εργαλείου Μέτρησης Επιπέδων Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας (ΕΜΕΔΓΙ), που αναπτύχθηκε από τους Lee, κ. ά (2003). Το εργαλείο αποτελεί την πρώτη συστηματική προσπάθεια μέτρησης της ΔΓΙ, παρόλο που η ανάγκη ενός διευρυμένου λειτουργικού ορισμού ΔΓΙ, ο οποίος να ενσωματώνει πέραν από τα γνωστικά και συναισθηματικά χαρακτηριστικά, εντοπίστηκε και από άλλους ερευνητές (Festinger, 1957. Berlyne, 1960. 1963. Keller, 1987. Pintrich, κ. ά, 1993. Limon, 2001). Το ΕΜΕΔΓΙ προέκυψε από το Μοντέλο Επεξήγησης της Εννοιολογικής αλλαγής των Lee, κ.ά. (2001), σύμφωνα με το οποίο η ΔΓΙ αποτελείται από τέσσερις εννοιολογικές κατασκευές, εκ των οποίων δύο είναι γνωστικές και δύο συναισθηματικές. Οι γνωστικές κατασκευές της ΔΓΙ συνίστανται στην ικανότητα αναγνώρισης αντιφατικών ή ανώμαλων δεδομένων, καθώς και στη γνωστική επαναξιολόγηση των αρχικών αντιλήψεων, ενώ οι συναισθηματικές κατασκευές συνίστανται στο ενδιαφέρον ή/ και στο άγχος/ αγωνία που βιώνονται ως αποτέλεσμα της αναγνώρισης των αντιφατικών δεδομένων. Το ΕΜΕΔΓΙ, αποτελείται από τέσσερα διακριτά τμήματα, ένα για κάθε μία από τις εννοιολογικές κατασκευές ΔΓΙ, ενώ σε κάθε τμήμα υπάρχουν τρεις δηλώσεις με τις οποίες το υποκείμενο καλείται να επιδείξει το βαθμό συμφωνίας ή διαφωνίας του.

Ταυτόχρονα, έγινε εξέταση της εφαρμοσιμότητας του ΕΜΕΔΓΙ στο συγκεκριμένο πλαίσιο, μέσα από παραγοντική ανάλυση των δηλώσεών του για διάφορες υποομάδες του δείγματος. Προέκυψε πως το ΕΜΕΔΓΙ αποτελεί ένα έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο μέτρησης της ΔΓΙ αφού οι παράγοντες που εντοπίστηκαν κατά τις παραγοντικές αναλύσεις των δηλώσεών του, δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερες διαφορές σε σχέση με αυτούς που εντοπίστηκαν από τους Lee κ. ά (2003). Κάποιες αποκλίσεις που αφορούν τις παραγοντικές αναλύσεις που έγιναν στα πλαίσια της παρούσας έρευνας σε σχέση με την έρευνα των Lee κ. ά (2003) ήταν αναμενόμενες, δεδομένου αφενός της διαφορετικότητας του μαθητικού πληθυσμού που χρησιμοποιήθηκε στο δείγμα, όσον αφορά το ηλικιακό επίπεδο και το μέγεθος του δείγματος,

και αφετέρου του διαφορετικού κοινωνικού, εκπαιδευτικού και πολιτισμικού πλαισίου στο οποίο βιώνουν οι μαθητές των δύο ερευνών. Συγκεκριμένα, η έρευνα των Lee κ. ά (2003) είχε ως δείγμα διακόσιους εβδομήντα εννέα (279) μαθητές 10^{ης} και 11^{ης} τάξης από σχολεία αστικών περιοχών της Κορέας, ενώ η παρούσα έρευνα είχε ως δείγμα τετρακόσιους πενήντα δύο (452) μαθητές Δ' και Στ' Δημοτικού και Β' Γυμνασίου αστικών και αγροτικών περιοχών της Κύπρου. Από την παραγοντική ανάλυση προέκυψε επίσης ότι το ΕΜΕΔΓΙ μετρά εγκυρότερα τη ΔΓΙ για τα κορίτσια, καθώς και για τα υποκείμενα της Β' Γυμνασίου, των οποίων το ηλικιακό επίπεδο προσεγγίζει περισσότερο το ηλικιακό επίπεδο των μαθητών για τους οποίους το ΕΜΕΔΓΙ δημιουργήθηκε αρχικά, από τους Lee κ. ά (2003).

Επιπρόσθετα, οι παραγοντικές αναλύσεις που έγιναν στις δηλώσεις του ΕΜΕΔΓΙ όσον αφορά την ΠΟ που είχε εμπλακεί σε παρέμβαση που ενσωμάτωνε τη ΔΓΙ, δηλαδή οι παραγοντικές αναλύσεις που διενεργήθηκαν για ολόκληρη την ΠΟ και ξεχωριστά ανά τάξη και ανά φύλο, επεξηγούσαν υψηλό ποσοστό της διασποράς που κυμαινόταν σε όλες τις περιπτώσεις γύρω στο 70%. Παρόμοια ποσοστά της διασποράς που επεξηγούνται από τις τέσσερις εννοιολογικές κατασκευές ΔΓΙ, που αποτελούν το ΕΜΕΔΓΙ, εντοπίστηκαν και από τους Lee, κ. ά. (2003), σε δύο διαφορετικά σενάρια, που αφορούσαν τις τροχαλίες και την παράλληλη σύνδεση λαμπτήρων σε ηλεκτρικό κύκλωμα. Στα πλαίσια της παρούσας ερευνητικής εργασίας, διαπιστώθηκε πως ο παράγοντας του ΕΜΕΔΓΙ που επεξηγούσε μεγαλύτερο ποσοστό της διασποράς ήταν το ενδιαφέρον. Κατά συνέπεια, για την προώθηση της δημιουργίας ΔΓΙ για τα παιδιά και κατ' επέκταση για την επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής, απαιτείται ο σχεδιασμός και εφαρμογή διδακτικών παρεμβάσεων που να κεντρίζουν το ενδιαφέρον του μαθητή ή ακόμη και να επικεντρώνονται γύρω από αυτό.

Ταυτόχρονα, οι μικρές αποκλίσεις που εντοπίστηκαν στις παραγοντικές αναλύσεις ανά τάξη και φύλο, σε σχέση με την παραγοντική ανάλυση που έγινε από τους Lee, κ. ά (2003), φανερώνουν πως υπάρχει η ανάγκη βελτίωσής του ούτως ώστε να γίνει πιο ευαίσθητο ως προς τα ατομικά χαρακτηριστικά και το πολιτιστικό περιβάλλον των παιδιών. Η προσπάθεια του Lee και των συνεργατών του (Lee, & Kwon, 2001. Lee, et al., 2003) για την ανάπτυξη μιας έγκυρης και αξιόπιστης μεθοδολογίας μέτρησης της ΔΓΙ θα πρέπει να συνεχιστεί. Συγκεκριμένα, κάθε εννοιολογική κατασκευή της ΔΓΙ θα μπορούσε να μετρείται με περισσότερες από τρεις δηλώσεις, ούτως ώστε να προκύπτουν ακριβέστερες μετρήσεις. Επιπλέον, για τη βελτίωση του ΕΜΕΔΓΙ, απαιτείται η εφαρμογή του σε περισσότερα γνωστικά πεδία που είτε αφορούν είτε δεν αφορούν τις Φυσικές Επιστήμες. Υπάρχει επίσης η

ανάγκη διεύρυνσης του λειτουργικού ορισμού της ΔΓΙ και ενσωμάτωσης σε αυτήν κι άλλων γνωστικών και συναισθηματικών παραγόντων.

Επιπρόσθετα, μέσα από την ανάλυση των ποσοτικών δεδομένων, προέκυψε ένα μοντέλο πρόβλεψης της επίδοσης των μαθητών, που ενσωματώνει τη Γενική Νοητική Ικανότητα και το άγχος. Το μοντέλο που προέκυψε είναι συμβατό με τα ερευνητικά αποτελέσματα που προέκυψαν σε έρευνα των Kang, κ. ά (2005), στην οποία διαπιστώθηκε υψηλή συσχέτιση ανάμεσα στη ΔΓΙ και την εννοιολογική αλλαγή, παρόλο που η παρουσία ΔΓΙ δεν εγγυάται την ύπαρξη εννοιολογικής αλλαγής. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ίδιας έρευνας, οι συναισθηματικοί παράγοντες δεν ήταν τόσο σημαντικοί για την πρόβλεψη της επίδοσης των μαθητών, ενώ ούτε και η ΔΓΙ είχε σημαντική προβλεπτική ικανότητα στην επίδοση. Οι ερευνητές απέδωσαν το φαινόμενο αυτό στο γεγονός ότι ίσως απέτυχαν να συμπεριλάβουν τη μελέτη σημαντικών παραγόντων στην εργασία τους, όπως οι κοινωνικές αλληλεπιδράσεις ή άλλα γνωστικά και συναισθηματικά χαρακτηριστικά των υποκειμένων, αφού το φαινόμενο της οικοδόμησης εννοιών είναι δυναμικό και πολύπλοκο. Ωστόσο, υπέδειξαν πως οι συναισθηματικοί παράγοντες θα πρέπει να ενσωματώνονται στη διδασκαλία, ενώ θα πρέπει να δημιουργείται ποικιλία μαθησιακών περιβαλλόντων στην τάξη και να υπάρχει διαφοροποίηση, ώστε να ενθαρρύνονται οι μαθητές να επιχειρούν την εννοιολογική αλλαγή εκεί όπου κρίνεται απαραίτητη.

Σύμφωνα με τη Limon (2001), υπάρχουν δύο μεγάλες κατηγορίες παραγόντων που καθορίζουν πόσο εποικοδομητική είναι ΔΓΙ όσον αφορά την οικοδόμηση γνώσης. Η πρώτη κατηγορία αποτελείται από μεταβλητές που σχετίζονται με το μαθητή, όπως η προϋπάρχουσα γνώση, το ενδιαφέρον και τα κίνητρα, οι επιστημολογικές πεποιθήσεις, οι αξίες και οι στάσεις απέναντι στη μάθηση, ο βαθμός γνωστικής εμπλοκής του ατόμου στο πρόβλημα και οι δεξιότητες συλλογισμού. Η δεύτερη κατηγορία που καθορίζει το βαθμό στον οποίο η ΔΓΙ είναι εποικοδομητική αποτελείται, σύμφωνα με τη Limon (2001), από παράγοντες που σχετίζονται με το **κοινωνικό πλαίσιο** στο οποίο λαμβάνει χώρα η μάθηση. Τέτοιες μεταβλητές σχετίζονται κυρίως με τον εκπαιδευτικό και συνίστανται σε κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, σε επιστημολογικές πεποιθήσεις σχετικά με τη φύση της διδασκαλίας και της μάθησης, στη γνώση περιεχομένου του εκπαιδευτικού, στο ενδιαφέρον και τα κίνητρά του, στις διδακτικές μεθοδολογίες που εφαρμόζει και στο επίπεδο κατάρτισης του εκπαιδευτικού.

Στα πλαίσια της ποιοτικής φάσης της παρούσας ερευνητικής εργασίας, έγινε συλλογή δεδομένων μέσα από δεκαπέντε (15) ημιδομημένες, ατομικές κλινικές συνεντεύξεις με παιδιά

Δ' και Στ' Δημοτικού και Β' Γυμνασίου, που δεν είχαν λάβει μέρος στη φάση της συλλογής των ποσοτικών δεδομένων. Τα ποιοτικά δεδομένα λειτούργησαν υποστηρικτικά και συμπληρωματικά ως προς τα ποσοτικά, παρέχοντας πολύτιμη πληροφόρηση για την εις βάθος κατανόηση της πορείας συλλογισμού των ατόμων που εμπλέκονται στη διαδικασία ΔΓΙ με στόχο την επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής. Ταυτόχρονα, στόχο της ποιοτικής έρευνας αποτέλεσε και η τριγωνοποίηση των αποτελεσμάτων της ποσοτικής έρευνας.

Μέσα από την ανάλυση των ποιοτικών δεδομένων, προέκυψε πως τα άτομα κατέχουν ποικιλία εναλλακτικών αντιλήψεων σχετικά με το φαινόμενο της πλεύσης ή βύθισης, που ενεργοποιούνται ανάλογα με το πρόβλημα ή το ερώτημα το οποίο καλούνται να επιλύσουν τα άτομα. Η έλλειψη συνέπειας όσον αφορά τη χρήση των αρχικών ή εναλλακτικών αντιλήψεων είναι συμβατή με έρευνες που παρουσιάζουν τη γνώση ως κατακερματισμένη σε τμήματα, ή «φαινομενολογικά πρωτότυπα» (DiSessa, 1988. 1993. DiSessa, & Thijs, 1998), που ενεργοποιούνται ανάλογα με το πλαίσιο. Σύμφωνα με άλλους ερευνητές (Carey, 1985. Carey, 1986. Carey, 2000. McCloskey, 1983. Vosniadou κ.ά., 1997. Driver, Guesne, & Thiberghien, 1985), πίσω από τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών, υπάρχουν θεωρητικά μοντέλα, στα οποία οι διαισθητικές έννοιες συνδέονται μεταξύ τους έχοντας συγκεκριμένα επεξηγηματικά πλαίσια. Όταν οι συνδέσεις μεταξύ των εννοιών είναι περιορισμένες ή ελλειπείς, τότε τα μοντέλα καθίστανται ανεπαρκή για την επεξήγηση φαινομένων. Κατά συνέπεια, συχνά, τα διαισθητικά μοντέλα των μαθητών αποδεικνύονται ανεπαρκή και είτε χαρακτηρίζονται από έλλειψη εσωτερικής συνοχής, είτε γίνεται ενεργοποίηση διαφορετικών μοντέλων για την επεξήγηση ενός φαινομένου, ανάλογα με το πλαίσιο, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει ενιαίο επεξηγηματικό πλαίσιο για το φαινόμενο.

Επίσης, μέσα από την ανάλυση των ποιοτικών δεδομένων, προέκυψε πως οι μαθητές μετακινήθηκαν από την εναλλακτική χρήση ποικιλίας αρχικών αντιλήψεων, σε συστηματική χρήση μιας τελικής αντίληψης για επίλυση όλων των προβληματικών καταστάσεων που αφορούσαν το φαινόμενο της πλεύσης μετά την παρέμβαση, κατά την οποία βίωσαν ΔΓΙ. Συγκεκριμένα, ενώ κατά τη διάγνωση των αρχικών αντιλήψεων η πλειοψηφία των μαθητών χρησιμοποίησε εναλλακτικά ποικιλία αντιλήψεων, σύμφωνα με τις οποίες η βύθιση ή η πλεύση καθορίζονται αποκλειστικά είτε από το υγρό είτε από το αντικείμενο, κατά τη διάγνωση των τελικών αντιλήψεων, η πλειοψηφία των συμμετεχόντων στις συνεντεύξεις απέδωσε το φαινόμενο σε συσχετισμό παραγόντων που αφορούσαν τόσο το υγρό όσο και το αντικείμενο. Συνεπώς, υπήρξε μετακίνηση προς πιο σύνθετες αντιλήψεις, ως προς την επεξήγηση του φαινομένου της πλεύσης, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι ο βαθμός γνωστικής

μετακίνησης ήταν ο ίδιος για όλα τα άτομα. Ταυτόχρονα, κατά τη διάγνωση των τελικών αντιλήψεων, διαπιστώθηκε πως τα άτομα επέδειξαν συνέπεια ως προς τις επεξηγήσεις τους, αφού μετακινήθηκαν από την εναλλακτική χρήση ποικιλίας αντιλήψεων, στη συστηματική χρήση μίας ενιαίας αντίληψης, με βάση την οποία επέλυσαν όλες τις προβληματικές καταστάσεις που σχετίζονταν με το φαινόμενο της βύθισης- πλεύσης. Η αύξηση του βαθμού γνωστικής συνέπειας των απαντήσεων, υποδηλώνει πως μέσα από την παρέμβαση προωθήθηκε, πέραν από την εννοιολογική αλλαγή, η δημιουργία περισσότερο συγκροτημένων και ολοκληρωμένων μοντέλων ή επεξηγηματικών πλαισίων, με βάση τα οποία γίνονταν η ερμηνεία του φαινομένου της βύθισης- πλεύσης.

Όσον αφορά το βαθμό γνωστικής συνέπειας, υπήρξε συνεπώς απόκλιση των αποτελεσμάτων μεταξύ της ποσοτικής και της ποιοτικής ανάλυσης. Συγκεκριμένα, κατά τη διάγνωση των τελικών αντιλήψεων των υποκειμένων μέσα από τα ποσοτικά δεδομένα, διαπιστώθηκε πτώση του βαθμού γνωστικής συνέπειας σε σχέση με το βαθμό συνέπειας των διαγνωσμένων αρχικών αντιλήψεων. Το γεγονός ότι μέσα από την εξατομικευμένη εφαρμογή της μεθοδολογίας που ενσωματώνει τη ΔΓΙ οικοδομήθηκαν σταθερότερες και πιο συγκροτημένες αντιλήψεις, φανερώνει ότι παρεμβάσεις του τύπου αυτού ίσως να προωθούν αποτελεσματικότερα την εννοιολογική κατανόηση, σε σχέση με τις παρεμβάσεις που απευθύνονται σε ομάδες πληθυσμού.

Επιπρόσθετα, μέσα από τις συνεντεύξεις, προέκυψε πως οι μαθητές επέδειξαν ενδιαφέρον, το οποίο δεν ήταν αποτέλεσμα της αναγνώρισης αντιφατικών δεδομένων και μόνον, αλλά επέδειξαν γενικότερο ενδιαφέρον, αφενός σχετικά με το φαινόμενο της πλεύσης- βύθισης, και αφετέρου σχετικά με τη διερευνητική φύση της παρέμβασης. Για αρκετά από τα άτομα, το ενδιαφέρον δεν είχε κορεστεί ακόμα και από το τέλος των συνεντεύξεων. Ακόμη και στην περίπτωση κατά την οποία ένας μαθητής, ο οποίος είχε επιδείξει χαμηλό ενδιαφέρον για το πρόβλημα, όπως προέκυψε μέσα από την κλινική συνέντευξη, η διαδικασία θα μπορούσε να διαφοροποιηθεί με τρόπο ώστε να εστιαστεί σε πτυχές του προβλήματος για τις οποίες ο συγκεκριμένος μαθητής είχε επιδείξει εξειδικευμένο ενδιαφέρον με στόχο την επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής.

Επιπλέον, οι συμμετέχοντες υποστήριξαν πως η διαδικασία ΔΓΙ υποκίνησε το ενδιαφέρον τους λόγω της διαπίστωσης του χάσματος ανάμεσα στις υπάρχουσες αντιλήψεις και τα φαινόμενα, ενώ το άγχος ή η αγωνία βιώθηκαν στιγμιαία και ξεπεράστηκαν σταδιακά, μέσα από την εμπλοκή σε διδακτικές παρεμβάσεις και μέσα από διαρκή επαναξιολόγηση και αντιπαραβολή με τις αρχικές αντιλήψεις. Η ταυτόχρονη ύπαρξη ενδιαφέροντος αλλά και

αρνητικών συναισθημάτων όπως το άγχος ή η αγωνία όταν ένα υποκείμενο αντιμετωπίζει μια προβληματική κατάσταση και αναγνωρίζει ανώμαλα ή αντιφατικά δεδομένα επιβεβαιώνεται από τους Lee, κ. ά (2003) και από τους Mounshovitz- Hadar και Hadass (1990).

Μέσα από τις συνεντεύξεις προέκυψε επίσης πως όλοι οι συμμετέχοντες ήταν σε θέση να αναγνωρίσουν πλήρως ή μερικώς τα αντιφατικά δεδομένα. Κατά συνέπεια, μέσα από την προβληματική κατάσταση που δημιουργήθηκε, δόθηκε η ευκαιρία στους συμμετέχοντες να αναγνωρίσουν την ανεπάρκεια των αρχικών τους αντιλήψεων για την επεξήγηση του φαινομένου της πλεύσης, στοιχείο που αποτελεί το πρώτο βήμα προς την εννοιολογική αλλαγή. Σύμφωνα με τους Lee, κ. ά (2003), αν ο μαθητής δεν αναγνωρίσει το χάσμα ανάμεσα στις υπάρχουσες αντιλήψεις και στην επιστημονικά αποδεκτή επεξήγηση ενός φαινομένου, ή ακόμη αν δεν επιθυμεί να βιώσει τη ΔΓΙ έστω κι αν αναγνωρίσει αυτό το χάσμα, τότε πιθανόν η ΔΓΙ να αποτελέσει μια μαθησιοκτόνα διαδικασία (Vermunt, & Verloop, 1999).

Παράλληλα, όλοι οι μαθητές προέβησαν είτε σε ολική είτε σε μερική επαναξιολόγηση των αρχικών αντιλήψεών τους, ενώ για όλους παρατηρήθηκε κάποια γνωστική μετακίνηση. Ωστόσο, κάποια από τα άτομα υπερτίμησαν τη μετακίνηση αυτή, δηλαδή, ενώ ήταν σε θέση να αναπαραγάγουν τα συμπεράσματα στα οποία είχαν καταλήξει μέσα από την παρέμβαση και να εντοπίσουν λεκτικά την εννοιολογική αλλαγή, εντούτοις δεν εφάρμοσαν επαρκώς τις αντιλήψεις αυτές για επίλυση της προβληματικής κατάστασης. Σύμφωνα με τους Pozo και Gomez- Cresco (2005), ακόμα και άτομα που θεωρούνται έμπειρα σε ένα γνωστικό πεδίο, εξακολουθούν να διατηρούν, παράλληλα με τις εξειδικευμένες επιστημονικές αντιλήψεις, διαισθητικές ιδέες, που ενεργοποιούνται ανάλογα με το πλαίσιο. Οι επιστημονικές και οι διαισθητικές αντιλήψεις, παρόλο που είναι σε αρκετές περιπτώσεις συμβατές όσον αφορά την επεξήγηση φαινομένων, εντούτοις παρουσιάζουν συχνά ασυμβατότητες όσον αφορά τις οντολογικές και επιστημολογικές πεποιθήσεις με βάση τις οποίες οικοδομούνται. Αυτή η ασυμβατότητα δεν γεφυρώνεται με ολοκληρωτική αντικατάσταση των υπάρχουσων θεωριών αλλά με διαφοροποίηση, εμπλουτισμό και εφαρμογή τους σε διαφορετικά πλαίσια (Kirsh, & Maglio, 1994).

Τα αποτελέσματα της ποσοτικής ανάλυσης τριγωνοποιήθηκαν από τα αποτελέσματα της ποιοτικής ανάλυσης, αφού η ποιοτική ανάλυση λειτούργησε υποστηρικτικά για τα αποτελέσματα της ποσοτικής. Συγκεκριμένα, τόσο μέσα από τα ποσοτικά όσο και μέσα από τα ποιοτικά δεδομένα, προέκυψε πως οι μαθητές παρουσιάζουν ποικιλία εναλλακτικών αντιλήψεων σε σχέση με το φαινόμενο που εξετάστηκε. Οι αντιλήψεις αυτές ήταν άλλοτε αρκετά σαφείς και συγκροτημένες και παρείχαν ένα συγκεκριμένο επεξηγηματικό πλαίσιο

όσον αφορά το φαινόμενο, ενώ άλλοτε ήταν αποσπασματικές και κατακερματισμένες, ενώ ενεργοποιούνταν ανάλογα με το ερώτημα και χωρίς να υπάρχει συνέπεια στη χρήση τους. Τόσο κατά την όσο ποσοτική και κατά την ποιοτική ανάλυση, σύμφωνα με τις κυρίαρχες αρχικές αντιλήψεις που εντοπίστηκαν, η βύθιση- πλεύση αποτελεί φαινόμενο που καθορίζεται αποκλειστικά είτε από το υγρό, είτε από το αντικείμενο, ενώ ελάχιστα ήταν τα άτομα που ήταν σε θέση να συσχετίσουν φυσικά χαρακτηριστικά του υγρού και του αντικειμένου και να λάβουν υπόψη το συσχετισμό αυτό στην επεξήγηση του φαινομένου.

Ωστόσο, παρόλο που οι μεθοδολογίες συλλογής ποιοτικών και ποσοτικών δεδομένων ήταν διαφορετικές, εντούτοις εντοπίστηκε πως κατά την ποσοτική φάση οι αρχικές αντιλήψεις εκφράστηκαν με μεγαλύτερη συνέπεια, ενώ κατά την ποιοτική φάση, υπήρχε μεγάλος βαθμός ασυνέπειας ως προς τις αρχικές αντιλήψεις που εκφράστηκαν. Η διάσταση αυτή μπορεί να αιτιολογηθεί, αν ληφθεί υπόψη η εξατομικευμένη φύση της ημιδομημένης κλινικής συνέντευξης, μέσα από την οποία υπάρχει η δυνατότητα λεπτομερέστερης αποτύπωσης των αντιλήψεων των ατόμων, όπως επίσης και ενδελεχούς κατανόησής τους (Denzin, & Lincoln, 2000. Miles, & Huberman, 1994). Το γεγονός ότι κατά την ποσοτική φάση οι αρχικές αντιλήψεις εκφράστηκαν με μεγαλύτερη συνέπεια είναι ενδεικτικό του γεγονότος ότι οι διαισθητικές αντιλήψεις δομούνται μέσα από την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον (Driver, κ. ά., 1995. Niaz, 1997. Posner, κ. ά., 1982) και είναι συνήθως οργανωμένες σε διαισθητικές θεωρίες που παρουσιάζουν εσωτερική συνοχή, γεγονός που τις καθιστά επίμονες και ανθεκτικές ως προς την εννοιολογική αλλαγή (Clough, & Driver, 1986. Lee, κ. ά., 2003, Tytler, 1993. Vosniadou, 1994).

Όσον αφορά τις τελικές αντιλήψεις, τα ποιοτικά δεδομένα λειτούργησαν επίσης υποστηρικτικά προς τα ποσοτικά, αφού διαπιστώθηκε γνωστική μετακίνηση για τα υποκείμενα τα οποία είχαν βιώσει τη ΔΓΙ. Ιδιαίτερα όσον αφορά τα ποσοτικά δεδομένα, η μετακίνηση ήταν μεγαλύτερη για τις ηλικιακές ομάδες (τάξεις) που είχαν βιώσει παρεμβάσεις που ενσωμάτωναν ΔΓΙ σε σχέση με τις ηλικιακές ομάδες (τάξεις) στις οποίες επιδιώχθηκε η κατανόηση των επιστημονικά αποδεκτών ερμηνειών για το φαινόμενο της βύθισης- πλεύσης χωρίς την ενσωμάτωση της διαδικασίας ΔΓΙ. Η γνωστική μετακίνηση που παρατηρήθηκε, τόσο σε σχέση με τα ποσοτικά όσο και με τα ποιοτικά δεδομένα, γινόταν από απλούστερα επεξηγηματικά πλαίσια του φαινομένου σε πιο σύνθετα επεξηγηματικά πλαίσια, σύμφωνα με τα οποία η πλεύση οφείλεται σε συνδυασμό χαρακτηριστικών του υγρού και του αντικειμένου. Η μετακίνηση αυτή, από απλούστερα σε πιο σύνθετα επεξηγηματικά πλαίσια, παρατηρήθηκε τόσο στην ποσοτική όσο και στην ποιοτική ανάλυση, ωστόσο ο βαθμός

μετακίνησης δεν ήταν ο ίδιος για όλα τα υποκείμενα. Συγκεκριμένα, όπως προέκυψε από την ποσοτική ανάλυση, η μετακίνηση ήταν μεγαλύτερη για τα κορίτσια μεγαλύτερων τάξεων.

Ο Tytler (1988, 2000), υποστήριξε πως κατά την εννοιολογική, αλλαγή οι μαθητές εμπλέκονται σε μία σταδιακή, προοδευτική διαδικασία που χαρακτηρίζεται από ολοένα και μεγαλύτερη χρήση αφηρημένων ή γενικεύσιμων νοητικών σχημάτων. Επειδή η διαδικασία είναι σταδιακή, συνεχίζει ο ερευνητής, ακόμα και μετά την υιοθέτηση των επιστημονικά αποδεκτών εννοιών, οι μαθητές δεν είναι σε θέση να τις εφαρμόσουν σε όλα τα πλαίσια, αλλά χρειάζεται αρχικά να μάθουν να χρησιμοποιούν τις τελικές αντιλήψεις για να αντικαθιστούν επιτυχώς τις αρχικές, σε συγκεκριμένα πλαίσια.

Επιπλέον, όσον αφορά την εμπειρία ΔΓΙ, τα ποιοτικά δεδομένα λειτούργησαν συμπληρωματικά ως προς τα ποσοτικά. Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα της ποσοτικής και της ποιοτικής ανάλυσης, παρουσιάζουν σύγκλιση ως προς τον εντοπισμό των τεσσάρων εννοιολογικών κατασκευών ΔΓΙ, όπως αυτές ορίστηκαν από τους Lee, κ. ά. (2003). Συγκεκριμένα, εντοπίστηκε πως στη διαδικασία ΔΓΙ εμπλέκονται τόσο γνωστικοί, συγκεκριμένα η αναγνώριση αντιφατικών δεδομένων και η γνωστική επαναξιολόγηση των αρχικών αντιλήψεων, όσο και συναισθηματικοί παράγοντες, συγκεκριμένα το ενδιαφέρον και το άγχος/ αγωνία για επίλυση της προβληματικής κατάστασης. Η ύπαρξη των τεσσάρων εννοιολογικών κατασκευών της ΔΓΙ, επιβεβαιώθηκε αφενός μέσα από την παραγοντική ανάλυση, ωστόσο μέσα από τα ποιοτικά δεδομένα, αποτυπώθηκε εντονότερα ο τρόπος με τον οποίο βιώνεται η κάθε μία από τις εννοιολογικές κατασκευές. Συγκεκριμένα, μέσα από την ποιοτική ανάλυση των δεδομένων, διαπιστώθηκε ότι το ενδιαφέρον που εμπλέκεται στη διαδικασία ΔΓΙ, αφορά αφενός την προβληματική κατάσταση και, αφετέρου, το φαινόμενο ή τη διερευνητική διαδικασία, γενικότερα. Το ενδιαφέρον, που σύμφωνα με τα ποσοτικά δεδομένα, επεξηγεί το μεγαλύτερο ποσοστό της διασποράς σε σχέση με τις υπόλοιπες εννοιολογικές κατασκευές της ΔΓΙ, παραμένει ακόρεστο μέχρι το τέλος της διαδικασίας, ενώ ταυτόχρονα μπορεί να προωθήσει την εννοιολογική αλλαγή αν ενσωματωθεί με τον κατάλληλο τρόπο στην παρέμβαση.

Παράλληλα, ο εντοπισμός της αρνητικής επίδρασης του άγχους/ αγωνίας στην εννοιολογική αλλαγή, που εντοπίστηκε κατά την ανάλυση των ποσοτικών δεδομένων, εντοπίστηκε και στα ποιοτικά δεδομένα, μέσα από δηλώσεις των συμμετεχόντων. Σύμφωνα με τις δηλώσεις των υποκειμένων, το άγχος/ αγωνία μπορεί να βιώνονται αρχικά, όταν το άτομο αναγνωρίσει τα αντιφατικά δεδομένα, και υπερβαίνεται σταδιακά, μέσα από την εμπλοκή του ατόμου στη διερευνητική διαδικασία.

Ταυτόχρονα, όσον αφορά τις γνωστικές εννοιολογικές κατασκευές ΔΓΙ, μέσα από τα συνολικά αποτελέσματα, προέκυψε πως τα παιδιά Β΄ Γυμνασίου ήταν πιο ευαίσθητα όσον αφορά την αναγνώριση αντιφατικών δεδομένων, σε σχέση με τις Δ΄ και Στ΄ Δημοτικού. Το στοιχείο αυτό είναι συμβατό με την παράλληλη αύξηση της γνωστικής ικανότητας με την αύξηση του ηλικιακού επιπέδου, η οποία επιβεβαιώνεται και από το Raven (2000).

Επιπρόσθετα, μέσα από τα συνολικά αποτελέσματα της ποσοτικής και της ποιοτικής ανάλυσης, προέκυψε πως τα άτομα προβαίνουν σε γνωστική επαναξιολόγηση των αντιλήψεών τους, ωστόσο αυτή είναι συχνά υπερτιμημένη σε σχέση με την εννοιολογική αλλαγή που πραγματικά επιτυγχάνεται, η οποία διαγιγνώσκεται μέσα από την εμπλοκή του μαθητή σε νέες προβληματικές καταστάσεις. Οι μαθητές συχνά υιοθετούν, μέσα από παρεμβάσεις, αντιλήψεις που παρουσιάζουν αντιφάσεις (Tytler, 2000. Clough, & Driver, 1986. Blosser, & Hengelson, 1988), στοιχείο που απορρέει από το χαρακτηριστικό γνώρισμα των νοητικών μοντέλων να αντιστέκονται στην αλλαγή, ακόμα και μετά από συστηματική διδασκαλία που στοχεύει σε αποσταθεροποίηση συγκεκριμένων εναλλακτικών αντιλήψεων (Chan, κ. ά., 1997. Strike, & Posner, 1992. Zohar, & Aharon- Kravetsky, 2005).

Συνοπτικά, βραχυπρόθεσμες διδακτικές παρεμβάσεις ενσωμάτωσης ΔΓΙ μπορούν να προωθήσουν αποτελεσματικά τη μάθηση. Δημιουργούνται, συνεπώς, εκπαιδευτικές ευθύνες όσον αφορά την προώθηση εννοιολογικής κατανόησης μέσω εφαρμογών που απορρέουν από την ενσωμάτωση της ΔΓΙ στην εκπαιδευτική διαδικασία, σε ποικίλους τομείς του εκπαιδευτικού συστήματος. Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα της παρούσας ερευνητικής προσπάθειας έχουν τόσο θεωρητική, όσο και εκπαιδευτική σημασία.

Η θεωρητική σημασία της παρούσας ερευνητικής προσπάθειας, είναι πολυδιάστατη. Συγκεκριμένα, μέσα από τα ερευνητικά αποτελέσματα, εντοπίστηκε η ύπαρξη ενός θεωρητικού κενού όσον αφορά τη μελέτη της συμβολής παραγόντων που εκτείνονται πέραν του γνωστικού τομέα, στις διαδικασίες της ΔΓΙ και της εννοιολογικής αλλαγής. Συνεπώς, διαπιστώθηκε πως τα υπάρχοντα θεωρητικά μοντέλα επεξήγησης της εννοιολογικής αλλαγής (Posner, κ. ά., 1982. Chi, κ. ά., 1994. Lee, & Kwon, 2001. She, 2004) χρειάζεται να διερευνηθούν και να εμπλουτιστούν, με την ενσωμάτωση ποικιλίας συναισθηματικών και άλλων παραγόντων, που εκτείνονται πέραν από το γνωστικό τομέα. Μέσα από την πιο ενδελεχή μελέτη και κατανόηση της συμβολής των συναισθηματικών παραγόντων όσον αφορά την εννοιολογική αλλαγή, μπορεί να υπάρξει μια πληρέστερη και βελτιωμένη θεωρία επεξήγησης του φαινομένου, η οποία να παρουσιάζει εφαρμοσιμότητα σε ποικιλία γνωστικών

πεδίων και καταστάσεων, και που να υποστηρίζεται καλύτερα και από τα ερευνητικά δεδομένα.

Όσον αφορά την εκπαιδευτική σημασία της παρούσας έρευνας, τα αποτελέσματα έχουν τη δυνατότητα ποικιλίας εφαρμογών μέσα από τις οποίες μπορεί να γεφυρωθεί το χάσμα μεταξύ θεωρίας και πράξης όσον αφορά την ενσωμάτωση της ΔΓΙ στη διδακτική πρακτική ως εργαλείου εποικοδομητικής προώθησης της εννοιολογικής αλλαγής. Οι δυνατότητες εφαρμογής των ερευνητικών αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας συνίστανται στην **εκπαίδευση εκπαιδευτικών**, στην **ανάπτυξη κατάλληλων διδακτικών μέσων** που να προωθούν αποτελεσματικά τη μάθηση, καθώς και στην **ανάπτυξη Αναλυτικών Προγραμμάτων** που να προωθούν την σταδιακή οικοδόμηση της γνώσης.

Συγκεκριμένα, όσον αφορά την εκπαίδευση εκπαιδευτικών, τόσο στο προϋπηρεσιακό όσο και στο ενδοϋπηρεσιακό επίπεδο, προκύπτει η ανάγκη δημιουργίας προγραμμάτων που να προωθούν αποτελεσματικά την παιδαγωγική γνώση περιεχομένου. Σύμφωνα με την Parker (2006), τα προγράμματα προετοιμασίας εκπαιδευτικών δεν πρέπει να περιορίζονται στην “παραγωγή” εκπαιδευτικών ικανών να αυξάνουν τη γνώση περιεχομένου των μαθητών, αλλά να τους καθιστούν ικανούς να μετασχηματίζουν το περιεχόμενο της διδασκαλίας με τρόπο ώστε να γίνεται αντίστοιχη με τα γνωστικά χαρακτηριστικά και την προσωπικότητα των συγκεκριμένων μαθητών που αντιμετωπίζει ο κάθε εκπαιδευτικός.

Σύμφωνα με την Parker (2006), για την επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής δεν είναι αρκετή η αναγνώριση αντιφατικών δεδομένων από μέρους των μαθητών, αλλά η συνεχής υποστήριξή τους για σταδιακή επίλυση του χάσματος ή της σύγκρουσης μεταξύ των υπάρχουσων και των επιστημονικά αποδεκτών εννοιών. Η ίδια ερευνήτρια, προσθέτει πως ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να αποτελεί ένα ευαίσθητο δέκτη όλων των αντιδράσεων με τις οποίες εξωτερικεύεται η ΔΓΙ, όπως η επίδειξη περιέργειας ή ενθουσιασμού για την επίλυση μιας προβληματικής κατάστασης, ή η αναστάτωση που εξωτερικεύουν οι μαθητές, και να κατευθύνει τη σύγκρουση προς την επίλυσή της. Στη διαδικασία ΔΓΙ εμπλέκονται λοιπόν, μεταγνωστικές διαδικασίες, τόσο όσον αφορά την αναγνώριση της ανεπάρκειας των υπάρχουσων ιδεών αλλά και όσον αφορά την επίλυση της σύγκρουσης. Παρέχοντας, λοιπόν, πλούσιες εμπειρίες εμπλοκής των μαθητών σε τέτοιες διαδικασίες, καταλήγει η Parker (2006), προωθείται η ανάπτυξη δεξιοτήτων ελέγχου των γνωστικών διαδικασιών στις οποίες εμπλέκονται οι μαθητές κατά την εννοιολογική αλλαγή και κατά συνέπεια, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να είναι σε θέση να αναπτύσσουν τις ικανότητες αυτές.

Όσον αφορά το σχεδιασμό της διδασκαλίας ή τη δημιουργία σεναρίων μέσα από τα οποία προωθείται η εννοιολογική αλλαγή, μέσα από ΔΓΙ, οι Mortimer και Machado (2000) υποστήριξαν ότι δεν είναι αρκετός ο σχεδιασμός διδακτικών επεισοδίων ή εμπειριών μέσα από τις οποίες προωθείται η ΔΓΙ, αλλά η στήριξη των μαθητών ώστε να αναγνωρίζουν το χάσμα ανάμεσα στις υπάρχουσες και τις επιστημονικά αποδεκτές αντιλήψεις. Κατά συνέπεια, σύμφωνα με τους ίδιους ερευνητές, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να βρίσκονται σε συνεχή προβληματισμό όσον αφορά τον τρόπο με τον οποίο στηρίζουν τους μαθητές κατά τη διαδικασία επίλυσης της σύγκρουσης. Λαμβάνοντας υπόψη ότι το περιβάλλον της τάξης είναι δυναμικό και ότι εμπεριέχει κοινωνικές αλληλεπιδράσεις ατόμων, οι Mortimer και Machado (2000), θεωρούν ότι ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να λαμβάνει σοβαρά υπόψη τις αλληλεπιδράσεις αυτές και να στηρίζει την κοινωνική οικοδόμηση της γνώσης, δρώντας στη Ζώνη Εγκύτερης Ανάπτυξης, όπως αναπτύχθηκε από τον Vygotsky.

Επεκτείνοντας, οι Park, Oliver, Johnson, Graham, και Oppong (2007), υποστήριξαν ότι το αντικείμενο του διδασκαλικού επαγγέλματος βρίσκεται ενσωματωμένο αφενός στο γνωστικό περιεχόμενο που ο εκπαιδευτικός καλείται να μεταδώσει, και αφετέρου στο κοινωνικό πλαίσιο στο οποίο επισυμβαίνει η διαδικασία της διδασκαλίας και μάθησης. Οι εκπαιδευτικοί, σύμφωνα με τους Park, κ. ά (2007), καλούνται να επεκτείνουν τη γνώση περιεχομένου των μαθητών μέσω κοινωνικών αλληλεπιδράσεων οι οποίες επηρεάζουν ποικιλότροπα την οικοδόμηση νοήματος από τους μαθητές και, κατά συνέπεια, θα πρέπει να είναι ικανοί να χειρίζονται τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις που επισυμβαίνουν στο πλαίσιο της σχολικής τάξης με τρόπο που προωθεί αποτελεσματικότερα τα μαθησιακά αποτελέσματα.

Επιπρόσθετα, σύμφωνα με τους Raven, Johnstone, και Varley (1985), η ικανότητα αυτοκατευθυνόμενης μάθησης και η εμπλοκή σε σύνθετες εκπαιδευτικές δραστηριότητες όπως είναι οι διερευνήσεις, προωθούν την ανάπτυξη της γνωστικής ικανότητας. Σύμφωνα με τους προηγούμενους ερευνητές, θα πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στην ανάπτυξη δεξιοτήτων αυτοκατευθυνόμενης μάθησης, μέσα από το εκπαιδευτικό σύστημα, διότι η αυτοκατευθυνόμενη μάθηση προωθεί την ανάπτυξη της αυτοεκτίμησης και δημιουργεί στους μαθητές την επιθυμία να έχουν έλεγχο όσον αφορά τους στόχους που θέτουν κατά τη μαθησιακή διαδικασία. Ταυτόχρονα, η ανάπτυξη δεξιοτήτων αυτοκατευθυνόμενης μάθησης, υποβοηθεί τον εκπαιδευτικό να εμπιστεύεται περισσότερο τις ικανότητες των μαθητών του.

Σύμφωνα με τους Fisher (1998), Nutbrown (1994) και Georghiades (2004), οι συλλογιστικές δεξιότητες και ειδικότερα οι δεξιότητες ελέγχου όσον αφορά την επίλυση προβλήματος μπορούν να ενσωματωθούν και να προωθηθούν μέσα από διδακτικές

παρεμβάσεις. Ειδικότερα, τα άτομα θα πρέπει να υποβοηθούνται ώστε να εμπλέκονται συνειδητά και να ασκούν έλεγχο όσον αφορά την οργάνωση των συλλογισμών τους. Με τον τρόπο αυτό, η αποτελεσματική μάθηση δεν αποτελεί απλά χειρισμό πληροφοριών με τρόπο ώστε να ενσωματώνονται αποτελεσματικά σε μια υπάρχουσα βάση δεδομένων αλλά εμπλέκει την δεξιότητα κατεύθυνσης της προσοχής του ατόμου στο περιεχόμενο που έχει αφομοιωθεί, στο συσχετισμό μεταξύ αρχικών και τελικών αντιλήψεων και στην επίγνωση των διαδικασιών που διευκολύνουν τη διαδικασία αυτή. Κατά συνέπεια, η γνωστική ανάπτυξη του ατόμου ως φυσική εξελικτική διαδικασία αφενός και αφετέρου η εμπλοκή του ατόμου σε εκπαιδευτικές εμπειρίες εντός του τυπικού περιβάλλοντος της τάξης μπορούν να δικαιολογήσουν την αύξηση της γνωστικής ικανότητας που παρατηρείται με την αύξηση της ηλικίας που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση.

Σύμφωνα με τους Hennesy, Wishart, Whitelock, Deaneay, Brawn, laVelle, McFarlane, Ruthven, & Winterbottom (2007), οι εκπαιδευτικοί ήδη προσανατολίζονται προς τη χρήση νέων τεχνολογιών για εμπλοκή των μαθητών σε υποθετικές προβληματικές καταστάσεις με εποπτικοποιημένα, εικονικά πειράματα που πραγματοποιούνται με τη χρήση προσομοιώσεων. Τέτοιες προσεγγίσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ένας από τους μηχανισμούς ανάπτυξης της δεξιότητας αναγνώρισης αντιφατικών δεδομένων και ενίσχυσης των μη τυπικών ή άτυπων μορφών εννοιολογικής κατανόησης, σε περίπτωση που η ΔΓΙ δεν βιώνεται ή δεν επιλύεται επαρκώς. Σύμφωνα με τους ίδιους ερευνητές, οι προσομοιώσεις, η συλλογή δεδομένων μέσω ΗΥ και η ενσωμάτωση άλλων δυναμικών ηλεκτρονικών μέσων μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εργαλεία για ενθάρρυνση και υποστήριξη προβληματισμών, για εποπτικοποίηση επιστημονικών εννοιών και φυσικών διαδικασιών και κατ' επέκταση για γεφύρωση του χάσματος μεταξύ τυπικών και μη τυπικών μορφών εννοιολογικής κατανόησης.

Δεδομένου, λοιπόν, του γεγονότος ότι η ΔΓΙ αποτελεί μια διαδικασία η οποία όταν εφαρμόζεται ορθά έχει τη δυνατότητα προώθησης μαθησιογενών αποτελεσμάτων, είναι απαραίτητη η δημιουργία Αναλυτικών Προγραμμάτων τα οποία να προωθούν την ενσωμάτωση της διαδικασίας αυτής στην καθημερινή διδακτική πράξη. Τέτοια Αναλυτικά Προγράμματα θα είναι δομημένα με τρόπο που να εμπλέκουν τους μαθητές διαρκώς σε προβληματικές καταστάσεις οι οποίες να τους διευκολύνουν στην αναγνώριση των εναλλακτικών τους ιδεών και, μέσα από τη συνεχή υποστήριξη του εκπαιδευτικού, να δίδουν ευκαιρίες στα παιδιά για επίλυση των ΔΓΙ μέσα από ποικιλία μεθοδολογιών. Τα τέσσερα εννοιολογικά συστατικά της ΔΓΙ (ενδιαφέρον, άγχος/ αγωνία, ενδιαφέρον, γνωστική επαναξιολόγηση) προϋποθέτουν την εφαρμογή μεταγνωστικών δεξιοτήτων ή δεξιοτήτων

ελέγχου κατά την εμπλοκή του ατόμου στη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής. Το άτομο, κατά την εμπλοκή του στη διαδικασία της ΔΓΙ με την παρέμβαση που εφαρμόστηκε, κλήθηκε να σκεφτεί κριτικά και είχε ευκαιρίες να συνειδητοποιήσει τις νοητικές διαδικασίες στην οποίες εμπλεκόταν μέχρι την επίλυση της ΔΓΙ.

Επιπρόσθετα, σύμφωνα με το Georghiades (2004), υπάρχει ερευνητικό ενδιαφέρον για πτυχές της μεταγνώσης που τεκμηριώνεται αν αναλογιστεί κανείς την ανάπτυξη της τεχνολογίας και της γνώσης. Προκύπτει η ανάγκη διαμόρφωσης, μέσα από το εκπαιδευτικό σύστημα, Αναλυτικών Προγραμμάτων που να προωθούν την ανάπτυξη μεταγνωστικών δεξιοτήτων, οι οποίες ενυπάρχουν στη ΔΓΙ η οποία είναι εν πολλοίς μια αυτοκατευθυνόμενη διαδικασία. Τέτοια Αναλυτικά Προγράμματα, θα πρέπει να παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές για εμπλοκή σε διαδικασίες αυτοκατευθυνόμενης μάθησης. Η εννοιολογική κατανόηση είναι αποτελεσματικότερη όταν οι μαθητές έχουν επίγνωση των διαδικασιών στις οποίες εμπλέκονται κατά την επίλυση προβλημάτων σε οποιοδήποτε γνωστικό αντικείμενο.

Για τη δημιουργία ωστόσο τέτοιων Αναλυτικών Προγραμμάτων, χρειάζεται να γίνει περαιτέρω έρευνα όσον αφορά την αποκωδικοποίηση του μηχανισμού ΔΓΙ. Θα ήταν καλό η έρευνα να προσανατολιστεί στην εξειδίκευση της διαδικασίας ΔΓΙ ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο εξωτερικεύεται. Μέσα από τη βιβλιογραφία αναφέρεται ποικιλία μορφών ΔΓΙ, όπως η οπτική, η κιναισθητική και η κοινωνική σύγκρουση (Druyan, 1997. Chan, κ.ά., 1997), ωστόσο δεν έχει ακόμη διερευνηθεί εάν και με ποιο τρόπο βιώνονται τα είδη αυτά της ΔΓΙ.

Παραμένει ωστόσο γεγονός ωστόσο ότι η ΔΓΙ και η εννοιολογική αλλαγή αποτελούν πολυδιάστατα ιδιοσυγκρασιακά φαινόμενα και η αποκωδικοποίησή τους βρίσκεται ακόμη σε εμβρυακό στάδιο κυρίως λόγω του γεγονότος ότι διαγνώσκονται μέσα από τα αποτελέσματά τους. Ωστόσο, γεγονός παραμένει επίσης ότι η διαδικασία ΔΓΙ έχει μαθησιογενή αποτελέσματα ως προς την οικοδόμηση της γνώσης. Ο βαθμός στον οποίο η ΔΓΙ προωθεί την εννοιολογική αλλαγή διαφέρει ανάλογα με τα γνωστικά χαρακτηριστικά του ατόμου. Κατά συνέπεια, η διδακτική πρακτική θα πρέπει να μετακινηθεί από τη στυγνή παροχή πληροφοριών και την ανάπτυξη δεξιοτήτων χειρισμού τους σε ενσωμάτωση παραγόντων που εκτείνονται πέραν από τον γνωστικό, όπως είναι όπως είναι ο συναισθηματικός τομέας, και στην ανάπτυξη μεταγνωστικών δεξιοτήτων που επιτρέπουν στα άτομα να ασκούν έλεγχο πάνω στις διαδικασίες μάθησης. Η ανάπτυξη τέτοιων δεξιοτήτων είναι εφικτή ακόμη και από το επίπεδο του Δημοτικού Σχολείου (Georghiades, 2004), μέσα από την εμπλοκή των ατόμων σε ποικιλία δραστηριοτήτων και μέσω μεθοδολογιών που να είναι προσαρμοσμένες στα χαρακτηριστικά του εκάστοτε μαθητικού πληθυσμού.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Abdel- Khalek, A., & Raven, J. (2006). Normative data from the standardization of Raven's Standard Progressive Matrices in Kuwait in an international context. *Social Behavior and Personality*, 34 (2), 169- 180.

Attran, S. (1990). *Cognitive foundations of natural history: Towards an anthropology of science*. Cambridge, England: Cambridge University Press.

Bearison, D. J., Magzamen, S., & Filardo, E. K. (1986). Socio-conflict and cognitive growth in young children. *Merill-Palmer Quarterly*, 32, 51-72.

Benlloch, M., & Pozo, J.I. (1996). What changes in conceptual change? From ideas to theories. In G. Welford, J. Osborne, & P. Scott (Eds.), *Research in science and education in Europe* (pp. 200- 211). London: Falmer.

Berlyne, D.E. (1960). Conflict, arousal, and curiosity. New York: McGraw-Hill.

Berlyne, D.E. (1963). Exploratory and epistemic behavior. In S. Koch (Ed.), *Psychology: A study of science*, vol. 5. New York: McGraw-Hill.

Berlyne, D.E. (1965). Curiosity and education. In J. Krumboltz (Ed.), *Learning and the educational process*. Chicago: Rand- McNally.

Biggs, J. (1990). Teaching for desired learning outcomes. In N. Endwistle (Ed.), *Handbook of educational ideas and practices* (pp. 681-693). New York: Routledge.

Borges, A. T., & Gilbert, J. K. (1999). Mental models of electricity. *International Journal of Science Education*, 21 (1), 95- 117.

Βοσνιάδου, Σ. (1992). Η εννοιολογική αλλαγή στην παιδική ηλικία. Στο βιβλίο *Κείμενα Εξελικτικής Ψυχολογίας*. Τόμος Β': Σκέψη. Επιμέλεια: Στέλλα Βοσνιάδου. Αθήνα: Gutenberg.

Caravita, S., & Hallden, O. (1994). Re-framing the problem of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 89- 111.

Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA: MIT Press.

Carey, S. (1986). Cognitive science and science education. *American Psychologist*, 41, 1123- 1130.

Carey, S. (1995). On the origins of causal understanding. In D. Sperber, D. Premack, & A. J. Premack (Eds.), *Causal Cognition. A multidisciplinary debate* (pp. 268- 302). Oxford, England: Clarendon.

Carey, S. (2000). Science education as conceptual change. *Journal of Applied Developmental Psychology, 21* (1), 13-19.

Carter, W., Sottile, J., & Carter, J. (2001). Science achievement and self- efficacy among middle school age children as related to student development. Paper presented at the Annual Meeting of Easter Education Research Association (Hilton Head, SC).

Chan, C., Burtis, J., & Bereiter, C. (1997). Knowledge building as a mediator of conflict in conceptual change. *Cognition and Instruction, 15* (1), 1-40.

Charmaz, K. (2000). Grounded theory: Objectivist and constructivist methods. In N. Denzin and Y. S. Lincoln (Eds.). *Handbook of qualitative research* (2nd Ed.) (pp. 509- 535). Sage, Thousand Oaks, CA.

Chi, M., Slotta, J., & deLeeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction, 4*, 27-43.

Chinn, C. A., & Brewer, W. F. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: a theoretical framework and implications for science education. *Review of Educational Research, 63* (1), 1-49.

Clough, E. E., & Driver, R. (1986). A study of consistency in the use of students' conceptual frameworks across different task contexts. *Science Education, 70* (4), 473- 496.

Damon, W., & Killen, M. (1982). Peer interaction and the process of change in children's moral reasoning. *Merill-Palmer Quarterly, 28*, 347-367.

Davis, J. (2001). Conceptual change. In M. Orey (Ed.), *Emerging perspectives on learning, Teaching, and Technology*. Available website: <http://itstudio.coe.uga.edu/ebook/conceptualchange.htm>. (Terri Grabinow, Editor)

Dekkers, P., & Thijs, G. (1998). Making productive use of students' initial conceptions in developing the concept of force. *Science Education, 82*, 31-51.

Denzin, N., & Lincoln, Y. C. (2000). *Handbook of qualitative research* (2nd Edition). Thousand Oaks, CA: Sage.

DiSessa, A. (1988). Knowledge in pieces. In G. Forman, & P. B. Pufall, *Constructivism in the computer age* (49-70). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

DiSessa, A. (1993). Towards an epistemology of physics. *Cognition and Instruction, 10* (2/3), 105-225.

DiSessa, A. (1994). Speculations on the foundations of knowledge and intelligence. In D. Tirosh (Ed.), *Implicit and explicit knowledge: An educational approach* (pp. 1-54). Norwood, NJ: Ablex.

DiSessa, A., Gillepsie, N., & Esterly, J. (2004). Coherence versus fragmentation in the development of the concept of force. *Cognitive Science*, 28, 843- 900.

Dreyfus, A., Jungwirth, E., & Ellovitch, R. (1990). Applying the “Cognitive Conflict” strategy for conceptual change – some implications, difficulties, and problems, *Science Education*, 74, 555-569.

Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1995). Οι ιδέες των παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες. Ένωση Ελλήνων Φυσικών Τροχαλία.

Druyan, S. (1997). Effect of the kinesthetic conflict on promoting scientific reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 34,1083-1099.

Druyan, S. (2001). A comparison of four types of cognitive conflict and their effect on cognitive development. *International Journal of Behavioral Development*, 25(3), 226-236.

Duit, R. (1999). Conceptual change: Approaches in science education. In W. Schnotz, S. Vosniadou, & M. Carretero (Eds.), *New perspectives on conceptual change* (pp. 263- 282). Oxford, England: Pergamon.

Dye, J. F., Schatz, I. M., Rosenberg, B. A., & Coleman, S. T. (2000, January). Constant comparison method: A kaleidoscope of data. *The Qualitative Report* [On-line serial], 4(1/2). Available: <http://www.nova.edu/ssss/QR/QR3-4/dye.html>

Dykstra, D. (1992). Studying conceptual change: Constructing new understandings. *Proceedings of an international workshop held at the University of Bremen, March 4- 8, 1992*.

Eryilmaz, A. (2002). Effects of conceptual assignments and conceptual change discussions on students’ misconceptions and achievement regarding force and motion. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 1001-1015.

Eylon, B., & Linn, M. C. (1988). Learning and instruction: an examination of four research perspectives in science education. *Review of Educational Research*, 58, 251–301.

Feldman, A. (2000). Decision making in the practical domain: A model of practical conceptual change. *Science Education*, 84, 606-623.

Festinger, L. (1957). *A theory of cognitive dissonance*. Stanford, CA: Stanford University Press.

Fisher, R. (1998). *Teaching Thinking*. London: Cassel.

Gay, L.R., & Airasian, P. (2000). *Educational Research: Competencies for analysis and application*. NJ: Prentice- Hall, Inc.

Georghiades, P. (2004). From the general to the situated: three decades of metacognition. *International Journal of Science Education*, 26 (3), 365-383.

Gopnik, A., & Meltzoff, A. N. (1997). *Words, thoughts and theories*. Cambridge, MA: MIT Press.

Grove, R. W. (1988). An analysis of the constant comparative method. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, 1 (3), pp.273- 279.

Guzzetti, B. J., & Glass, G. V. (1993). Promoting conceptual change in science: A comparative metaanalysis of instructional interventions from reading education and science education. *Reading Research Quarterly*, 28, 116–159.

Harrison, A., Grayson, D., & Treagust, D. (1999). Investigating a grade 11 student's evolving conceptions of heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (1), 55-87.

Harrison, A., & Treagust, D. (1998). Modeling in science lessons: Are there better ways to learn with models? *School Science and Mathematics*, 98 (8), 420- 429.

Harrison, A., & Treagust, D. (2001). Conceptual change using multiple interpretive perspectives: Two case studies in secondary school chemistry. *Instructional Science*, 29 (1), 45- 85.

Hashweh, M. (1986). Toward an explanation of conceptual change. *European Journal of Science Education*, 8, 229-249.

Hennesy, S., Wishart, J., Whitelock, D., Deaney, R., Brawn, R., la Velle, L., McFarlane, A., Ruthven, K., & Winterbottom, M. (2007). Pedagogical approaches for technology- integrated science teaching. *Computers and Education*, 48, 137-152.

Hewitt- Taylor, J. (2001). Use of Constant Comparative Analysis in qualitative research. *Nurse Stand*, 15 (42), 39- 42.

Hewson, P.W. & Hewson, M.G. (1984). The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction. *Instructional Science*, 13, 1–13.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1979). Conflict in the classroom: controversy and learning. *Review of Educational Research*, 49, 51-70.

Kang, S., Scharmann, L., & Noh, T. (2004). Reexamining the role of cognitive conflict in science concept learning. *Research in Science Education*, 34, 71-96.

Kang, S., Scharmann, L., Noh, T., & Koh, H. (2005). The influence of students' cognitive and motivational variables in respect of cognitive conflict and conceptual change. *International Journal of Science Education*, 27 (9), 1037- 1058.

Karmiloff- Smith, A. (1992). *Beyond Modularity*: Cambridge, England: Cambridge University Press.

Keller, J.M. (1987). Strategies for stimulating the motivation to learn. *Performance and Instruction*, 26, 1-7.

Kirsh, D., & Maglio, P. (1994). On distinguishing epistemic from pragmatic action. *Cognitive Science*, 18, 513- 549.

Kwon, J., Park, H., Kim, J., Lee, Y. J., & Lee. G. (2000). *The analysis of the relationship cognitive conflict characteristics (levels and patterns) and response patterns of students confronted with anomalous situation in learning science*. Research Report on Subject Education RR98-VI-11, Ministry of Education in Korea.

Laburu, C.E., & Niaz, M. (2002). A Lakatosian framework to analyze situations of cognitive conflict and controversy in students' understanding of heat energy and temperature. *Journal of Science Education and Technology*, 11 (3), 211-219.

Lee, G. (1990). *The response behavior of students who confronted with cognitive conflict situations*. Master dissertation, Korea National University of Education.

Lee, Y. J. (1998). *The effect of cognitive conflict on students' conceptual change in Physics*. Doctoral dissertation, Korea National University of Education.

Lee, G. & Kwon, J. (2001, January). What do we know about students' cognitive conflict in science classroom: A theoretical model of cognitive process model. *Proceedings of the 2001 AETS Annual meeting, Costa Mesa, CA*, 309-325. (ERIC Document Reproduction Service No. ED453083).

Lee, G., Kwon, J., Park, S., Kim, J., Kwon, H., & Park, H. (2003). Development of an instrument for measuring cognitive conflict in secondary-level science classes. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 585–603.

Leslie, A. (1995). A theory of agency. In D. Sperber, D. Premack, & A. J. Premack (Eds), *Causal Cognition. A multidisciplinary debate* (pp. 121- 141). Oxford, England: Clarendon.

Leslie, A. (2000). How to acquire a representational theory of mind. In D. Sperber (Ed.), *Metarepresentations. A multidisciplinary perspective* (pp. 197- 223). New York: Oxford University Press.

Limon, M. (2001). On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: a critical appraisal. *Learning and Instruction*, 11, 357-380.

Limon, M., & Carretero, M. (1997). Conceptual change and anomalous data: A case study in the domain of natural sciences. *European Journal of Psychology of Education*, 12 (2), 213–230.

- Limon, M., & Mason, L. (Eds.). (2002). *Reconsidering conceptual change*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park, CA: Sage.
- Linn, M. C. (1986). Science. In R. Dillon and R. J. Sternberg (Eds.) *Cognition and Instruction* (155- 204). New York: Academic Press.
- Lynn, R., Allik, J., Pullman, H., & Laidra, K. (2004). Sex differences on the progressive matrices among adolescents: Some Data from Estonia. *Personality and Individual Differences*, 36, 1249- 1255.
- Mackintosh, N. J. (1996). Sex differences and IQ. *Journal of Biosocial Science*, 28, 559- 572.
- McCloskey, M. (1983). Naïve theories of motion. In D. Gentner & A.L. Stevens (Eds.) *Mental Models* (299- 334). Hillsdale, New Jersey: Laurence Associates.
- Merenluoto, K., & Lehtinen, E. (2004). Number concept and conceptual change: towards a systemic model of the process of change. *Learning and Instruction*, 14, 519- 534.
- Meyer, D.K., Turner, J.C., & Spencer, C.A. (1997). Challenge in a mathematics classroom: Students' motivation and strategies in project- based learning. *Elementary School Journal*, 97(5), 501-521.
- Miles, M., & Huberman, M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd Edition). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Mortimer, E., & Machado, A. (2000). Anomalies and Conflicts in Classroom Discourse. *Science Education*, 84, 429- 444.
- Movshovits-Hadar, N. & Hadass, R. (1990). Pre-service education of math teachers using paradoxes. *Educational Studies in Mathematics*, 21, 265-287
- Murray, F. B., Ames, G., & Botvin, G. (1977). The acquisition of conservation through cognitive dissonance. *Journal of Educational Psychology*, 69, 519-527.
- Niaz, M. (1995). Cognitive conflict as a teaching strategy in solving chemistry problems: A dialectic- constructivist perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 959-970.
- Novak, J. (2002). Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education*, 86, 548-571.
- Nutbrown, C. (1994). *Threads of Thinking*. London: Paul Chapman.
- Pallant, J. (2004). *SPSS Survival Manual* (2nd Edition). Open University Press.

Park, S., Oliver, J. S., Johnson, T. S., Graham, P., & Oppong, N. (2007). Colleagues' roles in the professional development of teachers: Results from a research study of National Board Certification. *Teaching and Teacher Education*, 23 (4), pp. 368- 389.

Parker, J. (2006). Exploring the impact of varying degrees of cognitive conflict in the generation of both subject and pedagogical knowledge as primary trainee teachers learn about shadow formation. *International Journal of Science Education*, 28 (13), 1545- 1577.

Piaget, J. (1952). *The moral judgment of the child*. NY: Harcourt.

Pintrich, P.R. (1999). Motivational beliefs as resources for and constrains on conceptual change. In W. Schnotz, S. Vosniadou, & M. Carretero (Eds.) *New perspectives on conceptual change*. (pp. 3-13). Oxford: Elsevier Science.

Pintrich, P.R., Marx, R.W., & Boyle, R.A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63, 167-199.

Posner, G., Strike, K., Hewson, P., & Gertzog, W. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 221-227.

Pozo, J.I., & Gomez- Cresco, M.A. (2005). The embodied nature of implicit theories: The consistency of ideas about the nature of matter. *Cognition and Instruction*, 23 (3), 351-387.

Raven, J. (1988). Evaluation Reflections: School Based Evaluation and Professional Research. *Studies in Educational Evaluation*, 14, 175- 191.

Raven, J. (2000). The Raven's Progressive Matrices: Change and stability over culture and time. *Cognitive Psychology*, 41, 1- 48.

Raven, J., Johnstone, J., & Varley, T. (1985). *Opening the primary classroom*. Edinburgh: Scottish Council for Research in Education.

Raven, J., Raven, J. C., & Court, H. (1998). Manual for Raven's Progressive Matrices and Vocabulary Scales. Section 1: General Overview. Oxford, England: Oxford Psychologists Press/ San Antonio, TX: The Psychological Corporation.

Reiner, M., Slotta, J., Chi, M. T. H., & Resnick, L. (2000). Naïve physics reasoning: A commitment to substance- based conceptions. *Cognition and Instruction*, 18, 1- 16.

Ronald, I., & Mikalsen, O. (2000). What are the Earth and the heavenly bodies like? A study of objectual conceptions among Norwegian deaf and hearing pupils. *International Journal of Science Education*, 22, 337- 355.

Salkind, N. (1988). *Θεωρίες της Ανθρώπινης Ανάπτυξης*. Αθήνα: Πατάκης.

Scott, P., Asoko, H., & Driver, R. (1991). Teaching for conceptual change: A review of strategies. In R. Duit, F. Goldberg, and H. Niedderer (Eds.), *Research in Physics Learning: Theoretical issues and empirical studies* (310-329). Kiel, Germany: Institute for Science Education at the University of Kiel.

She H. (2004). Fostering radical conceptual change through dual- situated learning model. *Journal of Research in Science Teaching*, 41 (2), 142-164.

Sigel, I. E. (1979). On becoming a thinker: A psycho-educational model. *Educational Psychologist*. 14, 70-78.

Sperber, D. (1996). *Explaining culture: A naturalistic approach*. Oxford, England: Blackwell.

Stavy, R., & Berkovitz, B. (1980). Cognitive conflict as a basis for teaching quantitative aspects of the concept of temperature. *Science Education*, 64, 679- 692.

Strauss, A., & Corbin, J. Open coding. In A. Strauss and J. Corbin (Eds.). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques* (2nd Edition) (pp. 101-121). Thousand Oaks, CA: Sage.

Strike, K. A., & Posner, G. J. (1992). A revisionist theory of conceptual change. In R. Duschl, & R. Hamilton (Eds.), *Psychology of science: Cognitive psychology educational theory, and practice*. (pp. 147- 176). Albany, New York: State University of New York Press.

Tao, P., & Gunstone, R. F. (2000). The process of conceptual change in forces and motion during computer supported physics instruction. *Journal of Research in Science and Technology*, 36 (7), 859- 882.

Teixeira, F. M. (2000). What happens to the food we eat? Children's conceptions of the structure and function of the digestive system. *International Journal of Science Education*, 22, 507- 520.

Thagard, P. (1992). *The Structure of Conceptual Revolutions*. Cambridge, MA: MIT Press.

Trumper, R. (1997). Applying conceptual conflict strategies in the learning of the energy concept. *Research in Science and Technological Education*, 15 (1), 5-18.

Tsai, C. (2000). Enhancing science instruction: The use of "Conflict Maps". *International Journal of Science Education*, 22 (3), 285- 302.

Tytler, R. (1993). Developmental aspects of primary school children's construction of explanations of air pressure: The nature of cognitive change. *Research in Science Education*, 23, 308- 316.

Tytler, R. (2000). A comparison of year 1 and year 6 students' conceptions of evaporation and condensation: Dimensions of conceptual progression. *International Journal of Science Education*, 22, 447- 467.

Valanides, N., Nicolaidou, A., & Eilks, I. (2003). Twelfth Grade students' understanding of oxidation and combustion: using action research to improve teachers' practical knowledge and teaching practice. *Research in Science and Technological Education*, 21 (2), 159-175.

Vermunt, J., & Verloop, N. (1999). Congruence and friction between learning and teaching. *Learning and Instruction*, 9, 257- 280.

Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45- 69.

Vosniadou, S. & Brewer, W.F. (1987). Theories of knowledge restructuring in development. *Review of Educational Research*, 57 (1), 51-67.

Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. MA: Harvard Press.

Watson, B., & Konicek, R. (1990). Teaching for conceptual change: Confronting children's experience. *Phi Delta Kappan*, 71, 680-685.

Watson, J. R., Prieto, T., & Dillon, J. (1997). Consistency of students' explanations about combustion. *Science Education*, 81, 425- 444.

White, R. T. (1991). Episodes and the purpose and conduct of practical work. In B. Woolnough (Ed.), *Practical Science*, (pp. 78- 86). Milton Keynes: OU Press.

Wichmann, A., Gottdenker, J., Jonassen, D., & Milrad, M. (2003). Developing a framework for conceptual change within scientific inquiry. *Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'03)*.

Woolfolk, A. (2001). *Educational Psychology (9th ed.)*. Boston, MA: Allyn & Bacon.

Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού Κύπρου. (2002). *Αναλυτικά Προγράμματα Δημοτικής Εκπαίδευσης στα Πλαίσια της Εννιάχρονης Εκπαίδευσης* (3^η Έκδοση). Λευκωσία: Υπηρεσία Ανάπτυξης Προγραμμάτων.

Zimmerman, B. J., & Blom, D. E. (1983). Toward an empirical test of the role of cognitive conflict in learning. *Developmental Review*, 3, 18-38

Zohar, A., & Aharon- Kravetsky, S. (2005). Exploring the effects of cognitive conflict and direct teaching for students of different academic levels. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 829- 855.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΠΡΟΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΔΟΚΙΜΙΟ

ΕΞΕΡΕΥΝΩ ΤΙΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΑΝΩΣΗΣ- ΠΛΕΥΣΗΣ

Πρόβλημα: Τοποθετώ δύο αβγά σε δύο όμοιους κυλίνδρους. Στους δύο κυλίνδρους υπάρχει άχρωμο υγρό. Όπως βλέπεις, το αβγό στον κύλινδρο Α βυθίστηκε, ενώ το υγρό στον κύλινδρο Β αιωρήθηκε στο υγρό. Απάντησε στις πιο κάτω ερωτήσεις

1. Γιατί το αβγό βυθίζεται στον κύλινδρο Α;

.....
.....
.....

2. Γιατί το αβγό αιωρείται στον κύλινδρο Β;

.....
.....
.....

3. Τι θα συμβεί αν ανταλλάξω τα αβγά στους κυλίνδρους;

.....
.....
.....

4. Τι θα συμβεί αν η στάθμη του υγρού στο δοχείο Α γίνει η ίδια με τη στάθμη του υγρού στο δοχείο Β;

.....
.....
.....

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΩΣΗ- ΑΡΧΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΡΗΤΡΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΡΟΞΕΤΑΣΤΙΚΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (PRE-TEST RUBRIC)

	ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ	ΕΚΦΡΑΖΕΤΑΙ (ΝΑΙ/ΟΧΙ)	ΕΡ. 1	ΕΡ. 2	ΕΡ. 3	ΕΡ. 4	Βαθμός συνέπειας (0-4)	Βαθμός ορθότητας
ΥΓΡΟ	1. Ποσότητα υγρού							0
	2. Στάθμη υγρού							0
	3. Θερμοκρασία υγρού							1
	4. Πυκνότητα/ Είδος υγρού							2
ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ	5. Μάζα αντικειμένου							1
	6. Όγκος αντικειμένου							1
	7. Πυκνότητα αντικειμένου (συσχέτιση μάζας- όγκου, συμπαγή- μη συμπαγή αντικ)							3
	8. Ωμό- ψημένο (αλλαγή φυσικών ιδιοτήτων λόγω θέρμανσης)							0
	9. Ιδιότητα αντικειμένου (σταθερή θέση σε όλα τα υγρά)							0
ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ	10. Συσχέτιση ποσότητας/στάθμης υγρού με μάζα αντικειμένου							4
	11. Συσχέτιση ποσότητας/στάθμης υγρού με όγκο αντικειμένου							4
	12. Συσχέτιση ποσότητας/στάθμης υγρού με πυκνότητα αντικειμένου							4
	13. Συσχέτιση θερμοκρασίας υγρού με όγκο αντικειμένου							4
	14. Συσχέτιση θερμοκρασίας υγρού με μάζα αντικειμένου							4
	15. Σύγκριση μάζας υγρού- μάζας αντικειμένου							4
	16. Σύγκριση θερμοκρασίας υγρού- πυκνότητας αντικειμένου							5
	17. Συσχέτιση ποσότητας/στάθμης υγρού με πυκνότητα αντικειμένου							5
	18. Συσχέτιση πυκνότητας υγρού με μάζα αντικειμένου							5
	19. Συσχέτιση πυκνότητας υγρού με όγκο αντικειμένου							5
	20. Σύγκριση πυκνότητας υγρού- πυκνότητας αντικειμένου							6

CATEGORY (1=ΥΓΡΟ, 2=ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ, 3=ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟΙ)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

ΔΟΚΙΜΙΟ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ ΤΕΛΙΚΩΝ ΙΔΕΩΝ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΑΝΩΣΗΣ-ΠΛΕΥΣΗΣ

Όνομα:..... Τάξη:.....

Μπροστά σου τώρα έχεις 4 όμοιους κυλίνδρους. Στους κυλίνδρους αυτούς υπάρχει άχρωμο υγρό, νερό ή αλατόνερο, σε διαφορετικές ποσότητες. Μέσα στους κυλίνδρους τοποθετήσαμε αβγά. Όπως παρατηρείς, κάποια από αυτά αιωρούνται στο υγρό και κάποια βυθίζονται.

Κύκλωσε τα σωστά:

1. Ποιοι από τους σωλήνες περιέχουν νερό;

A B Γ Δ

2. Ποιοι από τους σωλήνες περιέχουν αλατόνερο;

A B Γ Δ

3. Τι θα συμβεί αν προσθέσω νερό στο σωλήνα Α;

α. Το αβγό θα ανεβεί πιο ψηλά στο σωλήνα.

β. Το αβγό θα παραμείνει στη θέση του.

γ. Το αβγό θα βυθιστεί.

Δικαιολόγησε την απάντησή σου:

.....
.....
.....

4. Τι θα συμβεί αν προσθέσω νερό στο σωλήνα Β;

α. Το αβγό θα αιωρηθεί στο σωλήνα.

β. Το αβγό θα παραμείνει στη θέση του.

Δικαιολόγησε την απάντησή σου:

.....
.....
.....

5. Τι θα συμβεί αν προσθέσω νερό στο σωλήνα Γ;

α. Το αβγό θα ανεβεί πιο ψηλά στο σωλήνα.

β. Το αβγό θα παραμείνει στη θέση του.

γ. Το αβγό θα βυθιστεί.

Δικαιολόγησε την απάντησή σου:

.....
.....
.....

6. Τι θα συμβεί αν προσθέσω νερό στο σωλήνα Δ;

- α. Το αβγό θα αιωρηθεί στο σωλήνα.
- β. Το αβγό θα παραμείνει στη θέση του.

Δικαιολόγησε την απάντησή σου:

.....

.....

.....

7. Τι θα συμβεί αν προσθέσω αλάτι στο σωλήνα Α;

- α. Το αβγό θα ανεβεί πιο ψηλά στο σωλήνα.
- β. Το αβγό θα παραμείνει στη θέση του.
- γ. Το αβγό θα βυθιστεί.

Δικαιολόγησε την απάντησή σου:

.....

.....

.....

8. Τι θα συμβεί αν προσθέσω αλάτι στο σωλήνα Β;

- α. Το αβγό θα ανεβεί πιο ψηλά στο σωλήνα.
- β. Το αβγό θα παραμείνει στη θέση του.

Δικαιολόγησε την απάντησή σου:

.....

.....

.....

9. Τι θα συμβεί αν προσθέσω αλάτι στο σωλήνα Γ;

- α. Το αβγό θα ανεβεί πιο ψηλά στο σωλήνα.
- β. Το αβγό θα παραμείνει στη θέση του.
- γ. Το αβγό θα βυθιστεί.

Δικαιολόγησε την απάντησή σου:

.....

.....

.....

10. Τι θα συμβεί αν προσθέσω αλάτι στο σωλήνα Δ;

- α. Το αβγό θα ανεβεί πιο ψηλά στο σωλήνα.
- β. Το αβγό θα παραμείνει στη θέση του.

Δικαιολόγησε την απάντησή σου:

.....

.....

.....

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΩΣΗ- ΤΕΛΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΡΗΤΡΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕΤΑΞΕΤΑΣΤΙΚΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (POST-TEST RUBRIC)

ΕΡΩΤ. #	ΟΡΘΟΤΗΤΑ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ (1-ΟΡΘΟ, 0- ΛΑΘΟΣ)	ΔΙΚΑΙΟΛΟΓΗΣΗ (ποιοτικά με βάση τη ρήτρα του προπειραματικού δοκιμίου)	ΟΡΘΟΤΗΤΑ ΔΙΚΑΙΟΛΟΓΗΣΗΣ (0-6)	Σύνολο (ορθότητα πολλαπλής επιλογής + ορθότητα δικαιολόγησης)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
ΣΥΝΟΛΟ				

ΒΑΘΜΟΣ ΣΥΝΕΠΕΙΑΣ ΟΡΘΩΝ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ

ΧΑΜΗΛΗ ΣΥΝΕΠΕΙΑ 0

ΜΕΤΡΙΑ ΣΥΝΕΠΕΙΑ 1

ΥΨΗΛΗ ΣΥΝΕΠΕΙΑ 2

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

Εργαλείο Μέτρησης της Διαταραχής Γνωστικής Ισορροπίας σε Παιδιά Δημοτικού Σχολείου

Τώρα που είδες το πείραμα, δείξε πόσο συμφωνείς ή διαφωνείς με τις πιο κάτω δηλώσεις. Πρέπει κάθε φορά να κυκλώνεις τον αριθμό που ταιριάζει καλύτερα με αυτά που πιστεύεις.

1=Διαφωνώ απόλυτα, 2=Διαφωνώ, 3=Δεν έχω γνώμη, 4=Συμφωνώ, 5=Συμφωνώ απόλυτα

A. Ενδιαφέρον για το πρόβλημα

- | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Το αποτέλεσμα του πειράματος είναι ενδιαφέρον | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2. Από τη στιγμή που είδα το αποτέλεσμα του πειράματος, είμαι πολύ περίεργος/η να μάθω περισσότερα για το θέμα αυτό | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3. Το αποτέλεσμα του πειράματος έλκει την προσοχή μου | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

B. Κατάλαβα πώς αυτό που είδα να γίνεται στο πείραμα διαφέρει από αυτό που νόμιζα ότι θα γινόταν

- | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|
| 4. Όταν είδα το αποτέλεσμα του πειράματος, είχα αμφιβολίες σχετικά με τους λόγους που το προκάλεσαν | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5. Όταν είδα το αποτέλεσμα του πειράματος, έμεινα έκπληκτος/η. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6. Η διαφορά ανάμεσα στο αποτέλεσμα του πειράματος και στο τι περίμενα ότι θα ήταν το αποτέλεσμα του πειράματος, με έκανε να νιώσω περίεργα. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Γ. Ανοπομνησία να λύσω το πρόβλημα

- | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 7. Το αποτέλεσμα του πειράματος με συγχύζει | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 8. Αφού δεν μπορώ να λύσω το πρόβλημα, νιώθω άβολα | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 9. Αφού δεν μπορώ να καταλάβω γιατί βρήκαμε τέτοια αποτελέσματα, νιώθω λυπημένος/η. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Δ. Αλλαγή των αρχικών μου ιδεών

- | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|
| 10. Θα ήθελα να καταλάβω καλύτερα γιατί η αρχική μου ιδέα ήταν λανθασμένη | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 11. Θα ήθελα να σκεφτώ περισσότερο τους λόγους που προκάλεσαν αυτό το αποτέλεσμα στο πείραμα | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 12. Χρειάζομαι να βρω μια πειστική εξήγηση για το αποτέλεσμα του πειράματος | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |